HUBUNGAN KELENGKAPAN DUST COLLECTOR DAN LAMA OPERASIONAL DENGAN KONSENTRASI PM2,5 DAN PM10 DI SEKITAR ASPHALT MIXING PLANT, KOTA PALANGKA RAYA

(Relationship of Dust Collector Completeness and Operating Duration with PM2.5 and PM10 Concentrations around Asphalt Mixing Plants in Palangka Raya City)

Adi Kusuma[1)], Deddy Nan Setya Putra Tanggara[1)], Subrata Aditama Kittie Aidon Uda[1)], Theresia Susi[1)], Kartika Bungas[1)], Moch. Anwar[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: kusumaagr21@gmail.com

ABSTRACT

Asphalt mixing plants (AMP) release particulate matter that degrades ambient air quality, and the dust collector (DC) is the main component for controlling it. This study was conducted to evaluate the completeness of DC components and to analyze the relationship of DC completeness and operating duration with PM2.5 and PM10 concentrations at two AMPs in Palangka Raya City, Indonesia, namely PT. Karya Halim Sampoerna with a complete DC and PT. Ganisha Dwi Utama with an incomplete DC lacking a water tank, water pump, water sprayer, and wet scrubber. Concentrations were recorded for each hour of seven hours of operation using a direct reading air quality detector. Descriptive statistics and simple linear regression were applied. The mean PM2.5 and PM10 concentrations were 38.6 and 50.0 µg/m³ at the AMP with a complete DC and 191.4 and 250.7 µg/m³ at the AMP with an incomplete DC, about five times higher. DC completeness was strongly associated with concentrations (R^2 = 0.818 for PM2.5 and 0.819 for PM10; $p < 0.001$). Operating duration showed opposite trends: concentrations increased by about 84% over seven hours at the incomplete DC ($p < 0.01$) but decreased by 56% to 57% at the complete DC ($p < 0.01$). Because DC completeness was confounded with site, date, and weather, the results are interpreted as associations. Complete installation of DC components, routine maintenance, and periodic 24 hour monitoring with meteorological records are recommended.

Keywords: asphalt mixing plant; dust collector; linear regression; PM10; PM2.5

ABSTRAK

Kegiatan produksi *Asphalt Mixing Plant* (AMP) melepaskan partikulat yang menurunkan kualitas udara ambien, dan *Dust Collector* (DC) merupakan komponen utama pengendaliannya. Penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi kelengkapan komponen DC serta menganalisis hubungan kelengkapan DC dan lama operasional dengan konsentrasi PM2,5 dan PM10 pada dua AMP di Kota Palangka Raya, yaitu PT. Karya Halim Sampoerna dengan DC lengkap dan PT. Ganisha Dwi Utama dengan DC tidak lengkap karena tidak memiliki tangki air, pompa air, penyemprot air, dan *wet scrubber*. Konsentrasi diukur untuk setiap jam selama tujuh jam operasi menggunakan alat *Air Quality Detector* pembacaan langsung, kemudian data dianalisis dengan statistik deskriptif dan regresi linier sederhana. Rerata konsentrasi PM2,5 dan PM10 tercatat 38,6 dan 50,0 µg/m³ pada AMP dengan DC lengkap, dan 191,4 dan 250,7 µg/m³ pada AMP dengan DC tidak lengkap, atau sekitar lima kali lebih tinggi. Hubungan yang sangat kuat ditunjukkan antara kelengkapan DC dan konsentrasi (R^2 = 0,818 untuk PM2,5 dan 0,819 untuk PM10; $p < 0,001$). Arah hubungan lama operasional ditemukan berlawanan: konsentrasi meningkat sekitar 84% selama tujuh jam pada DC tidak lengkap ($p < 0,01$), tetapi menurun 56% sampai 57% pada DC lengkap ($p < 0,01$). Karena kelengkapan DC tidak terpisah dari lokasi, tanggal, dan cuaca pengukuran, hasil penelitian ditafsirkan sebagai asosiasi. Pelengkapan komponen DC, perawatan berkala, dan pemantauan 24 jam yang disertai pencatatan meteorologi direkomendasikan.

Kata kunci: asphalt mixing plant; dust collector; PM10; PM2,5; regresi linier

PENDAHULUAN

Asphalt Mixing Plant (AMP) digunakan untuk memproduksi campuran aspal panas bagi pembangunan dan pemeliharaan jalan (Putra *et al*., 2022). Pada proses produksi, agregat dikeringkan dan dipanaskan sehingga debu, partikulat PM10 dan PM2,5, serta gas hasil pembakaran dilepaskan ke udara (Nurhaedah *et al*., 2020; Mokhtar, 2021). Partikulat berukuran kurang dari 10 mikron dan 2,5

mikron dapat terhirup dan mengendap pada saluran pernapasan, dan dampaknya terhadap kesehatan telah didokumentasikan secara luas (Pope dan Dockery, 2006; WHO, 2021).

Pengendalian debu pada AMP dilakukan melalui *Dust Collector* (DC). Dua tipe DC yang umum digunakan adalah tipe kering (*dry scrubber*), yaitu debu dari silinder pengering dihisap ke *cyclone* dan partikel berat dipisahkan, serta tipe basah (*wet scrubber*), yaitu debu dari udara buangan disemprot air dan ditampung dalam bak penampung. Kelengkapan DC dinyatakan terpenuhi apabila sembilan komponen tersedia dan berfungsi, yaitu pemutar (*cyclone*), *exhaust fan*, pipa penyalur, cerobong, tangki air, pompa air, penyemprot air, *dry scrubber*, dan *wet scrubber* (SOP/UPM/DJBM-79 Rev:01, 2020).

Pencemaran udara oleh kegiatan usaha diatur melalui Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (Pemerintah RI, 2009) dan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 (Pemerintah RI, 1999), sedangkan baku mutu udara ambien ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 (Pemerintah RI, 2021). Di Kota Palangka Raya, hanya dua unit AMP yang beroperasi, dan kedua unit tersebut berbeda dalam kelengkapan komponen DC. Kondisi ini dimanfaatkan sebagai studi kasus untuk membandingkan konsentrasi partikulat pada AMP dengan DC lengkap dan tidak lengkap.

Penelitian ini ditujukan untuk (1) mengevaluasi kelengkapan komponen DC pada dua unit AMP; (2) mengukur konsentrasi PM2,5 dan PM10 di area operasional AMP; serta (3) menganalisis hubungan kelengkapan DC dan lama operasional dengan konsentrasi PM2,5 dan PM10.

BAHAN DAN METODE

Lokasi, Waktu, dan Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan pendekatan kuantitatif deskriptif berbentuk studi kasus pada dua unit AMP di Kota Palangka Raya, yaitu PT. Karya Halim Sampoerna (Jalan Mahir Mahar Km 4,6 No. 88; merek BAMP-800P-SA; kapasitas 40 sampai 60 ton/jam; tahun pembuatan 2008) dan PT. Ganisha Dwi Utama (Jalan Cilik Riwut Km 42, Tangkiling; merek BAMP-800P-SAC; kapasitas 80 ton/jam; tahun pembuatan 2010). Kedua lokasi dipilih karena hanya dua unit AMP yang beroperasi di Kota Palangka Raya dan kondisi kelengkapan DC keduanya berbeda.

Pengukuran dilaksanakan pada hari Kamis, 23 Januari 2025 (pukul 08.27 sampai 15.17 WIB) di PT. Karya Halim Sampoerna dan pada hari Rabu, 9 April 2025 (pukul 06.17 sampai 13.58 WIB) di PT. Ganisha Dwi Utama, dengan menyesuaikan jadwal produksi aspal tiap perusahaan.

Pengumpulan Data

Kelengkapan komponen DC diperiksa melalui inspeksi langsung dan dokumentasi visual terhadap sembilan komponen yang dipersyaratkan (SOP/UPM/DJBM-79 Rev:01, 2020). Konsentrasi PM2,5 dan PM10 diukur dengan alat *Air Quality Detector* pembacaan langsung (satuan µg/m³) di area produksi aspal, dan satu nilai dicatat untuk setiap rentang satu jam operasi selama tujuh jam sehingga diperoleh tujuh data per lokasi untuk setiap parameter. Durasi tujuh jam dipilih untuk mewakili periode operasi maksimum AMP, sehingga pengukuran tidak mengikuti waktu 24 jam yang dipersyaratkan untuk udara ambien.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel. Hubungan kelengkapan DC dengan konsentrasi partikulat dianalisis dengan regresi linier sederhana berikut, dengan X dikodekan 0 untuk DC lengkap dan 1 untuk DC tidak lengkap, serta Y adalah konsentrasi PM2,5 atau PM10 (n = 14 untuk setiap parameter).

$$Y = a + bX$$

Hubungan lama operasional (jam ke 1 sampai 7) dengan konsentrasi dianalisis dengan regresi linier sederhana secara terpisah untuk setiap AMP (n = 7). Kekuatan hubungan dikategorikan menurut Sugiyono (2019), yaitu sangat rendah (R = 0,00 sampai 0,199), rendah (0,20 sampai 0,399), sedang (0,40 sampai 0,599), kuat (0,60 sampai 0,799), dan sangat kuat (0,80 sampai 1,00). Signifikansi diuji pada $\alpha = 5\%$ dengan uji F dan uji t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelengkapan Komponen Dust Collector

Kesembilan komponen yang dipersyaratkan ditemukan pada DC di PT. Karya Halim Sampoerna, sedangkan hanya lima komponen ditemukan pada DC di PT. Ganisha Dwi Utama (Tabel 1). Tangki air, pompa air, penyemprot air, dan *wet scrubber* tidak ditemukan pada AMP yang disebut terakhir sehingga sistem pengendalian debu basah tidak dimiliki, dan pengendalian hanya dilakukan oleh *cyclone* dan *dry scrubber*. Kondisi pemeliharaan komponen tidak dinilai secara terukur sehingga evaluasi dibatasi pada ketersediaan komponen.

Tabel 1. Kelengkapan komponen DC pada dua unit AMP

Komponen DC	PT. Karya Halim Sampoerna	PT. Ganisha Dwi Utama
Pemutar (cyclone)	Ada	Ada
Exhaust fan	Ada	Ada
Cerobong	Ada	Ada
Tangki air	Ada	Tidak ada
Pompa air	Ada	Tidak ada
Penyemprot air	Ada	Tidak ada
Dry scrubber	Ada	Ada
Wet scrubber	Ada	Tidak ada
Pipa penyalur	Ada	Ada
Jumlah komponen	9 dari 9	5 dari 9

Keterangan: kelengkapan mengacu pada SOP/UPM/DJBM-79 Rev:01.

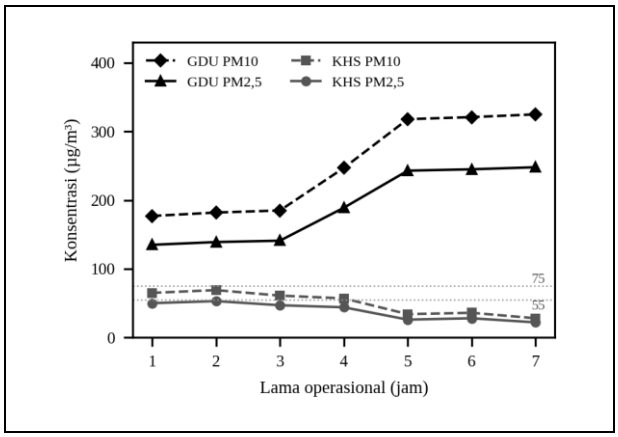
Konsentrasi PM2,5 dan PM10

Konsentrasi PM2,5 dan PM10 hasil pengukuran setiap jam disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Rerata tujuh jam pada AMP dengan DC lengkap tercatat 38,6 µg/m³ untuk PM2,5 (kisaran 22 sampai 53 µg/m³) dan 50,0 µg/m³ untuk PM10 (28 sampai 69 µg/m³), sedangkan pada AMP dengan DC tidak lengkap tercatat 191,4 µg/m³ untuk PM2,5 (135 sampai 248 µg/m³) dan 250,7 µg/m³ untuk PM10 (177 sampai 325 µg/m³). Rerata pada AMP dengan DC tidak lengkap dengan demikian sekitar lima kali lebih tinggi, yaitu 4,96 kali untuk PM2,5 dan 5,01 kali untuk PM10.

Tabel 2. Konsentrasi PM2,5 dan PM10 (µg/m³) per jam operasi

Jam ke	KHS PM2,5	KHS PM10	GDU PM2,5	GDU PM10
1	50	65	135	177
2	53	69	139	182
3	47	61	141	185
4	44	57	189	247
5	26	34	243	318
6	28	36	245	321
7	22	28	248	325
Rerata	38,6	50,0	191,4	250,7

Keterangan: KHS = PT. Karya Halim Sampoerna (DC lengkap); GDU = PT. Ganisha Dwi Utama (DC tidak lengkap).



Gambar 1. Konsentrasi PM2,5 dan PM10 per jam operasi pada AMP dengan DC lengkap (KHS, PT. Karya Halim Sampoerna) dan DC tidak lengkap (GDU, PT. Ganisha Dwi Utama). Garis titik menunjukkan baku mutu 24 jam PM2,5 (55 µg/m³) dan PM10 (75 µg/m³)

Sebagai pembanding, baku mutu udara ambien rerata 24 jam ditetapkan sebesar 55 µg/m³ untuk PM2,5 dan 75 µg/m³ untuk PM10 (Pemerintah RI, 2021). Seluruh nilai per jam pada AMP dengan DC lengkap berada di bawah baku mutu tersebut, sedangkan seluruh nilai per jam pada AMP dengan DC tidak lengkap melampauinya. Rerata tujuh jam kedua AMP juga melampaui pedoman WHO (2021) untuk rerata 24 jam, yaitu 15 µg/m³ untuk PM2,5 dan 45 µg/m³ untuk PM10. Pembandingan ini bersifat indikatif karena waktu pengukuran penelitian (tujuh jam) tidak setara dengan waktu pengukuran pada baku mutu (24 jam).

Hubungan Kelengkapan DC dengan Konsentrasi Partikulat

Hubungan yang sangat kuat dan signifikan diperoleh antara kelengkapan DC dan konsentrasi PM2,5 ($R = 0{,}904$; $R^2 = 0{,}818$) serta PM10 ($R = 0{,}905$; $R^2 = 0{,}819$) (Tabel 3). Sebesar 81,8% dan 81,9% variasi konsentrasi dijelaskan oleh kelengkapan DC, sedangkan sisanya, 18,2% dan 18,1%, dijelaskan oleh faktor lain. Koefisien regresi (152,9 µg/m³ untuk PM2,5 dan 200,7 µg/m³ untuk PM10) bernilai sama dengan selisih rerata kedua AMP, sehingga konsentrasi pada AMP dengan DC tidak lengkap diperoleh lebih tinggi sebesar nilai tersebut. Pola ini konsisten dengan prinsip kerja DC tipe basah, yaitu debu pada udara buangan disemprot air dan ditampung sehingga tidak dilepaskan ke udara.

Tabel 3. Hasil regresi linier sederhana antara kelengkapan DC (X) dan konsentrasi partikulat (Y)

Parameter	PM2,5	PM10
Multiple R	0,904	0,905
R^2	0,818	0,819
Adjusted R^2	0,803	0,804
Galat baku (µg/m³)	38,94	50,96
Konstanta (a)	38,57	50,00
Koefisien (b)	152,86	200,71
t hitung	7,34	7,37
F hitung	53,93	54,29
Sig. F	0,000009	0,000009
Jumlah data (n)	14	14

Keterangan: X = 0 (DC lengkap) dan 1 (DC tidak lengkap).

Hasil tersebut tidak dapat dibaca sebagai pengaruh kausal DC. Kelengkapan DC dalam penelitian ini tidak terpisah dari identitas lokasi karena hanya dua AMP yang dibandingkan, sehingga perbedaan kapasitas produksi (40 sampai 60 dan 80 ton/jam), umur mesin (2008 dan 2010), letak, tanggal, jam pengukuran, dan cuaca ikut melekat pada selisih konsentrasi. Selain itu, tujuh data per jam pada satu hari di setiap lokasi saling berkaitan sehingga uji signifikansi cenderung terlalu optimistis. Hasil dikategorikan sebagai asosiasi yang konsisten dengan fungsi DC.

Hubungan Lama Operasional dengan Konsentrasi Partikulat

Arah hubungan lama operasional dengan konsentrasi ditemukan berlawanan pada kedua AMP (Tabel 4). Pada AMP dengan DC tidak lengkap, konsentrasi meningkat sebesar 23,3 µg/m³ per jam untuk PM2,5 dan 30,5 µg/m³ per jam untuk PM10 (R^2 = 0,885 dan 0,886; $p < 0,01$), atau naik 83,7% dan 83,6% dari jam ke 1 sampai jam ke 7. Pada AMP dengan DC lengkap, konsentrasi menurun sebesar 5,5 dan 7,3 µg/m³ per jam (R^2 = 0,872 dan 0,878; $p < 0,01$), atau turun 56,0% dan 56,9%.

Tabel 4. Hasil regresi linier sederhana antara lama operasional (X, jam) dan konsentrasi partikulat (Y, µg/m³)

AMP	Parameter	b	a	R^2	p
KHS	PM2,5	−5,536	60,71	0,872	0,0021
KHS	PM10	−7,286	79,14	0,878	0,0018
GDU	PM2,5	23,321	98,14	0,885	0,0016
GDU	PM10	30,536	128,57	0,886	0,0016

Keterangan: n = 7 untuk setiap persamaan; nilai p dihitung dari data pada Tabel 2.

Perubahan tersebut tidak berbentuk garis lurus. Pada AMP dengan DC tidak lengkap, konsentrasi PM2,5 naik tajam dari 141 µg/m³ pada jam ke 3 menjadi 243 µg/m³ pada jam ke 5, kemudian bertahan pada 243 sampai 248 µg/m³, sedangkan pada AMP dengan DC lengkap penurunan terbesar terjadi antara jam ke 4 dan jam ke 5 (44 menjadi 26 µg/m³). Perubahan mendadak tersebut kemungkinan berkaitan dengan perubahan beban produksi, kadar air agregat, atau pengaturan pembakaran, tetapi faktor tersebut tidak dicatat. Penjelasan bahwa pembakaran dan penyaringan menjadi lebih stabil seiring waktu pada AMP dengan DC lengkap merupakan dugaan yang belum diuji. Perbedaan tanggal dan jam pengukuran serta tidak tersedianya data meteorologi juga menyebabkan pengaruh cuaca tidak dapat dipisahkan dari pengaruh lama operasional.

Peningkatan konsentrasi seiring waktu hanya teramati pada AMP dengan DC tidak lengkap sehingga kelengkapan DC dipandang sebagai prioritas pengendalian dibandingkan pengaturan jam operasi.

Keterbatasan dan Implikasi

Beberapa keterbatasan dicatat. Pertama, konsentrasi diukur dengan alat pembacaan langsung dan bukan dengan metode acuan, sehingga ketelitian nilai perlu ditegaskan melalui kalibrasi atau pengukuran gravimetri. Kedua, pengukuran dilakukan di area produksi sehingga konsentrasi yang diperoleh adalah konsentrasi partikulat di sekitar sumber, bukan emisi cerobong maupun konsentrasi di permukiman. Ketiga, pengukuran hanya dilakukan selama tujuh jam pada satu hari di setiap lokasi.

Berdasarkan hasil tersebut, pelengkapan tangki air, pompa air, penyemprot air, dan *wet scrubber* pada AMP yang belum lengkap, perawatan berkala seluruh komponen DC, serta pengukuran partikulat secara berkala (minimal setiap tiga bulan) disarankan. Pengawasan oleh instansi lingkungan hidup dan penetapan standar minimum DC untuk setiap unit produksi aspal panas juga disarankan. Penelitian lanjutan diarahkan pada pemantauan 24 jam dengan pencatatan meteorologi dan beban produksi, pengukuran pada lebih banyak AMP, hari, dan titik, serta penggunaan model regresi berganda.

KESIMPULAN

1. Kelengkapan komponen DC dinilai berbeda pada kedua AMP: sembilan komponen ditemukan pada PT. Karya Halim Sampoerna dan lima komponen pada PT. Ganisha Dwi Utama, yang tidak memiliki tangki air, pompa air, penyemprot air, dan *wet scrubber*.
2. Rerata konsentrasi PM2,5 dan PM10 pada AMP dengan DC tidak lengkap (191,4 dan

250,7 µg/m³) tercatat sekitar lima kali lebih tinggi daripada AMP dengan DC lengkap (38,6 dan 50,0 µg/m³), dan hubungan yang sangat kuat dan signifikan ditunjukkan antara kelengkapan DC dan konsentrasi (R^2 = 0,818 untuk PM2,5 dan 0,819 untuk PM10).

3. Hubungan lama operasional dengan konsentrasi ditemukan berlawanan, yaitu peningkatan sekitar 84% selama tujuh jam pada AMP dengan DC tidak lengkap dan penurunan 56% sampai 57% pada AMP dengan DC lengkap. Karena kelengkapan DC tidak terpisah dari lokasi, tanggal, dan cuaca, hasil ditafsirkan sebagai asosiasi. Pelengkapan komponen DC, perawatan berkala, dan pemantauan partikulat selama 24 jam disarankan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pimpinan dan karyawan PT. Karya Halim Sampoerna dan PT. Ganisha Dwi Utama yang telah memberikan akses lokasi dan menyesuaikan jadwal produksi selama pengukuran, serta kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Mokhtar, A. (2021) ‘Model penanggulangan pencemaran udara pada mesin Asphalt Mixing Plant’, *Persatuan Insinyur Indonesia*, 1(1).

Nurhaedah, H., Ibrahim, F. dan Risna (2020) ‘Analisis pencemaran udara akibat pabrik aspal berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara’, *Madani Legal Review*, 4(2), hal. 108-123.

Pemerintah RI (1999) *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Pemerintah RI (2009) *Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Pemerintah RI (2021) *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VII Baku Mutu Udara Ambien*. Tersedia di: https://jdih.setkab.go.id/puu/buka_puu/176367/Lampiran_VII_Salinan_PP_Nomor_22_Tahun_2021.pdf

Pope, C.A. dan Dockery, D.W. (2006) ‘Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect’, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 56(6), hal. 709-742. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485

Putra, I., Anwar, C. dan Hidayat, R. (2022) *Kajian proses produksi asphalt concrete binder course menggunakan Asphalt Mixing Plant (AMP) pada PT. Alhas Jaya Group di Aceh Utara*.

SOP/UPM/DJBM-79 Rev:01 (2020) *Standar Operasional Prosedur Sertifikasi Laik Operasi Asphalt Mixing Plant (AMP) dan Batching Plant*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Sugiyono (2019) *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

WHO (2021) *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. Geneva: World Health Organization.

OPTIMALISASI PEMBANGUNAN KEBUN MASYARAKAT UNTUK MENDUKUNG KEBERLANJUTAN PERUSAHAAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT: PERSPEKTIF SOSIAL, EKONOMI, DAN LINGKUNGAN DI KABUPATEN SERUYAN

(Optimization of Community Plantation Development to Support the Sustainability of Oil Palm Plantation Companies: Social, Economic, and Environmental Perspectives in Seruyan Regency)

Albidinnor[1)], Firlianty[1)], dan Wilson[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: dinnor667@gmail.com

ABSTRACT

Oil palm expansion in Seruyan Regency, Central Kalimantan, has not been matched by the community (plasma) plantations required by regulation, as only 5.16% of the core estate area has been allocated. This study analyzed the role of community plantation development in supporting the sustainability of oil palm companies, identified the social, economic, and environmental factors affecting plantation success, formulated optimization strategies, and examined the effect of plantation development on farmers' welfare. A quantitative survey of 426 plasma farmers was conducted from September to November 2025 using a five-point Likert questionnaire. Data were analyzed using descriptive statistics, multiple and simple linear regression, and weighted SWOT analysis with a TOWS matrix. Community plantation development explained 66.1% of the variation in company sustainability ($F = 135.88$; $p < 0.001$). Land legality ($\beta = 0.265$), training and assistance ($\beta = 0.235$), contract clarity ($\beta = 0.210$), farmer participation ($\beta = 0.168$), and cooperative effectiveness ($\beta = 0.159$) had significant positive effects, whereas the adequacy of plasma area had none ($p = 0.851$). Plantation success was rated high (mean 3.91) and was significantly affected by environmental ($\beta = 0.208$), social ($\beta = 0.173$), and economic factors ($\beta = 0.164$; adjusted $R^2 = 0.211$). Plantation development strongly influenced farmers' welfare ($\beta = 0.698$; adjusted $R^2 = 0.486$). The SWOT analysis identified strengthening cooperative capacity and transparency, together with integration into certified supply chains, as priority strategies. Partnership quality, rather than plasma area alone, determines the sustainability of the community plantation system.

Keywords: community plantation; oil palm; Seruyan Regency; sustainability; welfare

ABSTRAK

Ekspansi perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Seruyan, Kalimantan Tengah, belum diimbangi realisasi kebun masyarakat (plasma) sebagaimana diwajibkan regulasi, karena baru 5,16% areal kebun inti yang dialokasikan. Penelitian ini bertujuan menganalisis peran pembangunan kebun masyarakat dalam mendukung keberlanjutan perusahaan perkebunan kelapa sawit, mengidentifikasi faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan yang memengaruhi keberhasilan kebun, merumuskan strategi optimalisasi, serta menganalisis pengaruhnya terhadap kesejahteraan petani. Survei kuantitatif terhadap 426 petani plasma dilaksanakan pada September sampai November 2025 dengan kuesioner berskala Likert lima poin. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, regresi linier berganda dan sederhana, serta analisis SWOT berbobot dengan matriks TOWS. Pembangunan kebun masyarakat menjelaskan 66,1% variasi keberlanjutan perusahaan ($F = 135,88$; $p < 0,001$). Kejelasan status legalitas lahan ($\beta = 0,265$), pelatihan dan pendampingan ($\beta = 0,235$), kejelasan kontrak ($\beta = 0,210$), partisipasi petani ($\beta = 0,168$), dan efektivitas koperasi ($\beta = 0,159$) berpengaruh nyata, sedangkan kesesuaian luas plasma tidak berpengaruh ($p = 0,851$). Keberhasilan kebun masyarakat berada pada kategori tinggi (rerata 3,91) dan dipengaruhi nyata oleh faktor lingkungan ($\beta = 0,208$), sosial ($\beta = 0,173$), dan ekonomi ($\beta = 0,164$; R^2 terkoreksi = 0,211). Pembangunan kebun masyarakat berpengaruh kuat terhadap kesejahteraan petani ($\beta = 0,698$; R^2 terkoreksi = 0,486). Analisis SWOT menetapkan penguatan kapasitas dan transparansi koperasi serta integrasi ke rantai pasok bersertifikasi sebagai strategi prioritas. Kualitas kemitraan, bukan luasan plasma semata, menentukan keberlanjutan sistem kebun masyarakat.

Kata kunci: Kabupaten Seruyan; keberlanjutan; kebun masyarakat; kelapa sawit; kesejahteraan petani

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan komoditas strategis dalam perekonomian Indonesia. Luas tutupan sawit nasional mencapai 16,38 juta hektare dengan nilai ekspor USD 16,53 miliar, dan sektor ini menyerap sekitar 4,2 juta tenaga kerja langsung serta 12 juta tenaga kerja tidak langsung (Badan Pusat Statistik, 2024). Capaian tersebut disertai persoalan keberlanjutan yang belum tuntas, yakni konflik lahan, degradasi lingkungan, dan kesenjangan manfaat antara perusahaan dan masyarakat setempat (Ayompe *et al*., 2021; Ogahara *et al*., 2022).

Kebun masyarakat, yang lazim disebut kebun plasma, diposisikan sebagai jembatan antara kepentingan perusahaan dan kebutuhan masyarakat. Perusahaan perkebunan yang memiliki izin usaha diwajibkan memfasilitasi pembangunan kebun masyarakat paling sedikit seluas 20% dari total areal kebun yang diusahakan (Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014). Melalui skema kemitraan inti plasma, petani memperoleh akses terhadap produksi, pendapatan, dan pasar, sedangkan perusahaan memperoleh stabilitas sosial dan legitimasi operasional. Pola kemitraan dan tingkat keberlanjutan agribisnis sawit rakyat telah dikaji di sejumlah wilayah (Suardi *et al*., 2022; Afrino *et al*., 2023).

Efektivitas skema ini masih diperdebatkan. Hasil tinjauan Ogahara *et al*. (2022) memperlihatkan bahwa dampak positif keberlanjutan pada petani kecil sawit masih terbatas. Lemahnya kelembagaan petani, relasi kontraktual yang timpang, rendahnya transparansi, dan ketidakpastian status lahan menjadi hambatan yang berulang (Jelsma *et al*., 2017; Raharja *et al*., 2020; Astuti *et al*., 2022).

Kabupaten Seruyan, Kalimantan Tengah, memperlihatkan kesenjangan antara kewajiban dan realisasi tersebut. Dari sekitar 448.820 hektare kebun inti, baru 23.175 hektare (5,16%) yang dialokasikan sebagai kebun masyarakat oleh perusahaan besar swasta. Sebelas perusahaan belum membangun plasma meskipun telah memegang izin usaha perkebunan, pelepasan kawasan hutan, dan hak guna usaha, dan hanya 16 dari 22 perusahaan bermitra yang telah mengoperasikan kebun plasma (Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan, 2025). Ketimpangan ini berpotensi memicu konflik agraria dan ketimpangan ekonomi yang semakin lebar.

Keberhasilan kebun masyarakat tidak dapat dinilai hanya dari luasan yang terealisasi. Pendekatan *triple bottom line* memandang keberlanjutan sebagai keseimbangan dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan (Elkington dan Rowlands, 1999), dan pendekatan ini telah dipakai untuk menilai kinerja keberlanjutan rantai pasok minyak sawit (Adwiyah *et al*., 2023). Dimensi sosial berkaitan dengan partisipasi dan modal sosial petani (Baka *et al*., 2024), dimensi ekonomi dengan insentif dan akses pasar, dan dimensi lingkungan dengan praktik budidaya yang menjaga fungsi ekosistem serta produktivitas jangka panjang (Dislich *et al*., 2017; Monzon *et al*., 2023). Tuntutan pasar global akan transparansi dan legalitas rantai pasok (Gardner *et al*., 2019), yang kini diperkuat regulasi bebas deforestasi Uni Eropa, menambah urgensi perbaikan tata kelola kebun masyarakat.

Bukti empiris yang menguji secara bersama peran kualitas pembangunan kebun masyarakat terhadap keberlanjutan perusahaan, determinan keberhasilan kebun, dan kesejahteraan petani dalam satu kerangka pada tingkat kabupaten di Kalimantan Tengah masih terbatas. Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis peran pembangunan kebun masyarakat dalam mendukung keberlanjutan perusahaan perkebunan kelapa sawit; (2) mengidentifikasi faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan yang memengaruhi keberhasilan kebun masyarakat; (3) merumuskan strategi optimalisasi pembangunan kebun masyarakat; serta (4) menganalisis pengaruhnya terhadap kesejahteraan petani plasma di Kabupaten Seruyan.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Responden

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan (September sampai November 2025) di Kabupaten Seruyan, Provinsi Kalimantan Tengah, yang dipilih karena luas perkebunan sawitnya yang besar dan realisasi plasma yang sangat bervariasi antarperusahaan. Survei mencakup lima kecamatan, yaitu Seruyan Hilir (PT Kerry Sawit Indonesia), Dau Sembuluh (PT Gawi Bahandep Sawit Mekar), Seruyan Hilir Timur (PT Sumur Pandan Wangi), Hanau (PT Musirawas Citraharpindo), dan Batu Ampar (PT Mitrakarta Agroindo), beserta koperasi plasma mitranya.

Populasi penelitian ialah petani plasma aktif pada 16 perusahaan yang telah mengoperasikan kebun plasma, sebanyak sekitar 13.408 kepala keluarga (Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan, 2025). Ukuran sampel minimum dihitung dengan rumus Slovin pada galat 5%, yaitu sekitar 389 responden, dan pengambilan sampel dilakukan secara acak berstrata proporsional menurut jumlah petani pada tiap perusahaan atau koperasi. Sebanyak 426 responden

berhasil dihimpun, sehingga melampaui sampel minimum tersebut.

Variabel dan Instrumen

Data primer dikumpulkan dengan kuesioner tertutup berskala Likert lima poin (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju) yang disebarkan secara langsung dan dengan bantuan enumerator serta perangkat desa. Validitas instrumen diuji dengan korelasi Pearson Product Moment dan reliabilitasnya dengan koefisien Cronbach's Alpha (batas minimal 0,70) pada responden uji coba di luar sampel utama. Data sekunder dihimpun dari Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan, Badan Pusat Statistik, dan peraturan perundangan.

Pembangunan kebun masyarakat (X) diukur melalui enam indikator, yaitu kesesuaian luas plasma terhadap kewajiban 20% (X_1), partisipasi petani (X_2), kejelasan kontrak kemitraan (X_3), pelatihan dan pendampingan (X_4), efektivitas koperasi (X_5), dan kejelasan status legalitas lahan (X_6). Variabel terikat meliputi keberlanjutan perusahaan (Y_1), keberhasilan kebun masyarakat (Y_2), dan kesejahteraan petani plasma (Y_3). Keberlanjutan perusahaan diukur dengan enam indikator (keharmonisan hubungan petani dan perusahaan, kontribusi ekonomi, kepatuhan terhadap standar lingkungan, manfaat jangka panjang plasma, transparansi pembagian hasil, dan perhatian terhadap dampak lingkungan). Keberhasilan kebun diukur dengan produktivitas kebun, keberlanjutan panen, kepuasan petani, dan kinerja koperasi. Kesejahteraan petani diukur dengan pendapatan keluarga, pemenuhan kebutuhan dasar, akses pendidikan dan kesehatan, kepemilikan aset produktif, dan kemampuan menabung. Faktor penentu keberhasilan kebun terdiri atas faktor sosial (S: keterlibatan dalam musyawarah, hubungan petani dan perusahaan, kepercayaan terhadap koperasi), faktor ekonomi (E: peningkatan pendapatan, akses pasar dan pembiayaan, kestabilan harga TBS), dan faktor lingkungan (L: pupuk organik dan berimbang, pengelolaan limbah kebun, konservasi vegetasi, tanah, dan air).

Analisis Data

Skor jawaban dirata-ratakan menjadi skor komposit setiap variabel dan dikelompokkan ke dalam lima kategori (sangat rendah sampai sangat tinggi). Tujuan pertama dianalisis dengan regresi linier berganda $Y_1 = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \varepsilon$, tujuan kedua dengan $Y_2 = \beta_0 + \beta_1S + \beta_2E + \beta_3L + \varepsilon$, dan tujuan keempat dengan regresi linier sederhana $Y_3 = \beta_0 + \beta_1X + \varepsilon$. Asumsi klasik diuji sebelum regresi, meliputi normalitas residual (Normal P-P Plot dan histogram), heteroskedastisitas (scatterplot residual terstandarisasi), multikolinearitas (Tolerance > 0,1 dan VIF < 10), dan autokorelasi (Durbin-Watson). Pengaruh simultan diuji dengan uji F dan pengaruh parsial dengan uji t pada $\alpha = 5\%$.

Tujuan ketiga dianalisis dengan SWOT berbobot. Setiap faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dinilai dari rerata persepsi responden, kemudian diberi bobot kategori dan bobot faktor. Nilai *overall priority* diperoleh dari hasil kali kedua bobot tersebut dan dipetakan pada diagram empat kuadran, sedangkan strategi dirumuskan dengan matriks TOWS (SO, WO, ST, dan WT). Seluruh analisis statistik dilakukan dengan perangkat lunak SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Pembangunan Kebun Masyarakat terhadap Keberlanjutan Perusahaan

Secara umum, responden menilai keberlanjutan perusahaan, keberhasilan kebun masyarakat, dan kesejahteraan petani berada pada kategori tinggi (Tabel 1). Keberlanjutan perusahaan dinilai tinggi oleh 61,27% responden dan sangat tinggi oleh 32,63% responden, sedangkan penilaian rendah dan sangat rendah kurang dari 5%. Pola serupa tampak pada keberhasilan kebun masyarakat (tinggi dan sangat tinggi sebesar 91,08%) dan kesejahteraan petani (84,28%).

Tabel 1. Distribusi kategori keberlanjutan perusahaan (Y_1), keberhasilan kebun masyarakat (Y_2), dan kesejahteraan petani (Y_3), n = 426

Kategori	Y_1 f (%)	Y_2 f (%)	Y_3 f (%)
Sangat tinggi	139 (32,63)	139 (32,63)	71 (16,67)
Tinggi	261 (61,27)	249 (58,45)	288 (67,61)
Sedang	8 (1,88)	23 (5,40)	47 (11,03)
Rendah	15 (3,52)	12 (2,82)	15 (3,52)
Sangat rendah	3 (0,70)	3 (0,70)	5 (1,17)
Total	426 (100)	426 (100)	426 (100)

Keterangan: f = frekuensi responden; angka dalam kurung adalah persentase.

Persepsi petani terhadap pembangunan kebun masyarakat berada pada kategori baik dengan rerata seluruh indikator sebesar 3,96 (Tabel 2). Skor tertinggi dicatat oleh kejelasan kontrak kemitraan (4,09), efektivitas koperasi (4,07), dan kejelasan status legalitas lahan (4,06), sedangkan kesesuaian luas kebun plasma memperoleh skor terendah (3,79). Aspek kelembagaan dan legalitas tampaknya relatif telah dirasakan petani, sementara pemenuhan kewajiban luasan masih bervariasi antarperusahaan dan antarlokasi.

Model regresi memenuhi seluruh asumsi klasik. Residual berdistribusi normal, sebaran

residual tidak membentuk pola sehingga heteroskedastisitas tidak terjadi, nilai Tolerance berkisar 0,449 sampai 0,785 dengan VIF 1,274 sampai 2,229, dan nilai Durbin-Watson sebesar 1,804 menunjukkan tidak adanya autokorelasi. Keenam indikator secara bersama berpengaruh sangat nyata terhadap keberlanjutan perusahaan ($F = 135,88$; $p < 0,001$) dan menjelaskan 66,1% variasinya (R^2 terkoreksi = 0,656).

Tabel 2. Statistik deskriptif dan hasil regresi linier berganda pengaruh indikator pembangunan kebun masyarakat terhadap keberlanjutan perusahaan (Y_1)

Indikator pembangunan kebun masyarakat	Rerata	SD	B	SE	β	t	p
Kesesuaian luas kebun plasma (X_1)	3,79	0,85	-0,004	0,021	-0,006	-0,188	0,851
Partisipasi petani (X_2)	3,93	0,69	0,136	0,031	0,168	4,333	< 0,001
Kejelasan kontrak kemitraan (X_3)	4,09	0,73	0,160	0,031	0,210	5,189	< 0,001
Pelatihan dan pendampingan (X_4)	3,85	0,70	0,187	0,029	0,235	6,496	< 0,001
Efektivitas koperasi (X_5)	4,07	0,67	0,132	0,035	0,159	3,730	< 0,001
Kejelasan status legalitas lahan (X_6)	4,06	0,72	0,207	0,031	0,265	6,753	< 0,001
Rata-rata seluruh indikator	3,96						
Konstanta			0,800	0,120		6,667	< 0,001

Keterangan: B = koefisien regresi tidak terstandarisasi; SE = galat baku; β = koefisien terstandarisasi; $R = 0,813$; $R^2 = 0,661$; R^2 terkoreksi = 0,656; $F(6, 419) = 135,88$ ($p < 0,001$); Durbin-Watson = 1,804; $n = 426$. Seluruh indikator berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) kecuali X_1 (tidak nyata).

Kejelasan status legalitas lahan merupakan prediktor paling dominan ($\beta = 0,265$; $p < 0,001$). Kepastian hukum atas lahan plasma tampaknya menjadi fondasi rasa aman petani sekaligus stabilitas operasional perusahaan. Temuan ini sejalan dengan Astuti *et al*. (2022), yang menunjukkan bahwa ketidakjelasan status lahan, tumpang tindih kawasan, dan klaim berkontribusi pada ketidakpastian operasional dan konflik sosial pada perkebunan sawit di Kalimantan Tengah. Tinjauan Ogahara *et al.* (2022) juga menyimpulkan bahwa ketidakamanan tenurial merupakan hambatan yang bertahan lama dan sulit diatasi hanya melalui sertifikasi.

Pelatihan dan pendampingan menempati urutan kedua ($\beta = 0,235$; $p < 0,001$). Pendampingan yang efektif meningkatkan kapasitas teknis dan manajerial petani serta memperlancar hubungan kemitraan. Reich dan Musshoff (2025) menemukan bahwa pelatihan manajemen pertanian merupakan faktor utama yang mendorong kesediaan petani kecil mengadopsi praktik berkelanjutan dan skema sertifikasi.

Kejelasan kontrak kemitraan ($\beta = 0,210$; $p < 0,001$) berperan membangun kepercayaan dan menekan potensi konflik melalui kejelasan hak dan kewajiban para pihak. Ayompe *et al.* (2021) mencatat bahwa konflik muncul sebagai dampak sosial langsung ketika hak dan kewajiban masyarakat tidak pasti, dan Macdonald (2020) menegaskan bahwa aturan yang dipahami dan disepakati bersama memperkuat legitimasi tata kelola sawit. Skor kejelasan kontrak yang tinggi (4,09) tetap perlu dibaca hati-hati, sebab pemahaman petani terhadap isi kontrak belum tentu merata, seiring heterogenitas kapasitas dan kesenjangan pengetahuan petani sawit yang dilaporkan Schoneveld *et al*. (2019).

Partisipasi petani ($\beta = 0,168$; $p < 0,001$) dan efektivitas koperasi ($\beta = 0,159$; $p < 0,001$) memberikan pengaruh yang lebih kecil tetapi nyata. Keterlibatan aktif dan aksi kolektif memperkuat kemampuan petani berperan dalam rantai pasok dengan syarat yang lebih berkelanjutan (Jelsma *et al*., 2017), walaupun keterlibatan itu tidak selalu merata karena desain kelembagaan dan relasi kuasa dapat membatasi otonomi petani (Herdiansyah dan Mamola, 2025). Penguatan kelembagaan petani meningkatkan koordinasi, akses informasi, dan kinerja kelompok (Raharja *et al*., 2020), sedangkan praktik manajemen yang baik, audit, dan transparansi menjadi prasyarat akuntabilitas koperasi (Benson, 2014; Meira dan Ramos, 2023; Saastamoinen dan Puusa, 2024).

Sebaliknya, kesesuaian luas kebun plasma tidak berpengaruh nyata ($\beta = -0,006$; $p = 0,851$). Meskipun luasan merupakan kewajiban normatif, sebagian besar perusahaan belum dapat memenuhi kewajiban 20% karena ketersediaan lahan yang terbatas, sehingga luasan belum menjadi penentu persepsi keberlanjutan perusahaan. Dengan kata lain, keberlanjutan lebih dipengaruhi oleh kualitas pengelolaan dan hubungan kemitraan daripada oleh besaran luasan plasma semata. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah:

$$Y_1 = 0,800 - 0,004X_1 + 0,136X_2 + 0,160X_3 + 0,187X_4 + 0,132X_5 + 0,207X_6 + \varepsilon$$

Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Kebun Masyarakat

Keberhasilan kebun masyarakat dinilai tinggi dengan rerata komposit 3,91 (SD = 0,53; rentang 1,8 sampai 5,0). Seluruh indikator berada pada kategori tinggi, dengan produktivitas kebun sebagai indikator tertinggi (3,95), disusul kepuasan petani (3,93), kinerja koperasi (3,91), dan keberlanjutan panen (3,84). Skor keberlanjutan panen yang paling rendah mengisyaratkan bahwa tantangan utama terletak pada upaya menjaga kesinambungan panen dari waktu ke waktu.

Model regresi faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan memenuhi asumsi klasik, dengan residual berdistribusi normal, sebaran residual acak, VIF berkisar 1,606 sampai 2,747, dan Durbin-Watson sebesar 1,749. Ketiga faktor berpengaruh nyata secara simultan ($F = 38,786$; $p < 0,001$) dan menjelaskan 21,1% variasi keberhasilan kebun (Tabel 3), sedangkan 78,9% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Tabel 3. Hasil regresi linier berganda pengaruh faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan terhadap keberhasilan kebun masyarakat (Y_2)

Variabel	B	SE	β	t	p
Faktor lingkungan (L)	0,167	0,044	0,208	3,802	< 0,001
Faktor ekonomi (E)	0,146	0,056	0,164	2,606	0,009
Faktor sosial (S)	0,164	0,068	0,173	2,426	0,016
Konstanta	2,024	0,178		11,351	< 0,001

Keterangan: $R = 0,465$; $R^2 = 0,216$; R^2 terkoreksi = 0,211; $F(3, 422) = 38,786$ ($p < 0,001$); Durbin-Watson = 1,749; $n = 426$.

$$Y_2 = 2,024 + 0,164S + 0,146E + 0,167L + \varepsilon$$

Faktor lingkungan memiliki pengaruh terkuat ($\beta = 0,208$; $p < 0,001$). Pemupukan organik dan berimbang, pengelolaan limbah kebun, serta konservasi vegetasi, tanah, dan air, yang menjadi indikator faktor ini, menentukan produktivitas dan menekan risiko kegagalan kebun dalam jangka panjang. Praktik agronomi terbukti menjelaskan kesenjangan hasil yang besar pada kebun sawit petani kecil (Monzon *et al*., 2023), dan praktik budidaya yang merugikan keanekaragaman hayati berkaitan dengan menurunnya kualitas sumber daya alam setempat (Dalheimer *et al*., 2024). Kinerja lingkungan juga menjadi prasyarat akses terhadap rantai nilai yang mensyaratkan sertifikasi keberlanjutan (Tey *et al*., 2020; Reich dan Musshoff, 2025).

Faktor ekonomi berpengaruh nyata ($\beta = 0,164$; $p = 0,009$). Pendapatan dari kebun plasma, kestabilan harga TBS, serta akses pasar dan pembiayaan menjadi insentif yang menentukan komitmen petani mengelola kebun secara berkelanjutan. Insentif finansial seperti premi tunai bagi pemegang sertifikat tercatat sebagai pendorong utama adopsi praktik berkelanjutan (Reich dan Musshoff, 2025).

Faktor sosial juga berpengaruh nyata ($\beta = 0,173$; $p = 0,016$). Keterlibatan dalam musyawarah, hubungan petani dan perusahaan, serta kepercayaan terhadap koperasi mendukung kerja kolektif dan pengelolaan konflik. Aksi kolektif berperan penting dalam ketahanan kebun sawit petani kecil (Jelsma *et al*., 2017), dan modal sosial berkontribusi pada keberlanjutan kemitraan usaha sawit (Baka *et al*., 2024). Selisih ketiga koefisien yang relatif kecil menunjukkan bahwa dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan sebaiknya dipahami sebagai satu sistem sosial ekologis, bukan sebagai peringkat yang tegas.

Strategi Optimalisasi Pembangunan Kebun Masyarakat

Analisis SWOT berbobot menghasilkan bobot kategori sebesar 0,26 untuk kekuatan, 0,22 untuk kelemahan, 0,27 untuk peluang, dan 0,25 untuk ancaman (Tabel 4). Komposisi ini menunjukkan bahwa kebun masyarakat memiliki potensi internal dan eksternal yang cukup kuat untuk dikembangkan. Kekuatan terbesar ialah dukungan regulasi (S1; 0,065), koperasi petani yang telah beroperasi (S2; 0,063), dan hubungan sosial petani dan perusahaan yang harmonis (S5; 0,062). Kelemahan utama ialah rendahnya kapasitas manajemen kelembagaan petani (W5; 0,061), kurangnya transparansi pembagian hasil (W4; 0,050), dan luas plasma yang belum mencapai 20% (W1; 0,048). Peluang paling prioritas ialah dukungan pemerintah (O2; 0,065), teknologi sawit yang semakin terjangkau (O3; 0,062), dan permintaan CPO bersertifikasi (O1; 0,060), sedangkan ancaman terbesar ialah risiko konflik sosial akibat ketimpangan implementasi plasma (T2; 0,061), fluktuasi harga TBS (T3; 0,058), dan ketergantungan koperasi pada perusahaan inti (T5; 0,056).

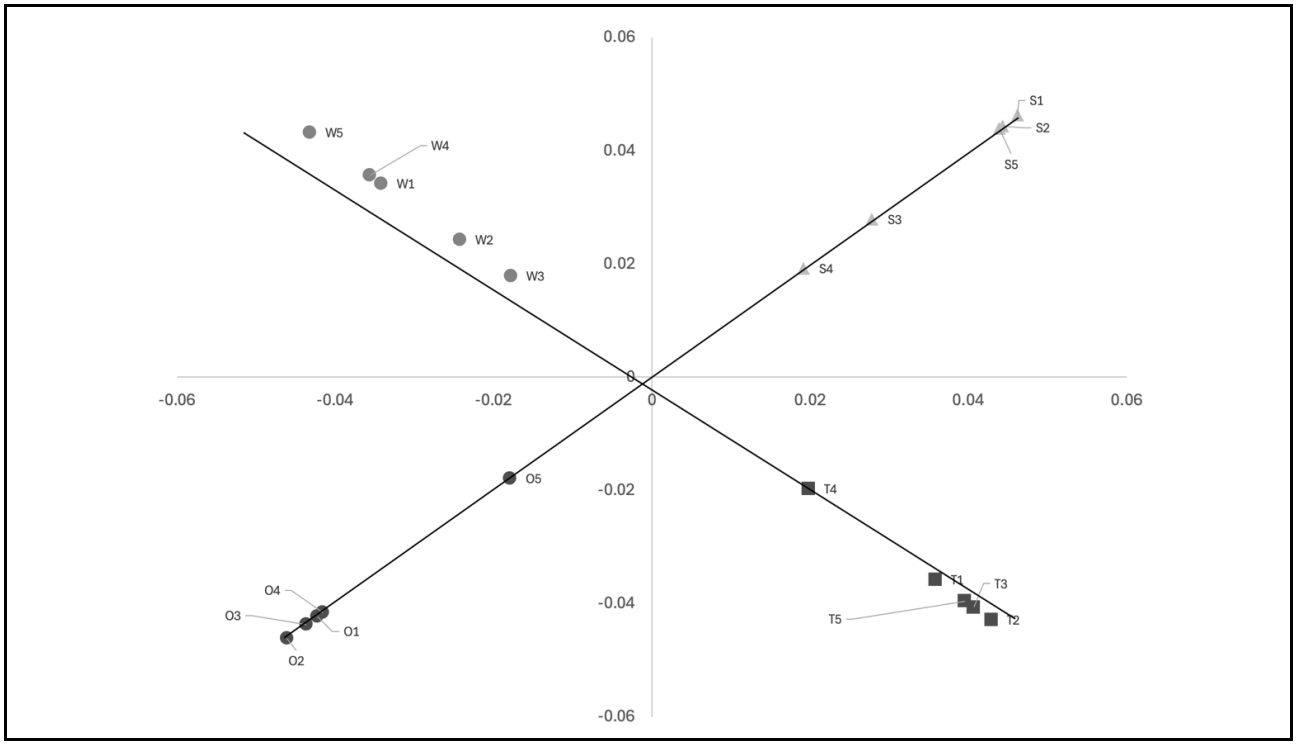
Tabel 4. Faktor strategis dan skor prioritas SWOT berbobot pembangunan kebun masyarakat

Kode	Faktor	Bobot faktor	Overall priority
Kekuatan (bobot kategori 0,26)			
S1	Dukungan regulasi untuk pembangunan kebun masyarakat oleh perusahaan (misalnya Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2014)	0,255	0,065
S2	Koperasi petani sudah terbentuk dan beroperasi	0,244	0,063

Kode	Faktor	Bobot faktor	Overall priority
S3	Partisipasi petani dalam pengelolaan kebun masyarakat cukup tinggi	0,153	0,039
S4	Tersedianya pelatihan dan pendampingan teknis dari perusahaan	0,106	0,027
S5	Hubungan sosial antara petani dan perusahaan cenderung harmonis	0,242	0,062
Kelemahan (bobot kategori 0,22)			
W1	Luas kebun plasma belum mencapai 20% dari lahan inti	0,220	0,048
W2	Koperasi belum mandiri dalam pengelolaan hasil dan keuangan	0,156	0,034
W3	Kontrak kemitraan tidak dipahami sepenuhnya oleh petani	0,115	0,025
W4	Kurangnya transparansi dalam pembagian hasil	0,230	0,050
W5	Rendahnya kapasitas manajemen kelembagaan petani	0,279	0,061
Peluang (bobot kategori 0,27)			
O1	Permintaan tinggi terhadap CPO bersertifikasi (ISPO, RSPO, EUDR)	0,221	0,060
O2	Dukungan pemerintah dalam program pemberdayaan petani	0,241	0,065
O3	Teknologi pertanian sawit semakin terjangkau dan mudah diakses	0,228	0,062
O4	Peluang ekspor meningkat melalui rantai pasok berkelanjutan	0,217	0,059
O5	Kolaborasi dengan lembaga pendidikan dan riset terbuka luas	0,094	0,025
Ancaman (bobot kategori 0,25)			
T1	Tekanan internasional terhadap deforestasi dan legalitas lahan	0,200	0,051
T2	Risiko konflik sosial akibat ketimpangan implementasi plasma	0,240	0,061
T3	Fluktuasi harga TBS yang memengaruhi pendapatan petani	0,228	0,058
T4	Regulasi tumpang tindih antara pusat dan daerah	0,111	0,028
T5	Ketergantungan koperasi pada perusahaan inti	0,221	0,056

Keterangan: S = kekuatan; W = kelemahan; O = peluang; T = ancaman. Overall priority = bobot kategori × bobot faktor. TBS = tandan buah segar; CPO = *crude palm oil*; ISPO = *Indonesian Sustainable Palm Oil*; RSPO = *Roundtable on Sustainable Palm Oil*; EUDR = *EU Deforestation Regulation*.

Pemetaan pada Gambar 1 menempatkan kekuatan pada kuadran kanan atas, kelemahan pada kuadran kiri atas, peluang pada kuadran kiri bawah, dan ancaman pada kuadran kanan bawah. Letak seluruh faktor peluang pada kuadran kiri bawah menunjukkan bahwa peluang eksternal belum sepenuhnya termanfaatkan akibat keterbatasan internal, terutama kesiapan kelembagaan dan pemenuhan standar keberlanjutan oleh petani plasma. Posisi ancaman pada kuadran kanan bawah mencerminkan tekanan eksternal yang kuat dan sulit dikendalikan petani secara langsung, serta kerentanan struktural kemitraan akibat ketergantungan koperasi pada perusahaan inti.



Gambar 1. Peta persepsi faktor SWOT berbobot pembangunan kebun masyarakat (S = kekuatan, W = kelemahan, O = peluang, T = ancaman)

Tabel 5. Matriks strategi SWOT pembangunan kebun masyarakat

Strategi	Kombinasi faktor utama	Rumusan strategi
SO	S1, S2, S5 dengan O1, O4	Integrasi kebun plasma ke dalam rantai pasok CPO bersertifikasi untuk meningkatkan akses pasar dan nilai tambah petani
WO	W2, W4, W5 dengan O1, O2	Penguatan kapasitas manajemen dan transparansi koperasi melalui program pemberdayaan dan pendampingan kelembagaan
ST	S1, S5 dengan T1, T3	Penguatan kepastian hukum dan kemitraan untuk meredam fluktuasi harga dan tekanan internasional
WT	W2, W5 dengan T4, T5	Pengurangan ketergantungan koperasi pada perusahaan inti melalui perbaikan tata kelola dan harmonisasi kontrak

Keterangan: kode faktor mengacu pada Tabel 4.

Strategi SO diprioritaskan karena kekuatan dan peluang relatif dominan. Dukungan regulasi, koperasi yang telah beroperasi, dan hubungan sosial yang harmonis dipadukan untuk menangkap permintaan CPO bersertifikasi dan peluang ekspor. Sertifikasi dikaitkan dengan penguatan akses pasar, peningkatan kapasitas, serta manfaat finansial dan nonfinansial bagi petani (Apriani *et al*., 2020), dan petani yang terorganisasi dalam kelompok serta memiliki legalitas lahan yang lebih jelas lebih siap memenuhi tuntutan sertifikasi (de Vos *et al*., 2023). Besaran premi harga tidak selalu memadai dan manfaatnya bergantung pada desain dukungan dan kepastian pasar (Ogahara *et al*., 2022), sehingga integrasi ke pasar global memerlukan dukungan kelembagaan dan tata kelola (Saadun *et al*., 2018).

Strategi WO menekankan penguatan kapasitas manajemen dan transparansi koperasi. Model penguatan kelembagaan yang melibatkan organisasi petani, kolaborasi dengan pabrik, dan dukungan lintas sektor memperbaiki koordinasi, akses informasi pasar, dan daya tawar petani (Raharja *et al*., 2020). Pendampingan manajerial oleh fasilitator eksternal membantu kelompok kecil memenuhi persyaratan standar dan mendorong tata kelola internal yang akuntabel (Apriani *et al*., 2020). Kesiapan petani menerapkan standar keberlanjutan masih dibatasi kendala agraria, struktural, dan kultural (Dharmawan *et al*., 2021), sehingga pembangunan kapasitas dan inovasi kelembagaan perlu menjadi bagian inti strategi (Ayompe *et al*., 2025).

Strategi ST memanfaatkan dukungan regulasi dan hubungan sosial yang harmonis untuk menguatkan kepastian hukum dan konsistensi implementasi regulasi. Ketidakpastian tenurial dan klaim lahan yang tumpang tindih memicu konflik dan kerentanan tata kelola (Riggs *et al*., 2016), dan administrasi tata guna lahan yang terfragmentasi memperpanjang ketidakpastian hukum di tingkat tapak (Sahide dan Giessen, 2015). Di sisi lain, tekanan pasar global menuntut transparansi rantai pasok untuk mengurangi asimetri informasi dan menjaga akses pasar (Gardner *et al*., 2019), sementara komitmen nol deforestasi semakin memengaruhi tata kelola komoditas (Lyons-White *et al*., 2025). Strategi WT bersifat defensif, yakni mengurangi ketergantungan koperasi pada perusahaan inti melalui tata kelola internal yang kuat, termasuk mekanisme pertanggungjawaban dan pemahaman hak serta kewajiban anggota, yang memperkuat daya tawar kelompok tani dalam menghadapi tuntutan sertifikasi dan dinamika pasar (Apriani *et al*., 2020).

Pengaruh Pembangunan Kebun Masyarakat terhadap Kesejahteraan Petani

Kesejahteraan petani plasma dinilai tinggi oleh 67,61% responden dan sangat tinggi oleh 16,67% responden, sedangkan 11,03% berada pada kategori sedang dan 4,69% pada kategori rendah dan sangat rendah (Tabel 1). Sebaran ini menunjukkan kecenderungan positif yang belum sepenuhnya merata. Perbedaan tersebut dapat bersumber dari variasi akses lahan, intensitas pendampingan, kapasitas pengelolaan kebun, dan kondisi sosial ekonomi awal rumah tangga petani.

Model regresi sederhana memenuhi asumsi klasik, dengan rerata residual mendekati nol, sebaran residual acak, dan Durbin-Watson sebesar 1,670. Pembangunan kebun masyarakat berpengaruh positif dan sangat nyata terhadap kesejahteraan petani (Tabel 6) serta menjelaskan 48,6% variasinya. Setiap kenaikan satu satuan skor kualitas pembangunan kebun masyarakat diikuti kenaikan skor kesejahteraan sebesar 0,724 satuan, dengan anggapan faktor lain tetap.

Tabel 6. Hasil regresi linier sederhana pengaruh pembangunan kebun masyarakat (X) terhadap kesejahteraan petani (Y_3)

Variabel	B	SE	β	t	p
Pembangunan kebun masyarakat (X)	0,724	0,036	0,698	20,070	< 0,001
Konstanta	0,970	0,148		6,545	< 0,001

Keterangan: R = 0,698; R^2 = 0,487; R^2 terkoreksi = 0,486; F(1, 424) = 402,812 (p < 0,001); Durbin-Watson = 1,670; n = 426.

$$Y_3 = 0{,}970 + 0{,}724X + \varepsilon$$

Hasil ini sejalan dengan bukti bahwa kemitraan dan *contract farming* pada perkebunan sawit di Indonesia meningkatkan akumulasi aset dan perkembangan ekonomi perdesaan (Gatto *et al*., 2017). Keterlibatan petani kecil dalam sistem perkebunan sawit juga berkorelasi positif dengan standar hidup, pembiayaan pendidikan, dan pembentukan modal manusia (Euler *et al*., 2017; Chrisendo *et al*., 2022). Namun, manfaat sosial ekonomi proyek perkebunan berskala besar lebih optimal apabila disertai kejelasan hak, transparansi kontrak, dan partisipasi yang bermakna (Malkamäki *et al*., 2018). Dengan demikian, efektivitas kebun plasma dalam meningkatkan kesejahteraan bergantung pada kualitas kemitraan, bukan sekadar keberadaannya.

Beberapa keterbatasan perlu dicatat. Seluruh variabel diukur melalui persepsi petani plasma pada satu waktu, sehingga hubungan yang ditemukan bersifat asosiatif dan potensi bias sumber data tunggal tidak dapat dikesampingkan. Keberlanjutan perusahaan, misalnya, belum diukur dengan data kinerja perusahaan. Nilai R^2 yang relatif rendah pada model keberhasilan kebun mengindikasikan peran faktor lain yang belum dimodelkan. Penelitian lanjutan disarankan memasukkan kondisi awal rumah tangga, luas penguasaan lahan, sumber pendapatan nonsawit, dan dinamika harga komoditas, serta menggunakan pendekatan longitudinal atau metode campuran.

KESIMPULAN

1. Pembangunan kebun masyarakat menjelaskan 66,1% variasi keberlanjutan perusahaan perkebunan kelapa sawit. Kejelasan status legalitas lahan merupakan prediktor dominan (β = 0,265), diikuti pelatihan dan pendampingan, kejelasan kontrak, partisipasi petani, dan efektivitas koperasi, sedangkan kesesuaian luas plasma tidak berpengaruh nyata. Keberlanjutan perusahaan dengan demikian lebih ditentukan oleh kualitas kemitraan daripada oleh pemenuhan luasan.
2. Keberhasilan kebun masyarakat berada pada kategori tinggi (rerata 3,91) dan dipengaruhi nyata oleh faktor lingkungan (β = 0,208), sosial (β = 0,173), dan ekonomi (β = 0,164), yang bersama-sama menjelaskan 21,1% variasinya. Kebun masyarakat dipahami sebagai sistem sosial ekologis, bukan semata sistem ekonomi.
3. Strategi SO, yaitu integrasi kebun plasma ke rantai pasok CPO bersertifikasi, merupakan prioritas karena kekuatan dan peluang relatif dominan. Strategi WO, ST, dan WT melengkapinya melalui penguatan kapasitas manajemen dan transparansi koperasi, penguatan kepastian hukum, serta pengurangan ketergantungan koperasi pada perusahaan inti.
4. Pembangunan kebun masyarakat berpengaruh positif dan sangat nyata terhadap kesejahteraan petani (β = 0,698) dan menjelaskan 48,6% variasinya, meskipun manfaatnya belum merata. Kebijakan perlu bergeser dari pemenuhan target luasan menuju peningkatan kualitas kemitraan melalui kepastian legalitas lahan, pendampingan yang konsisten, transparansi pembagian hasil, serta harmonisasi regulasi pusat dan daerah mengenai kewajiban 20%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan, perusahaan perkebunan kelapa sawit dan koperasi plasma mitra di lokasi penelitian, para petani plasma yang bersedia menjadi responden, serta seluruh civitas akademika Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Adwiyah, R., Syaukat, Y., Indrawan, D. dan Mulyati, H. (2023) 'Examining sustainable supply chain management (SSCM) performance in the palm oil industry with the triple bottom line approach', *Sustainability*, 15(18), artikel 13362. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su151813362

Afrino, R., Syahza, A., Suwondo dan Heriyanto, M. (2023) 'Analysis of nuclear-plasma partnership pattern for sustainable oil palm plantation in Riau Province, Indonesia', *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(1), hal. 91-98. Tersedia di: https://doi.org/10.18280/ijsdp.180109

Apriani, E., Kim, Y.-S., Fisher, L.A. dan Baral, H. (2020) 'Non-state certification of smallholders for sustainable palm oil in Sumatra, Indonesia', *Land Use Policy*, 99, artikel 105112. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105112

Astuti, R., Miller, M.A., McGregor, A., Sukmara, M.D.P., Saputra, W., Sulistyanto dan Taylor, D. (2022) 'Making illegality visible: the

governance dilemmas created by visualising illegal palm oil plantations in Central Kalimantan, Indonesia', *Land Use Policy*, 114, artikel 105942. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105942

Ayompe, L.M., Schaafsma, M. dan Egoh, B.N. (2021) 'Towards sustainable palm oil production: the positive and negative impacts on ecosystem services and human wellbeing', *Journal of Cleaner Production*, 278, artikel 123914. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123914

Ayompe, L.M., Nkongho, R.N., Acobta, A.N., Tambasi, E.E., Masso, C. dan Egoh, B.N. (2025) 'Review of conceptual frameworks for smallholder farmers to achieve sustainable palm oil production', *Journal of Cleaner Production*, 506, artikel 145525. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145525

Badan Pusat Statistik (2024) *Statistik kelapa sawit Indonesia 2023*. Vol. 17. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Baka, W.K., Rianse, I.S. dan la Zulfikar, Z. (2024) 'Palm oil business partnership sustainability through the role of social capital and local wisdom: evidence from palm oil plantations in Indonesia', *Sustainability*, 16(17), artikel 7541. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su16177541

Benson, T. (2014) 'Building good management practices in Ethiopian agricultural cooperatives through regular financial audits', *Journal of Co-operative Organization and Management*, 2(2), hal. 72-82. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jcom.2014.10.001

Chrisendo, D., Siregar, H. dan Qaim, M. (2022) 'Oil palm cultivation improves living standards and human capital formation in smallholder farm households', *World Development*, 159, artikel 106034. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106034

Dalheimer, B., Parikoglou, I., Brambach, F., Yanita, M., Kreft, H. dan Brümmer, B. (2024) 'On the palm oil-biodiversity trade-off: environmental performance of smallholder producers', *Journal of Environmental Economics and Management*, 125, artikel 102975. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.102975

de Vos, R.E., Suwarno, A., Slingerland, M., van der Meer, P.J. dan Lucey, J.M. (2023) 'Pre-certification conditions of independent oil palm smallholders in Indonesia. Assessing prospects for RSPO certification', *Land Use Policy*, 130, artikel 106660. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106660

Dharmawan, A.H., Mardiyaningsih, D.I., Rahmadian, F., Yulian, B.E., Komarudin, H., Pacheco, P., Ghazoul, J. dan Amalia, R. (2021) 'The agrarian, structural and cultural constraints of smallholders' readiness for sustainability standards implementation: the case of Indonesian Sustainable Palm Oil in East Kalimantan', *Sustainability*, 13(5), artikel 2611. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su13052611

Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan (2025) *Data realisasi pembangunan kebun masyarakat perusahaan perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Seruyan*. Kuala Pembuang: Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Seruyan.

Dislich, C. dkk. (2017) 'A review of the ecosystem functions in oil palm plantations, using forests as a reference system', *Biological Reviews*, 92(3), hal. 1539-1569. Tersedia di: https://doi.org/10.1111/brv.12295

Elkington, J. dan Rowlands, I.H. (1999) 'Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business', *Alternatives Journal*, 25(4), hal. 42.

Euler, M., Krishna, V., Schwarze, S., Siregar, H. dan Qaim, M. (2017) 'Oil palm adoption, household welfare, and nutrition among smallholder farmers in Indonesia', *World Development*, 93, hal. 219-235. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.019

Gardner, T.A. dkk. (2019) 'Transparency and sustainability in global commodity supply chains', *World Development*, 121, hal. 163-177. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.025

Gatto, M., Wollni, M., Asnawi, R. dan Qaim, M. (2017) 'Oil palm boom, contract farming, and rural economic development: village-level evidence from Indonesia', *World Development*, 95, hal. 127-140. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.02.013

Herdiansyah, H. dan Mamola, R. (2025) 'Palm oil conflict and social transformation: exploring the intersection of farmer autonomy and conflict resolution', *Trees, Forests and*

People, 21, artikel 100934. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.tfp.2025.100934

Jelsma, I., Slingerland, M., Giller, K.E. dan Bijman, J. (2017) 'Collective action in a smallholder oil palm production system in Indonesia: the key to sustainable and inclusive smallholder palm oil?', *Journal of Rural Studies*, 54, hal. 198-210. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.005

Lyons-White, J., Zodua, P.A., Mikolo Yobo, C., Carlon, S.C., Ewers, R.M. dan Knight, A.T. (2025) 'Challenges for implementing zero deforestation commitments in a highly forested country: perspectives from Liberia's palm oil sector', *World Development*, 185, artikel 106803. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106803

Macdonald, K. (2020) 'Private sustainability standards as tools for empowering southern pro-regulatory coalitions? Collaboration, conflict and the pursuit of sustainable palm oil', *Ecological Economics*, 167, artikel 106439. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106439

Malkamäki, A., D'Amato, D., Hogarth, N.J., Kanninen, M., Pirard, R., Toppinen, A. dan Zhou, W. (2018) 'A systematic review of the socio-economic impacts of large-scale tree plantations, worldwide', *Global Environmental Change*, 53, hal. 90-103. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.09.001

Meira, D. dan Ramos, M.E. (2023) 'Democratic governance and modernity in 21st century co-operatives in Portugal: frontiers and balances', *Journal of Co-operative Organization and Management*, 11(2), artikel 100215. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jcom.2023.100215

Monzon, J.P. dkk. (2023) 'Agronomy explains large yield gaps in smallholder oil palm fields', *Agricultural Systems*, 210, artikel 103689. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103689

Ogahara, Z., Jespersen, K., Theilade, I. dan Nielsen, M.R. (2022) 'Review of smallholder palm oil sustainability reveals limited positive impacts and identifies key implementation and knowledge gaps', *Land Use Policy*, 120, artikel 106258. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106258

Raharja, S., Marimin, Machfud, Papilo, P., Safriyana, Massijaya, M.Y., Asrol, M. dan Darmawan, M.A. (2020) 'Institutional strengthening model of oil palm independent smallholder in Riau and Jambi Provinces, Indonesia', *Heliyon*, 6(5), artikel e03875. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03875

Reich, C. dan Musshoff, O. (2025) 'Oil palm smallholders and the road to certification: insights from Indonesia', *Journal of Environmental Management*, 375. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124303

Riggs, R.A., Sayer, J., Margules, C., Boedhihartono, A.K., Langston, J.D. dan Sutanto, H. (2016) 'Forest tenure and conflict in Indonesia: contested rights in Rempek Village, Lombok', *Land Use Policy*, 57, hal. 241-249. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.002

Saadun, N. dkk. (2018) 'Socio-ecological perspectives of engaging smallholders in environmental-friendly palm oil certification schemes', *Land Use Policy*, 72, hal. 333-340. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.057

Saastamoinen, S. dan Puusa, A. (2024) 'Enacted or idealistic co-operative values?', *Journal of Co-operative Organization and Management*, 12(2), artikel 100248. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jcom.2024.100248

Sahide, M.A.K. dan Giessen, L. (2015) 'The fragmented land use administration in Indonesia: analysing bureaucratic responsibilities influencing tropical rainforest transformation systems', *Land Use Policy*, 43, hal. 96-110. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.11.005

Schoneveld, G.C., van der Haar, S., Ekowati, D., Andrianto, A., Komarudin, H., Okarda, B., Jelsma, I. dan Pacheco, P. (2019) 'Certification, good agricultural practice and smallholder heterogeneity: differentiated pathways for resolving compliance gaps in the Indonesian oil palm sector', *Global Environmental Change*, 57, artikel 101933. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.101933

Suardi, T.F., Sulistyowati, L., Noor, T.I. dan Setiawan, I. (2022) 'Analysis of the

sustainability level of smallholder oil palm agribusiness in Labuhanbatu Regency, North Sumatra', *Agriculture*, 12(9), artikel 1469. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/agriculture12091469

Tey, Y.S., Brindal, M., Darham, S., Sidique, S.F.A. dan Djama, M. (2020) 'Factors influencing sustainability certification among plantation companies in Malaysia: a panel approach', *Sustainable Production and Consumption*, 22, hal. 231-238. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.03.005

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2014 tentang Perkebunan. Jakarta: Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia.

STRATEGI PENGEMBANGAN PROGRAM SEKOLAH ADIWIYATA PADA LIMA SMA DI KOTA PALANGKA RAYA BERDASARKAN ANALISIS SWOT

(Development Strategy of the Adiwiyata School Program in Five Senior High Schools in Palangka Raya City Based on SWOT Analysis)

Aprye Ila Rusantye[1)], Renhart Jemi[1)], dan Adventus Panda[1)], Petrus Peoerwadi[1)], Wahyu Supriyati[1)], Betrixia Barbara[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Environmental education in senior high schools in Palangka Raya City is implemented through the Adiwiyata School Program, but the implementation varies among schools. This study aimed to describe the actual implementation of the program, to analyze internal and external factors, and to formulate a development strategy. A descriptive quantitative approach supported by qualitative data was applied in five senior high schools (SMAN 3, SMAN 4, SMAN 5, SMA Nusantara, and SMA Isen Mulang) from November 2024 to April 2025. Data were collected through structured observation, questionnaire-based interviews, and documentation from 150 respondents selected by purposive sampling, and were analyzed using IFAS–EFAS matrices and SWOT analysis. The highest facility scores were obtained by the schools holding Adiwiyata status (3.60, 3.25, and 3.10), whereas SMA Nusantara and SMA Isen Mulang obtained 1.65 and 1.00. The policy and participatory activity scores of the Adiwiyata schools were 3.88, 3.75, and 3.50. The weighted scores of strengths, weaknesses, opportunities, and threats were 3.70, 2.00, 3.35, and 1.85, respectively, so that the SWOT coordinates (1.70; 1.50) were located in Quadrant I, which indicates an aggressive (SO) strategy. Five strategies were formulated: optimization of the curriculum and school activities, strengthening of participatory activities, strategic partnerships, innovation in facility management, and improvement of school motivation and reputation. The use of internal strengths to capture the support of the Environment Agency, partners, and awards is recommended as the direction for sustainable development of the program.

Keywords: Adiwiyata; development strategy; environmental education; senior high school; SWOT analysis

ABSTRAK

Program Sekolah Adiwiyata dilaksanakan pada SMA di Kota Palangka Raya dengan hasil yang bervariasi antarsekolah. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan kondisi aktual pelaksanaan program, menganalisis faktor internal dan eksternal, serta merumuskan strategi pengembangan. Pendekatan deskriptif kuantitatif yang didukung data kualitatif diterapkan pada lima SMA (SMAN 3, SMAN 4, SMAN 5, SMA Nusantara, dan SMA Isen Mulang) pada November 2024 sampai April 2025. Data dikumpulkan melalui observasi terstruktur, wawancara berkuesioner, dan dokumentasi dari 150 responden yang dipilih secara purposif, kemudian dianalisis menggunakan matriks IFAS–EFAS dan analisis SWOT. Skor sarana dan prasarana tertinggi diperoleh sekolah berstatus Adiwiyata (3,60; 3,25; dan 3,10), sedangkan skor 1,65 dan 1,00 diperoleh SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang. Skor kebijakan dan kegiatan partisipatif sekolah berstatus Adiwiyata sebesar 3,88; 3,75; dan 3,50. Skor terbobot kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman berturut-turut sebesar 3,70; 2,00; 3,35; dan 1,85, sehingga koordinat SWOT (1,70; 1,50) ditetapkan pada Kuadran I yang menunjukkan strategi agresif (SO). Lima strategi dirumuskan, yaitu optimalisasi kurikulum dan kegiatan sekolah ramah lingkungan, penguatan kegiatan partisipatif, kemitraan strategis, inovasi pengelolaan fasilitas, serta peningkatan motivasi dan reputasi sekolah. Pemanfaatan kekuatan internal untuk menangkap dukungan DLH, mitra, dan penghargaan direkomendasikan sebagai arah pengembangan program yang berkelanjutan.

Kata kunci: Adiwiyata; analisis SWOT; pendidikan lingkungan; sekolah menengah atas; strategi pengembangan

PENDAHULUAN

Pendidikan lingkungan hidup (PLH) dinilai efektif untuk menanamkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan sejak usia dini (UNESCO, 2022; Widiyanto dan Rahmawati, 2020). Di Indonesia, integrasi PLH ke dalam pendidikan formal difasilitasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) melalui Program Sekolah Adiwiyata, yang pedomannya diatur dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2013.

Program Adiwiyata dikembangkan oleh KLHK sejak tahun 2006 untuk mewujudkan sekolah yang peduli dan berbudaya lingkungan. Empat komponen utama ditetapkan dalam program ini, yaitu kebijakan sekolah berwawasan lingkungan, pelaksanaan kurikulum berbasis lingkungan, kegiatan lingkungan berbasis partisipatif, dan pengelolaan sarana pendukung ramah lingkungan (KLHK, 2020). Kolaborasi antara sekolah, dinas terkait, dan masyarakat dipandang sebagai bagian penting dari pengembangan program yang berkelanjutan (KLHK, 2022).

Di Kota Palangka Raya, Program Adiwiyata telah dilaksanakan di sejumlah sekolah menengah atas (SMA) dengan hasil yang bervariasi. Predikat Adiwiyata telah diraih oleh sebagian sekolah, sedangkan sebagian lainnya belum melaksanakan program. Keterbatasan sumber daya manusia dan pendanaan, lemahnya integrasi kebijakan internal, serta rendahnya keterlibatan warga sekolah dihadapi oleh sekolah-sekolah tersebut. Minimnya keterlibatan masyarakat dalam program Adiwiyata dikaitkan dengan rendahnya pemahaman masyarakat terhadap isu lingkungan (Rahmat *et al*., 2022), sedangkan akses sekolah terhadap sumber daya tambahan dibatasi oleh terbatasnya kemitraan eksternal (Vincentius dan Mentang, 2023).

Analisis SWOT (*strengths*, *weaknesses*, *opportunities*, *threats*) digunakan dalam perencanaan strategis untuk merumuskan strategi berdasarkan kondisi internal dan eksternal organisasi (David, 2011; Rangkuti, 2017). Kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dikombinasikan menjadi alternatif strategi melalui matriks TOWS (Weihrich, 1982). Strategi pengembangan yang disusun berdasarkan data aktual lima SMA di Kota Palangka Raya, baik yang telah berstatus Adiwiyata maupun yang belum, belum tersedia.

Penelitian ini bertujuan (1) mendeskripsikan kondisi aktual pelaksanaan Program Adiwiyata pada lima SMA di Kota Palangka Raya, yang meliputi perilaku siswa, sarana dan prasarana, serta kebijakan dan kegiatan partisipatif; (2) menganalisis faktor internal dan eksternal menggunakan matriks IFAS dan EFAS; serta (3) merumuskan strategi pengembangan program berdasarkan analisis SWOT.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Subjek

Penelitian dilaksanakan oleh peneliti pada November 2024 sampai April 2025 di lima SMA di Kota Palangka Raya, yaitu SMA Negeri (SMAN) 3, SMAN 4, SMAN 5, SMA Nusantara, dan SMA Isen Mulang. Status sekolah Adiwiyata diperoleh SMAN 3, SMAN 4, dan SMAN 5 pada tahun 2022, sedangkan status tersebut belum dimiliki SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang karena program belum pernah dilaksanakan oleh kedua sekolah tersebut.

Subjek ditentukan oleh peneliti dengan teknik *purposive sampling* dan terdiri atas 150 responden (Tabel 1). Kuesioner perilaku diisi oleh 70 siswa yang berusia 15–17 tahun (71,43%) dan 18–20 tahun (28,57%), dengan komposisi jenis kelamin perempuan 68,57% dan laki-laki 31,43%. Alat yang digunakan meliputi kamera ponsel, perekam suara, buku catatan lapangan, lembar observasi, dan laptop.

Tabel 1. Komposisi responden penelitian

Kategori responden	Jumlah (orang)	%
Siswa	70	46,67
Guru	58	38,67
Kepala sekolah	5	3,33
Tenaga kependidikan	17	11,33
Total	**150**	**100,00**

Keterangan: Sumber data primer, diolah peneliti (2025).

Rancangan Penelitian dan Pengumpulan Data

Pendekatan deskriptif kuantitatif yang didukung data kualitatif diterapkan dalam penelitian ini. Data dikumpulkan melalui observasi terstruktur, wawancara terstruktur berkuesioner, dan dokumentasi. Lembar observasi disusun oleh peneliti dengan mengacu pada penilaian Sekolah Adiwiyata, sedangkan kuesioner diujicobakan kepada teman sejawat sebelum digunakan. Data dikelompokkan menjadi data internal (dokumen kebijakan, kegiatan pembelajaran, partisipasi siswa, dan hasil wawancara dengan kepala sekolah dan guru) serta data eksternal (dokumen KLHK, dukungan dinas terkait, dan literatur akademik).

Variabel dan Analisis Data

Perilaku siswa diukur menggunakan skala Likert 1–4 pada empat dimensi dan dikategorikan menjadi Sangat Baik (3,26–4,00), Baik (2,51–3,25), Cukup (1,76–2,50), dan Kurang (1,00–1,75).

Sarana dan prasarana dinilai oleh peneliti melalui observasi pada lima indikator dengan skor 0 (tidak tersedia) sampai 4 (sangat baik), dan skor rerata dikategorikan menjadi Baik (3,0–3,9), Cukup (2,0–2,9), dan Kurang (1,0–1,9). Kebijakan dan kegiatan partisipatif dinilai dengan skala 1–4 dan dikategorikan menjadi Sangat Baik (3,51–4,00), Baik (2,51–3,50), Cukup (1,51–2,50), dan Kurang (1,00–1,50). Skor rerata setiap sekolah dihitung dari seluruh butir penilaian.

Faktor internal dan eksternal dianalisis menggunakan matriks IFAS dan EFAS (Rangkuti, 2017). Bobot setiap faktor ditentukan melalui perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan total bobot 1,00, rating diberikan pada skala 1–4, dan skor dihitung dengan mengalikan bobot dan rating. Koordinat SWOT ditetapkan dengan X = skor kekuatan − skor kelemahan dan Y = skor peluang − skor ancaman, kemudian alternatif strategi disusun menggunakan matriks SWOT (Weihrich, 1982).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku dan Sikap Siswa terhadap Lingkungan

Perilaku dan sikap siswa dinilai pada empat dimensi, yaitu lingkungan sekolah (A), ruang sekolah (B), lingkungan secara umum (C), dan sikap terhadap lingkungan (D) (Tabel 2). Kategori Sangat Baik diperoleh SMAN 3, SMAN 4, dan SMAN 5 pada keempat dimensi, dengan skor tertinggi (4,00) dicapai SMAN 3 dan SMAN 5 pada dimensi B dan D. Kategori Sangat Baik juga diperoleh SMA Isen Mulang pada dimensi A, B, dan D, sedangkan kategori Baik (3,24) dicatat pada dimensi C. Skor SMA Nusantara dikategorikan Cukup pada dimensi A (2,45), C (2,27), dan D (2,48), serta Baik pada dimensi B (2,55) yang berada pada batas bawah kategori.

Tabel 2. Skor dan kategori perilaku serta sikap siswa terhadap lingkungan pada lima SMA

Dimensi	SMAN 3	SMAN 4	SMAN 5	Nusantara	Isen Mulang
A. Lingkungan sekolah	3,98 (SB)	3,47 (SB)	3,91 (SB)	2,45 (C)	3,91 (SB)
B. Ruang sekolah	4,00 (SB)	3,29 (SB)	4,00 (SB)	2,55 (B)	3,83 (SB)
C. Lingkungan umum	3,93 (SB)	3,74 (SB)	3,73 (SB)	2,27 (C)	3,24 (B)
D. Sikap	4,00 (SB)	3,86 (SB)	4,00 (SB)	2,48 (C)	3,43 (SB)

Keterangan: SB = Sangat Baik; B = Baik; C = Cukup; K = Kurang. Skor merupakan rerata butir pada setiap dimensi (skala 1–4).

Pola tersebut mengindikasikan bahwa kebiasaan membuang sampah pada tempatnya, menjaga kebersihan, serta menghemat air dan listrik telah dibentuk pada sekolah yang menjalankan program, sedangkan pembiasaan perilaku ramah lingkungan belum dibentuk secara konsisten di SMA Nusantara. Skor dimensi C pada SMA Isen Mulang (3,24) lebih rendah daripada dimensi A (3,91) dan B (3,83); hemat energi di rumah (3,14) dan kegiatan lingkungan di luar sekolah (3,07) merupakan butir dengan skor terendah pada dimensi tersebut. Pembentukan sikap peduli lingkungan melalui pembiasaan di sekolah sejalan dengan tujuan Program Adiwiyata sebagai wahana pembentukan karakter peduli lingkungan (KLHK, 2020).

Sarana dan Prasarana Pendukung Adiwiyata

Skor rerata seluruh sub-indikator (20 butir) sebesar 3,60 diperoleh SMAN 3, 3,25 diperoleh SMAN 4, dan 3,10 diperoleh SMAN 5, sehingga ketiganya dikategorikan Baik (Tabel 3). Skor 1,65 diperoleh SMA Nusantara dan 1,00 diperoleh SMA Isen Mulang, sehingga keduanya dikategorikan Kurang. Kesenjangan sebesar 2,60 poin antara SMAN 3 dan SMA Isen Mulang berkaitan erat dengan status Adiwiyata sekolah.

Tabel 3. Skor rerata indikator sarana dan prasarana pendukung Adiwiyata

Indikator	SMAN 3	SMAN 4	SMAN 5	Nusantara	Isen Mulang
1. Pengelolaan lingkungan	3,40	3,00	2,60	1,20	0,80
2. Penghijauan dan konservasi	4,00	3,60	3,60	1,60	1,20
3. Edukasi	4,00	3,50	3,25	2,00	1,50
4. Energi dan transportasi	2,33	2,00	2,00	1,33	0,67
5. Tata kelola	4,00	4,00	4,00	2,33	0,67
Rerata	**3,60**	**3,25**	**3,10**	**1,65**	**1,00**
Kategori	**Baik**	**Baik**	**Baik**	**Kurang**	**Kurang**

Keterangan: Skor 0 = tidak tersedia; 4 = sangat baik. Rerata dihitung dari 20 sub-indikator.

Skor rerata lima sekolah tertinggi dicatat pada prasarana tata kelola (3,00) dan terendah pada sarana energi dan transportasi ramah lingkungan (1,67). Panel surya tidak ditemukan pada seluruh sekolah (skor 0), dan lampu hemat energi (LED) belum tersedia di SMA Isen Mulang. Skor sarana pengelolaan lingkungan (2,20) ditekan oleh ketiadaan komposter atau biopori di SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang, sedangkan struktur tim Adiwiyata dan sistem dokumentasi digital belum dimiliki SMA Isen Mulang.

Hubungan antara fasilitas sekolah dan perilaku lingkungan siswa (Sukmawati dan Hapsari, 2021) tidak sepenuhnya terlihat pada SMA

Isen Mulang. Perilaku siswa pada sekolah tersebut dikategorikan Sangat Baik pada tiga dimensi (Tabel 2), meskipun skor sarananya hanya 1,00. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pembiasaan perilaku dapat dibentuk oleh faktor selain sarana, sehingga potensi siswa dapat dimanfaatkan sebagai modal awal penguatan program.

Kebijakan dan Kegiatan Partisipatif

Skor kebijakan sebesar 4,00 diperoleh SMAN 3 dan SMAN 4, sedangkan skor kegiatan partisipatif sebesar 3,75 dan 3,50 diperoleh kedua sekolah tersebut; skor rerata 3,88 dan 3,75 dikategorikan Sangat Baik (Tabel 4). Skor 3,50 pada kedua aspek diperoleh SMAN 5 (Baik). Skor rerata 2,38 dan 2,25 (Cukup) diperoleh SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang, dengan skor kegiatan partisipatif (2,25 dan 2,00) lebih rendah daripada skor kebijakan (2,50 pada kedua sekolah).

Tabel 4. Skor kebijakan dan kegiatan partisipatif sekolah dalam mendukung Program Adiwiyata

Aspek	SMAN 3	SMAN 4	SMAN 5	Nusantara	Isen Mulang
Kebijakan sekolah	4,00	4,00	3,50	2,50	2,50
Kegiatan partisipatif	3,75	3,50	3,50	2,25	2,00
Rerata	**3,88**	**3,75**	**3,50**	**2,38**	**2,25**
Kategori	**Sangat Baik**	**Sangat Baik**	**Baik**	**Cukup**	**Cukup**

Keterangan: Skala 1–4. Rerata dihitung dari 8 butir penilaian.

Butir dengan skor rerata terendah pada lima sekolah adalah integrasi materi lingkungan hidup dalam pembelajaran (2,60), diikuti metode pembelajaran berbasis proyek atau studi kasus lingkungan (2,80) dan dokumen kebijakan lingkungan (3,00). Lemahnya integrasi kurikulum tersebut konsisten dengan kelemahan internal W2 pada analisis IFAS (Tabel 5). Komitmen pimpinan sekolah dalam merumuskan dan melaksanakan kebijakan dipandang sebagai penentu terbentuknya budaya peduli lingkungan (Situmorang dan Prasetyo, 2021), sehingga skor kebijakan yang lebih rendah pada SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang perlu diprioritaskan dalam pendampingan.

Analisis Faktor Internal (IFAS)

Skor total kekuatan sebesar 3,70 diperoleh dari lima faktor (Tabel 5). Skor tertinggi (1,00) dicatat pada sarana pendukung (S4) dan keterlibatan warga sekolah (S5), diikuti kebijakan sekolah tentang pengelolaan lingkungan (S1) sebesar 0,80. Skor total kelemahan sebesar 2,00 diperoleh dari lima faktor yang masing-masing memiliki rating 2 dan skor 0,40. Nilai X sebesar 1,70 dihasilkan dari selisih kedua skor tersebut, sehingga posisi internal sekolah didominasi oleh kekuatan.

Tabel 5. Hasil analisis IFAS Program Adiwiyata pada lima SMA di Kota Palangka Raya

Faktor internal	Bobot	Rating	Skor
Kekuatan (S)			
S1 Kebijakan sekolah tentang pengelolaan lingkungan	0,20	4	0,80
S2 Kurikulum dan RPP berbasis lingkungan	0,15	3	0,45
S3 Kegiatan ekstrakurikuler ramah lingkungan	0,15	3	0,45
S4 Sarana pendukung (bank sampah, taman, fasilitas daur ulang)	0,25	4	1,00
S5 Keterlibatan warga sekolah dalam kegiatan lingkungan	0,25	4	1,00
Total S	**1,00**		**3,70**
Kelemahan (W)			
W1 Pemahaman warga sekolah terhadap Adiwiyata belum merata	0,20	2	0,40
W2 Tidak semua mata pelajaran mengintegrasikan isu lingkungan	0,20	2	0,40
W3 Partisipasi orang tua dan masyarakat luar minim	0,20	2	0,40
W4 Fasilitas pengelolaan sampah belum dimanfaatkan maksimal	0,20	2	0,40
W5 Kemitraan dengan dunia usaha atau LSM kurang	0,20	2	0,40
Total W	**1,00**		**2,00**

Keterangan: Skor = bobot × rating. Skor diperoleh dari 150 responden secara agregat.

Analisis Faktor Eksternal (EFAS)

Skor total peluang sebesar 3,35 diperoleh dari enam faktor (Tabel 6). Skor tertinggi (0,80) dicatat pada dukungan DLH (O1), diikuti ketersediaan bantuan pendanaan eksternal (O4) dan penghargaan Adiwiyata (O6) yang masing-masing sebesar 0,60, sedangkan tiga faktor lainnya masing-masing sebesar 0,45. Skor total ancaman sebesar 1,85 diperoleh dari enam faktor, dengan skor tertinggi (0,40) pada ketergantungan terhadap dana eksternal (T1) dan kurangnya kesadaran masyarakat (T2). Nilai Y sebesar 1,50 dihasilkan dari selisih skor peluang dan ancaman.

Tabel 6. Hasil analisis EFAS Program Adiwiyata pada lima SMA di Kota Palangka Raya

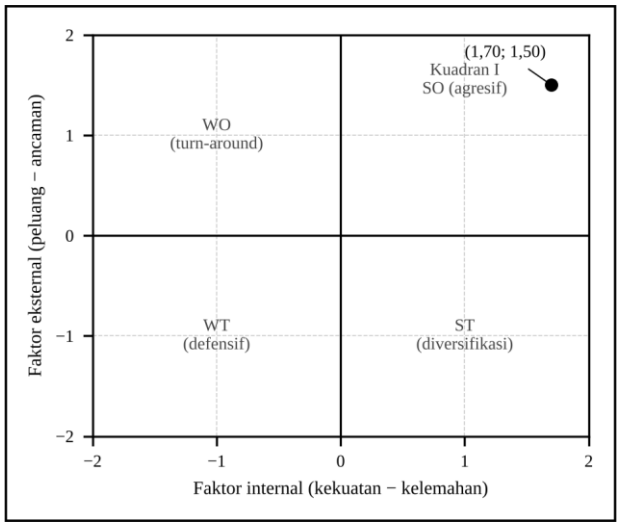
Faktor eksternal	Bobot	Rating	Skor
Peluang (O)			
O1 Dukungan Dinas Lingkungan Hidup (DLH)	0,20	4	0,80
O2 Dukungan masyarakat terhadap program lingkungan	0,15	3	0,45
O3 Peluang kerja sama dengan LSM atau CSR	0,15	3	0,45
O4 Ketersediaan bantuan pendanaan eksternal	0,20	3	0,60
O5 Meningkatnya kesadaran publik tentang lingkungan	0,15	3	0,45
O6 Penghargaan Adiwiyata memotivasi peningkatan kualitas	0,15	4	0,60
Total O	**1,00**		**3,35**
Ancaman (T)			
T1 Ketergantungan terhadap dana eksternal	0,20	2	0,40
T2 Kurangnya kesadaran masyarakat terhadap pelestarian lingkungan	0,20	2	0,40
T3 Perubahan kebijakan pemerintah	0,15	2	0,30
T4 Terbatasnya kemitraan dengan pihak luar	0,15	2	0,30
T5 Pengaruh polusi/limbah dari luar sekolah	0,15	2	0,30
T6 Prioritas rendah Program Adiwiyata dibanding program lain	0,15	1	0,15
Total T	**1,00**		**1,85**

Keterangan: Skor = bobot × rating. Skor diperoleh dari 150 responden secara agregat.

Peran DLH sebagai peluang utama menunjukkan bahwa dukungan teknis dan kebijakan instansi pemerintah dijadikan landasan pengembangan program (KLHK, 2022). Skor dukungan masyarakat yang relatif rendah (0,45) dapat dikaitkan dengan rendahnya pemahaman masyarakat terhadap isu lingkungan (Rahmat *et al.*, 2022). Pelibatan masyarakat melalui forum warga atau pelatihan bersama dinilai penting untuk mengatasi kondisi tersebut (Sari dan Prabowo, 2021).

Posisi Strategis dan Strategi Pengembangan

Koordinat SWOT ditetapkan pada X = 1,70 dan Y = 1,50 sehingga posisi strategis berada pada Kuadran I (Gambar 1). Strategi agresif (SO) direkomendasikan pada posisi ini, yaitu kekuatan internal dimanfaatkan untuk menangkap peluang eksternal (Rangkuti, 2017).



Gambar 1. Posisi strategi pengembangan Program Adiwiyata berdasarkan koordinat SWOT

Lima strategi SO dirumuskan oleh peneliti melalui kombinasi faktor kekuatan (S) dan peluang (O) pada matriks SWOT (Weihrich, 1982), yaitu:

1. **Optimalisasi kurikulum dan kegiatan sekolah ramah lingkungan** (S1, S2, O1). Kebijakan sekolah dan kurikulum berbasis lingkungan diintegrasikan dengan dukungan DLH; kurikulum dan RPP tematik lingkungan disusun, pelatihan guru diadakan, dan evaluasi berkala dilakukan oleh dinas terkait.
2. **Penguatan ekstrakurikuler dan kegiatan partisipatif** (S3, S5, O2, O5). Aksi nyata bersama masyarakat dikembangkan melalui lomba lingkungan antarkelas, kampanye peduli sampah, dan adopsi ruang hijau oleh kelompok siswa.
3. **Kolaborasi dan kemitraan strategis** (S4, O3, O4). Proposal bantuan diajukan kepada mitra CSR dan LSM, forum komunikasi lingkungan sekolah dibentuk, dan mitra diundang sebagai narasumber pelatihan.
4. **Inovasi pengelolaan fasilitas lingkungan** (S4, O5, O6). Bank sampah, taman sekolah, dan tempat daur ulang dikembangkan menjadi wahana edukasi; siswa dilibatkan dalam manajemen bank sampah dan produk daur ulang bernilai ekonomis dibuat.
5. **Peningkatan motivasi dan reputasi sekolah** (S5, O6). Rencana aksi Adiwiyata disusun setiap tahun, kegiatan dipublikasikan melalui media sosial sekolah, dan capaian direfleksikan secara terbuka kepada seluruh warga sekolah.

Pelaksanaan strategi direncanakan secara bertahap, yaitu penguatan tata kelola serta sarana dan prasarana lingkungan pada tahun I (2025), integrasi kurikulum berbasis lingkungan dan kegiatan ekstrakurikuler hijau pada tahun II (2026), perluasan kemitraan dengan DLH, perguruan

tinggi, dan lembaga lingkungan pada tahun III (2027), serta replikasi praktik baik dan persiapan menuju Adiwiyata Mandiri pada tahun IV (2028). Strategi kemitraan tersebut sejalan dengan temuan Vincentius dan Mentang (2023) mengenai pentingnya kemitraan strategis bagi sekolah Adiwiyata. Skor IFAS dan EFAS dihitung secara agregat sehingga perbedaan antarsekolah pada Tabel 2 sampai 4 tidak tercermin; pendampingan teknis dan pemenuhan sarana dasar bagi SMA Nusantara dan SMA Isen Mulang karena itu perlu diprioritaskan sebelum strategi tersebut diterapkan.

KESIMPULAN

1. Kondisi aktual pelaksanaan Program Adiwiyata berbeda antara sekolah berstatus Adiwiyata dan sekolah yang belum berstatus. Skor sarana dan prasarana sebesar 3,60 (SMAN 3), 3,25 (SMAN 4), dan 3,10 (SMAN 5) dikategorikan Baik, sedangkan skor 1,65 (SMA Nusantara) dan 1,00 (SMA Isen Mulang) dikategorikan Kurang. Kebijakan dan kegiatan partisipatif dikategorikan Sangat Baik pada SMAN 3 dan SMAN 4, Baik pada SMAN 5, dan Cukup pada kedua sekolah lainnya. Perilaku siswa dikategorikan Sangat Baik pada hampir seluruh dimensi, kecuali pada SMA Nusantara yang dikategorikan Cukup pada tiga dari empat dimensi.
2. Skor kekuatan (3,70) lebih tinggi daripada skor kelemahan (2,00), dan skor peluang (3,35) lebih tinggi daripada skor ancaman (1,85). Koordinat SWOT (X = 1,70; Y = 1,50) ditetapkan pada Kuadran I, sehingga strategi SO (agresif) dipilih sebagai arah pengembangan program.
3. Lima strategi pengembangan dirumuskan, yaitu optimalisasi kurikulum dan kegiatan sekolah ramah lingkungan, penguatan ekstrakurikuler dan kegiatan partisipatif, kolaborasi dan kemitraan strategis, inovasi pengelolaan fasilitas lingkungan, serta peningkatan motivasi dan reputasi sekolah.
4. Pelaksanaan strategi secara bertahap direkomendasikan dengan prioritas integrasi kurikulum berbasis lingkungan, penguatan kemitraan dengan DLH, LSM, dan CSR, serta pendampingan teknis bagi sekolah yang belum berstatus Adiwiyata. Analisis SWOT pada tingkat masing-masing sekolah disarankan dalam penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Program Pascasarjana dan seluruh civitas akademika Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya, serta kepala sekolah, guru, dan siswa SMA Negeri 3, SMA Negeri 4, SMA Negeri 5, SMA Nusantara, dan SMA Isen Mulang yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

David, F.R. (2011) *Strategic management: Concepts and cases*. Pearson Education.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2020) *Panduan pelaksanaan program Adiwiyata*. Jakarta: KLHK.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2022) *Petunjuk teknis sekolah Adiwiyata nasional*. Jakarta: KLHK.

Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2013) *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2013 tentang Pedoman Pelaksanaan Program Adiwiyata*. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup.

Rahmat, A., Lestari, T.I. dan Pranowo, H. (2022) 'Evaluasi program Adiwiyata dalam meningkatkan perilaku ramah lingkungan siswa', *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 15(2), hal. 115-127.

Rangkuti, F. (2017) *Analisis SWOT: Teknik membedah kasus bisnis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Sari, M.D. dan Prabowo, A. (2021) 'Implementasi program Adiwiyata di sekolah menengah atas', *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 14(1), hal. 45-56.

Situmorang, D. dan Prasetyo, B. (2021) 'Kepemimpinan sekolah dalam mewujudkan sekolah berwawasan lingkungan', *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 9(2), hal. 89-96.

Sukmawati, N. dan Hapsari, R. (2021) 'Pengaruh fasilitas sekolah terhadap perilaku lingkungan siswa', *Jurnal Pendidikan Karakter*, 11(3), hal. 341-352.

UNESCO (2022) *Integrating environmental education in school systems*. Paris: UNESCO Publishing.

Vincentius, A. dan Mentang, M. (2023) 'Kemitraan strategis sekolah Adiwiyata di daerah perkotaan', *Jurnal Studi Lingkungan*, 5(1), hal. 21-33.

Weihrich, H. (1982) 'The TOWS matrix—a tool for situational analysis', *Long Range Planning*, 15(2), hal. 54-66.

Widiyanto, E. dan Rahmawati, I. (2020) *Pendidikan lingkungan hidup di sekolah menengah*. Yogyakarta: Deepublish.

KONTRIBUSI REDUKSI SAMPAH RUMAH TANGGA DAN FAKTOR SOSIAL EKONOMI PENENTU KEBERLANJUTAN BANK SAMPAH JEKAN MANDIRI DI KECAMATAN JEKAN RAYA, KOTA PALANGKA RAYA

(Household Waste Reduction Contribution and Social and Economic Determinants of the Sustainability of the Jekan Mandiri Waste Bank in Jekan Raya District, Palangka Raya City)

Maria Edi Jatiwirawati[1)], Vera Amelia[1)], Betrixia Barbara, Tri Prajawahyudo[1)], Zafrullah Damanik[1)], Theresia Susi[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: mariaedi@gmail.com

ABSTRACT

Waste banks managed by communities are expected to reduce household waste at source, yet their contribution to waste reduction and the social and economic factors sustaining them are rarely analyzed together. This study was conducted to analyze the contribution of the Jekan Mandiri Waste Bank (BSJM) to the reduction of economically valuable household waste in Jekan Raya District, Palangka Raya City, Indonesia, and to identify the social and economic factors influencing support for its development and sustainability. An explanatory sequential mixed methods design was applied. Quantitative data were obtained from BSJM operational records for 2020 to 2025 and a questionnaire survey of 83 respondents, whereas qualitative data were collected through interviews, observation, and documentation. Descriptive statistics, trend analysis, multiple linear regression, and thematic analysis were used. The waste managed by BSJM increased by 54.19%, from 75,421 kg in 2020 to 116,289 kg in 2025, and its contribution to estimated household waste generation rose from 0.27% to 0.38%. Sales value increased by 74.68%, from IDR 128,128,150 to IDR 223,814,200. Support for program sustainability was simultaneously influenced by social and economic variables ($F = 40.289$; $p < 0.001$; adjusted $R^2 = 0.657$). Positive effects were found for waste reduction behavior, knowledge, awareness and participation, and perceived economic benefits, whereas a negative effect was found for community perception, which must be interpreted cautiously. Expansion of mobile collection services, establishment of community waste bank units, strengthened education, and wider partnerships are recommended.

Keywords: circular economy; community waste management; household waste reduction; multiple linear regression; waste bank

ABSTRAK

Bank sampah berbasis masyarakat diharapkan dapat mengurangi sampah rumah tangga dari sumbernya, tetapi kontribusi reduksi dan faktor sosial ekonomi penentu keberlanjutannya jarang dianalisis secara bersamaan. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis kontribusi Bank Sampah Jekan Mandiri (BSJM) terhadap reduksi sampah rumah tangga bernilai ekonomis di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, serta mengidentifikasi faktor sosial dan ekonomi yang memengaruhi dukungan terhadap pengembangan dan keberlanjutan program. Desain *mixed methods explanatory sequential* diterapkan. Data kuantitatif diperoleh dari catatan operasional BSJM tahun 2020 sampai 2025 dan survei terhadap 83 responden, sedangkan data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, analisis tren, regresi linier berganda, dan analisis tematik. Volume sampah yang dikelola BSJM tercatat meningkat 54,19%, dari 75.421 kg pada tahun 2020 menjadi 116.289 kg pada tahun 2025, dan kontribusinya terhadap estimasi timbulan sampah rumah tangga naik dari 0,27% menjadi 0,38%. Nilai penjualan sampah meningkat 74,68%, dari Rp128.128.150 menjadi Rp223.814.200. Dukungan terhadap keberlanjutan program dipengaruhi secara simultan oleh variabel sosial dan ekonomi ($F = 40,289$; $p < 0,001$; Adjusted $R^2 = 0,657$). Pengaruh positif ditunjukkan oleh perilaku pengurangan sampah, pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi, serta manfaat ekonomi, sedangkan pengaruh negatif ditunjukkan oleh persepsi masyarakat sehingga harus ditafsirkan secara cermat. Perluasan layanan keliling, pembentukan bank sampah unit berbasis komunitas, penguatan edukasi, dan kemitraan direkomendasikan.

Kata kunci: bank sampah; ekonomi sirkular; pengelolaan sampah berbasis masyarakat; reduksi sampah rumah tangga; regresi linier berganda

PENDAHULUAN

Sampah rumah tangga ditempatkan sebagai sumber timbulan sampah terbesar di wilayah perkotaan Indonesia. Timbulan sampah nasional pada tahun 2024 dicatat lebih dari 34 juta ton per tahun, dan sekitar 46% di antaranya dihasilkan oleh rumah tangga (Kementerian LHK, 2024). Pada tingkat global, timbulan sampah diproyeksikan meningkat sekitar 70% pada tahun 2050 apabila tidak ada tindakan yang berarti (Kaza *et al.*, 2018). Peningkatan tersebut dipicu oleh urbanisasi dan perubahan pola konsumsi masyarakat (Bongers dan Casas, 2022; Voukkali *et al*., 2024).

Pengelolaan sampah masih didominasi oleh pola kumpul, angkut, dan buang sehingga beban Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) terus meningkat. Risiko lingkungan dari TPA telah dilaporkan oleh Nanda dan Berruti (2021) serta Muchtar *et al*. (2022). Perubahan paradigma menuju pengurangan sampah dari sumbernya diamanatkan melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 (Pemerintah RI, 2008), dan target pengurangan sampah sebesar 30% serta penanganan sampah sebesar 70% pada tahun 2025 ditetapkan melalui Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 (Pemerintah RI, 2017).

Bank sampah dikembangkan sebagai instrumen pengurangan sampah dari sumber melalui kegiatan pemilahan, penimbangan, pencatatan, dan penabungan sampah bernilai ekonomis (Kementerian LHK, 2012; Wijayanti dan Suryani, 2015). Manfaat sosial dan ekonomi bank sampah bagi masyarakat telah dikaji oleh Wulandari *et al*. (2017) dan Miftahorrozi *et al*. (2022), sedangkan aliran material pada bank sampah berbasis komunitas telah dianalisis oleh Sekito *et al*. (2019) dan Muktiningsih *et al*. (2023).

Bank Sampah Jekan Mandiri (BSJM) di Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, didirikan pada akhir tahun 2019 dan dioperasikan secara aktif sejak tahun 2020. Sampah terpilah bernilai ekonomis, seperti kertas, plastik, logam, dan minyak jelantah, diterima BSJM dan dikonversi menjadi tabungan nasabah. Akses layanan diperluas melalui BASMI (Bank Sampah Jekan Mandiri Keliling), yaitu layanan jemput bola ke sekolah, posyandu, kelompok PKK, dan RT/RW. Peringkat 10 besar bank sampah terbaik nasional pada Program Clean and Gold Movement PT Pegadaian Indonesia diraih BSJM pada tahun 2023.

Kajian bank sampah umumnya difokuskan pada perilaku masyarakat atau manfaat ekonomi bagi nasabah, sedangkan kontribusi reduksi sampah terhadap timbulan wilayah dan faktor sosial ekonomi penentu dukungan terhadap keberlanjutan program belum banyak dianalisis dalam satu kajian, khususnya pada BSJM. Penelitian ini ditujukan untuk (1) menganalisis kontribusi BSJM terhadap reduksi sampah rumah tangga bernilai ekonomis di Kecamatan Jekan Raya pada tahun 2020 sampai 2025; serta (2) menganalisis aspek sosial dan ekonomi program, termasuk pengaruh persepsi, perilaku, pengetahuan, kesadaran, partisipasi, dan manfaat ekonomi terhadap dukungan pengembangan dan keberlanjutan BSJM.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bank Sampah Jekan Mandiri, Jalan G. Obos XII, Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, mulai November 2025 sampai Maret 2026. Desain *mixed methods explanatory sequential* diterapkan, yaitu data kuantitatif dikumpulkan dan dianalisis terlebih dahulu, kemudian data kualitatif dikumpulkan untuk menjelaskan hasil kuantitatif (Cameron, 2009; O'Cathain, 2019).

Pengumpulan Data dan Responden

Data sekunder diperoleh dari catatan operasional BSJM tahun 2020 sampai 2025 (volume sampah, nilai penjualan, saldo tabungan, dan jumlah nasabah) serta dari data kependudukan BPS Kota Palangka Raya. Data primer dikumpulkan melalui kuesioner skala Likert 1 sampai 5, wawancara mendalam, observasi lapangan, dan dokumentasi. Kuesioner disusun (Krosnick, 2017) atas lima variabel dengan 10 butir pernyataan pada setiap variabel (total 50 butir), yaitu persepsi masyarakat pada program BSJM (X1), sikap dan perilaku pengurangan sampah rumah tangga (X2), pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi sosial lingkungan (X3), manfaat ekonomi program bank sampah (X4), serta dukungan pengembangan dan keberlanjutan BSJM (Y).

Responden ditentukan secara *purposive sampling*. Ukuran sampel minimum sebanyak 75 orang dihitung dengan rumus Yamane dari populasi 300 nasabah (tingkat kesalahan 10%), kemudian ditambah 10% untuk mengantisipasi data yang tidak lengkap sehingga diperoleh 83 responden. Responden terdiri atas nasabah aktif

dan tidak aktif, masyarakat sekitar, serta masyarakat yang belum menjadi nasabah. Informan kualitatif dipilih secara purposif dari tujuh kelompok, yaitu pemerintah daerah, pengelola BSJM, nasabah aktif, masyarakat bukan nasabah, kelembagaan masyarakat (kelurahan dan RT), mitra PT Pegadaian, dan pengepul.

Analisis Data

Estimasi timbulan sampah rumah tangga dihitung dengan faktor timbulan 0,5 kg/orang/hari untuk kota sedang (Kementerian LHK, 2022), sedangkan rujukan metodologis pengukuran timbulan dan komposisi sampah mengacu pada standar nasional (SNI 19-3964-2025, 2025). Persentase reduksi dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Timbulan} = \text{Penduduk} \times 0{,}5\ \text{kg} \times 365\ \text{hari}$$

$$\text{Reduksi (\%)} = (\text{Volume BSJM} \div \text{Timbulan}) \times 100$$

Laju pertumbuhan tahunan dihitung terhadap volume tahun sebelumnya. Nilai penjualan dan saldo tabungan dianalisis secara deskriptif. Validitas butir diuji dengan korelasi *Product Moment* Pearson terhadap 30 responden uji coba (r tabel = 0,306; df = 28; α = 10%), dan reliabilitas diuji dengan *Cronbach's Alpha* (batas 0,70). Normalitas residual diuji dengan Kolmogorov Smirnov, heteroskedastisitas dengan uji Glejser, dan multikolinearitas dengan nilai *Tolerance* dan *Variance Inflation Factor* (VIF). Pengaruh X1 sampai X4 terhadap Y dianalisis dengan model regresi linier berganda berikut, dan diuji dengan uji F, uji t, serta koefisien determinasi pada α = 5% menggunakan IBM SPSS Statistics.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + e$$

Data kualitatif dianalisis secara tematik (Ahmed *et al*., 2025) melalui reduksi data, pengodean, pengelompokan kategori, dan penyusunan tema. Keabsahan data dijaga dengan triangulasi sumber, metode, dan waktu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontribusi BSJM terhadap Reduksi Sampah Rumah Tangga

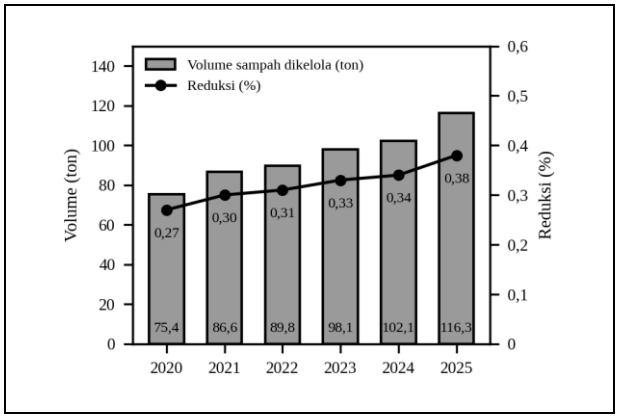
Estimasi timbulan sampah rumah tangga di Kecamatan Jekan Raya dihitung meningkat dari 28.178.000 kg pada tahun 2020 menjadi 30.242.075 kg pada tahun 2025, atau naik 7,33%, sejalan dengan pertambahan penduduk dari 154.400 menjadi 165.710 jiwa (Tabel 1). Volume sampah bernilai ekonomis yang dikelola BSJM dicatat naik dari 75.421 kg menjadi 116.289 kg, atau bertambah 40.868 kg (54,19%), dengan rerata pertumbuhan tahunan 9,05%. Pertumbuhan tahunan tertinggi dicapai pada tahun 2021 (14,84%) dan 2025 (13,85%), sedangkan yang terendah dicatat pada tahun 2022 (3,72%).

Tabel 1. Estimasi timbulan sampah rumah tangga, volume sampah yang dikelola BSJM, dan persentase reduksi tahun 2020 sampai 2025

Tahun	Penduduk (jiwa)	Timbulan (kg/tahun)	Dikelola BSJM (kg/tahun)	Reduksi (%)
2020	154.400	28.178.000	75.421	0,27
2021	157.420	28.729.150	86.612	0,30
2022	161.249	29.427.943	89.834	0,31
2023	161.062	29.393.815	98.094	0,33
2024	163.400	29.820.500	102.145	0,34
2025	165.710	30.242.075	116.289	0,38

Keterangan: timbulan = jumlah penduduk × 0,5 kg × 365 hari.
Sumber: BPS Kota Palangka Raya dan data BSJM, diolah.

Persentase reduksi meningkat dari 0,27% pada tahun 2020 menjadi 0,38% pada tahun 2025 (Gambar 1). Angka tersebut tidak dimaknai sebagai pengurangan seluruh timbulan sampah rumah tangga, tetapi sebagai kontribusi BSJM dalam mengalihkan sampah bernilai ekonomis dari jalur pembuangan akhir ke rantai pemanfaatan kembali dan daur ulang. Kecilnya persentase dijelaskan oleh cakupan sampah yang dibatasi pada kertas, plastik, logam, dan minyak jelantah, sedangkan sampah organik basah, residu, dan sampah campuran tidak dicakup. Pengurangan sampah yang dilakukan masyarakat di luar BSJM, seperti pengomposan rumah tangga dan penjualan langsung kepada pengepul, juga tidak diperhitungkan.



Gambar 1. Volume sampah bernilai ekonomis yang dikelola BSJM dan persentase reduksi terhadap estimasi timbulan sampah rumah tangga tahun 2020 sampai 2025

Apabila dibandingkan dengan target pengurangan sampah sebesar 30% pada tahun 2025 (Pemerintah RI, 2017), kontribusi satu bank sampah tersebut masih jauh dari target. Perluasan jaringan bank sampah dan cakupan jenis sampah karena itu diperlukan. Pencatatan volume yang tertib, seperti yang dilakukan BSJM, dibutuhkan sebagai dasar kajian aliran material dan potensi

pendapatan bank sampah (Sekito *et al*., 2019; Muktiningsih *et al*., 2023).

Nilai Ekonomi Program

Nilai penjualan sampah BSJM dicatat meningkat dari Rp128.128.150 pada tahun 2020 menjadi Rp223.814.200 pada tahun 2025, atau naik Rp95.686.050 (74,68%) (Tabel 2). Kenaikan nilai tersebut lebih besar daripada kenaikan volume (54,19%) sehingga nilai rerata per kilogram sampah diestimasi meningkat dari Rp1.699 menjadi Rp1.925 (13,3%), dengan nilai tertinggi pada tahun 2024 (Rp2.070). Nilai rerata tersebut dihitung dari data Tabel 1 dan Tabel 2 dan merupakan estimasi karena data volume dan nilai mencakup seluruh jenis sampah, termasuk minyak jelantah. Berdasarkan hasil ini, nilai ekonomi ditafsirkan ditentukan oleh komposisi jenis sampah, harga pasar bahan daur ulang, dan keteraturan penyetoran, bukan oleh volume semata.

Tabel 2. Nilai penjualan sampah BSJM tahun 2020 sampai 2025

Tahun	Nilai penjualan (Rp)	Pertumbuhan (%)	Rerata (Rp/kg)
2020	128.128.150	Dasar	1.699
2021	148.282.050	15,73	1.712
2022	153.501.200	3,52	1.709
2023	193.907.700	26,32	1.977
2024	211.406.900	9,02	2.070
2025	223.814.200	5,87	1.925

Keterangan: rerata (Rp/kg) = nilai penjualan ÷ volume dikelola (estimasi).

Pada tahun 2025, total tabungan nasabah tercatat Rp17.519.095, dengan saldo aktif tercatat pada 216 dari 300 nasabah (72,00%) dan rerata saldo Rp81.107 per nasabah. Saldo tersebut tidak dimaknai sebagai sumber pendapatan utama rumah tangga, tetapi sebagai insentif partisipasi. Manfaat diberikan dalam bentuk uang tunai, tabungan, sembako, dompet digital, dan tabungan emas melalui kerja sama dengan PT Pegadaian. Peran insentif ekonomi dalam menjaga partisipasi sejalan dengan hasil kajian tentang pemberdayaan sosial ekonomi melalui bank sampah (Wulandari *et al*., 2017; Miftahorrozi *et al*., 2022) dan model bisnis ekonomi sirkular (Puntillo, 2023).

Karakteristik Responden dan Aspek Sosial

Responden berjumlah 83 orang, didominasi perempuan (59 orang; 71,1%) dan kelompok usia 21 sampai 50 tahun (73 orang; 88,0%). Pendidikan terakhir responden didominasi lulusan SMA (49,4%) dan S1/S2 (36,1%), sedangkan pekerjaan terbanyak ditempati ASN/TNI/Polri (34,9%) dan ibu rumah tangga (31,3%). Nasabah aktif berjumlah 33 orang (39,8%) dan nasabah tidak aktif 8 orang (9,6%), sedangkan sisanya adalah masyarakat sekitar dan calon nasabah. Dominasi perempuan sejalan dengan peran perempuan dalam pengelolaan sampah rumah tangga dan bank sampah (Asteria dan Herdiansyah, 2022).

Seluruh variabel sosial dan ekonomi dinilai pada kategori sangat tinggi (Tabel 3). Skor rerata persepsi masyarakat (X1) tercatat 4,47, perilaku pengurangan sampah (X2) 4,35, pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi sosial lingkungan (X3) 4,37, dan manfaat ekonomi (X4) 4,36, dengan persentase jawaban setuju dan sangat setuju antara 90,96% dan 95,06%. Skor yang tinggi tersebut dipandang sebagai modal sosial bagi program, sebagaimana partisipasi komunitas ditempatkan sebagai faktor penting pada bank sampah (Rachman *et al*., 2021; Dewi *et al*., 2024).

Tabel 3. Hasil analisis deskriptif aspek sosial dan ekonomi (n = 83)

Variabel	Skor rerata	Setuju dan sangat setuju (%)	Kategori
Persepsi masyarakat (X1)	4,47	95,06	Sangat tinggi
Perilaku pengurangan sampah (X2)	4,35	90,96	Sangat tinggi
Pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi (X3)	4,37	93,86	Sangat tinggi
Manfaat ekonomi (X4)	4,36	93,98	Sangat tinggi

Keterangan: skala Likert 1 sampai 5.

Kelayakan Instrumen dan Asumsi Klasik

Seluruh 50 butir kuesioner dinyatakan valid dengan r hitung 0,393 sampai 0,780, yang lebih besar daripada r tabel 0,306 (α = 10%; df = 28) dan juga daripada nilai 0,361 pada α = 5%. Konsistensi internal yang sangat baik ditunjukkan oleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,968 untuk 50 butir. Residual dinyatakan berdistribusi normal (Kolmogorov Smirnov, Asymp. Sig. = 0,073), gejala heteroskedastisitas tidak ditemukan (Sig. Glejser 0,134 sampai 0,580), dan multikolinearitas tidak ditemukan (*Tolerance* 0,181 sampai 0,415; VIF 2,409 sampai 5,538).

Faktor Sosial dan Ekonomi Penentu Dukungan Keberlanjutan

Model regresi dinyatakan layak secara simultan (F = 40,289; Sig. < 0,001), dan dengan nilai *Adjusted* R^2 sebesar 0,657, sebesar 65,7% variasi dukungan pengembangan dan keberlanjutan BSJM dijelaskan oleh keempat variabel, sedangkan 34,3% dijelaskan oleh faktor lain di luar model (Tabel 4). Persamaan regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$Y = 28{,}873 - 0{,}739\ X_1 + 0{,}263\ X_2 + 0{,}440\ X_3 + 0{,}435\ X_4$$

Tabel 4. Hasil analisis regresi linier berganda terhadap dukungan pengembangan dan keberlanjutan BSJM (Y)

Variabel	B	t hitung	Sig.
Konstanta	28,873	10,296	0,000
Persepsi masyarakat (X1)	−0,739	−8,235	0,000
Perilaku pengurangan sampah (X2)	0,263	3,265	0,002
Pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi (X3)	0,440	3,219	0,002
Manfaat ekonomi (X4)	0,435	3,932	0,000

Keterangan: F = 40,289 (Sig. < 0,001); Adjusted R^2 = 0,657; n = 83.

Perilaku pengurangan sampah (X2; B = 0,263; p = 0,002), pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi sosial lingkungan (X3; B = 0,440; p = 0,002), serta manfaat ekonomi (X4; B = 0,435; p < 0,001) berpengaruh positif nyata. Peran yang sebanding antara modal sosial dan insentif ekonomi dalam menjaga dukungan terhadap program ditunjukkan oleh koefisien X3 dan X4 yang hampir sama besar. Karena koefisien tidak dibakukan, perbandingan antarvariabel bersifat indikatif. Hasil ini didukung oleh kajian terdahulu tentang perilaku memilah (Hartl dan Hofmann, 2024), pengetahuan dan kesadaran (Wu *et al*., 2022; Si *et al*., 2022), serta partisipasi publik (Pambudi *et al*., 2025; Asih *et al*., 2026) dalam pengelolaan sampah rumah tangga.

Koefisien persepsi masyarakat (X1) diperoleh bernilai negatif (B = −0,739; p < 0,001). Arah tersebut tidak ditafsirkan sebagai penolakan terhadap program, karena skor persepsi tergolong sangat tinggi (4,47). Dua penjelasan dipertimbangkan. Pertama, perbaikan kualitas layanan, keteraturan jadwal, transparansi pencatatan, perluasan BASMI, dan dukungan sarana dituntut oleh masyarakat yang menilai program secara cermat. Kedua, efek penekanan (*suppression*) dapat terjadi akibat korelasi antarvariabel bebas (VIF tertinggi 5,538 pada X3) dan akibat sebaran skor yang terkumpul pada kategori tertinggi. Penjelasan kedua belum diuji pada data ini sehingga hasil X1 ditafsirkan secara cermat dan perlu dikonfirmasi pada penelitian lanjutan.

Temuan Kualitatif dan Implikasi Pengembangan

Tiga tema diperoleh dari analisis tematik, yaitu pengelolaan sampah berbasis masyarakat, inovasi pelayanan dan manfaat ekonomi, serta kelembagaan, kendala, dan strategi keberlanjutan. Perubahan kebiasaan memilah sampah dari rumah dilaporkan oleh nasabah, dan layanan BASMI dinilai memudahkan akses karena layanan didekatkan ke lingkungan masyarakat. Sistem insentif, termasuk tabungan emas melalui PT Pegadaian, dinilai pengelola dapat meningkatkan minat masyarakat. Kendala yang ditemukan adalah keterbatasan sumber daya manusia, armada, dan gudang penyimpanan, jadwal layanan yang belum rutin, serta kebiasaan memilah yang belum merata. Pembinaan DLH dan UPTD serta penggerakan masyarakat oleh kelurahan, PKK, dan RT/RW diidentifikasi sebagai faktor penguat. Peran kemitraan dan pendekatan kolaboratif pada bank sampah juga dilaporkan oleh Fatmawati *et al*. (2022) dan Al Zahra dan Shohibuddin (2025).

Hasil kuantitatif dijelaskan oleh temuan kualitatif tersebut, yaitu bahwa pengetahuan, kesadaran, partisipasi, dan insentif ekonomi dipandang sebagai penentu dukungan, sedangkan kualitas layanan dikritisi oleh masyarakat. Berdasarkan hasil tersebut, pengembangan BSJM diarahkan pada perluasan layanan BASMI secara terjadwal, pembentukan bank sampah unit berbasis komunitas, penguatan edukasi pemilahan dari rumah, peningkatan kapasitas pengelola dan sarana, digitalisasi pencatatan, serta penguatan kemitraan. Perumusan strategi lebih lanjut melalui analisis SWOT dilaporkan secara terpisah.

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan dicatat. Pertama, reduksi dihitung dari estimasi timbulan berdasarkan faktor 0,5 kg/orang/hari, bukan dari pengukuran langsung. Kedua, reduksi dibatasi pada sampah bernilai ekonomis yang masuk ke BSJM. Ketiga, data survei bersifat potong lintang, bersumber dari satu kuesioner, dan dikumpulkan melalui *purposive sampling* sehingga generalisasi dan inferensi kausal menjadi terbatas. Keempat, masyarakat bukan nasabah ikut dilibatkan sebagai responden sehingga dukungan masyarakat secara umum, bukan dukungan nasabah saja, tergambar dari hasil regresi.

KESIMPULAN

1. Kontribusi BSJM terhadap reduksi sampah rumah tangga bernilai ekonomis di Kecamatan Jekan Raya ditunjukkan oleh peningkatan volume sampah yang dikelola sebesar 54,19%, dari 75.421 kg pada tahun 2020 menjadi 116.289 kg pada tahun 2025, dan oleh kenaikan persentase reduksi terhadap estimasi timbulan dari 0,27% menjadi 0,38%. Kontribusi tersebut masih terbatas pada sampah bernilai ekonomis yang diterima BSJM.

2. Nilai penjualan sampah meningkat 74,68%, dari Rp128.128.150 menjadi Rp223.814.200, dan saldo tabungan aktif tercatat pada 72,00% nasabah dengan rerata Rp81.107. Aspek sosial dan ekonomi dinilai sangat tinggi oleh responden dengan skor rerata 4,35 sampai 4,47.
3. Dukungan pengembangan dan keberlanjutan BSJM dipengaruhi secara simultan oleh variabel sosial dan ekonomi (Adjusted R^2 = 0,657). Pengaruh positif ditunjukkan oleh perilaku pengurangan sampah, pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi, serta manfaat ekonomi, sedangkan pengaruh negatif persepsi masyarakat perlu dikonfirmasi pada penelitian lanjutan. Perluasan layanan BASMI, bank sampah unit berbasis komunitas, penguatan edukasi, digitalisasi pencatatan, dan kemitraan direkomendasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Kota Palangka Raya, Dinas Lingkungan Hidup dan UPTD Pengelolaan Sampah Terpadu Kecamatan Jekan Raya, pengelola Bank Sampah Jekan Mandiri, PT Pegadaian Cabang Palangka Raya, serta seluruh responden dan informan yang telah menyediakan data penelitian. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, S.K., Mohammed, R.A., Nashwan, A.J., Ibrahim, R.H., Abdalla, A.Q., Ameen, B.M.M. dan Khdhir, R.M. (2025) 'Using thematic analysis in qualitative research', *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 6, 100198. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2025.100198

Al Zahra, P. dan Shohibuddin, M. (2025) 'A community-driven approach to urban waste management: insights from the Kenanga Waste Bank, Bogor, Indonesia', *Society*, 13(1), hal. 306-327. Tersedia di: https://doi.org/10.33019/society.v13i1.786

Asih, A.M.S., Prasetyo, D.H. dan Sopha, B.M. (2026) 'Household recycling behavior and community-based waste management: an agent-based modeling of socioeconomic heterogeneity in urban Indonesia', *Journal of Environmental Management*, 399, 128658. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.128658

Asteria, D. dan Herdiansyah, H. (2022) 'The role of women in managing waste banks and supporting waste management in local communities', *Community Development Journal*, 57(1), hal. 74-92. Tersedia di: https://doi.org/10.1093/cdj/bsaa025

Bongers, A. dan Casas, P. (2022) 'The circular economy and the optimal recycling rate: a macroeconomic approach', *Ecological Economics*, 199, 107504. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107504

Cameron, R. (2009) 'A sequential mixed model research design: design, analytical and display issues', *International Journal of Multiple Research Approaches*, 3(2), hal. 140-152. Tersedia di: https://doi.org/10.5172/mra.3.2.140

Dewi, N.W.S., Nurhayani, K., Rudiastari, E., Suwintana, I.K., Sudiadnyani, I.G.A.O., Putrayasa, I.M.A. dan Wahyuni, L.M. (2024) *Perceptions and community participation in the waste bank program: case study of waste bank in Traditional Village of Kubu Bangli*. Atlantis Press International BV. Tersedia di: https://doi.org/10.2991/978-94-6463-622-2_42

Fatmawati, F., Mustari, N., Haerana, H., Niswaty, R. dan Abdillah, A. (2022) 'Waste bank policy implementation through collaborative approach: comparative study Makassar and Bantaeng, Indonesia', *Sustainability*, 14(13), 7974. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su14137974

Hartl, B. dan Hofmann, E. (2024) 'To sort or not to sort? Consumers' waste behavior in public', *Journal of Cleaner Production*, 475, 143677. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143677

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F., Ionkova, K., Morton, J., Poveda, R.A., Sarraf, M., Malkawi, F., Harinath, A.S., Banna, F., An, G., Imoto, H. dan Levine, D. (2018) *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: World Bank. Tersedia di: https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0

Kementerian LHK (2012) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 13 Tahun 2012 tentang Pedoman Pelaksanaan Reduce, Reuse, dan Recycle melalui Bank Sampah*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

Kementerian LHK (2022) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6*

Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kementerian LHK (2024) *Capaian kinerja pengelolaan sampah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3. Tersedia di: https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/

Krosnick, J.A. (2017) 'Questionnaire design', dalam *The Palgrave Handbook of Survey Research*. Cham: Palgrave Macmillan, hal. 439-455. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/978-3-319-54395-6_53

Miftahorrozi, M., Khan, S. dan Bhatti, M.I. (2022) 'Waste bank socio-economic empowerment nexus in Indonesia: the stance of Maqasid al-Shari'ah', *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7), 294. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/jrfm15070294

Muchtar, A.N., Zaman, B. dan Samadikun, B.P. (2022) 'Environmental risk analysis of final processing sites (TPA) using the integrated risk based approach (IRBA) method: a case study of TPA with landfill control system', *Journal of Environmental and Agricultural Studies*, 3(3), hal. 58-65.

Muktiningsih, S.D., Sekito, T., Rahmaudina, S., Dote, Y. dan Prayogo, T.B. (2023) 'Material flow and waste recovery in a community-based waste management system in Batu, Indonesia', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1165(1), 012005. Tersedia di: https://doi.org/10.1088/1755-1315/1165/1/012005

Nanda, S. dan Berruti, F. (2021) 'Municipal solid waste management and landfilling technologies: a review', *Environmental Chemistry Letters*, 19(2), hal. 1433-1456. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10311-020-01100-y

O'Cathain, A. (2019) 'Mixed methods research', dalam *Qualitative Research in Health Care*. Hoboken: Wiley, hal. 169-180. Tersedia di: https://doi.org/10.1002/9781119410867.ch12

Pambudi, N.F., Simatupang, T.M., Samarakoon, S.M.K., Mulyono, N.B., Ratnayake, R.M.C. dan Okdinawati, L. (2025) 'Enhancing public participation in plastic waste management for a sustainable circular economy: insights from Indonesia', *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27(5), hal. 3366-3389. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10163-025-02294-5

Pemerintah RI (2008) *Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah*. Tersedia di: https://peraturan.bpk.go.id/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008

Pemerintah RI (2017) *Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Puntillo, P. (2023) 'Circular economy business models: towards achieving sustainable development goals in the waste management sector: empirical evidence and theoretical implications', *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(2), hal. 941-954. Tersedia di: https://doi.org/10.1002/csr.2398

Rachman, I., Komalasari, N. dan Hutagalung, I.R. (2021) 'Community participation on waste bank to facilitate sustainable solid waste management in a village', *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 4(2), hal. 327-345. Tersedia di: https://doi.org/10.7454/jessd.v4i2.1123

Sekito, T., Prayogo, T.B., Meidiana, C., Shimamoto, H. dan Dote, Y. (2019) 'Estimating the flow of recyclable items and potential revenue at a waste bank: the case in Malang City, Indonesia', *Environment, Development and Sustainability*, 21(6), hal. 2979-2995. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10668-018-0175-2

Si, W., Jiang, C. dan Meng, L. (2022) 'The relationship between environmental awareness, habitat quality, and community residents' pro-environmental behavior: mediated effects model analysis based on social capital', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), 13253. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/ijerph192013253

SNI 19-3964-2025 (2025) *Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Voukkali, I., Papamichael, I., Loizia, P. dan Zorpas, A.A. (2024) 'Urbanization and solid waste production: prospects and challenges', *Environmental Science and Pollution Research*, 31(12), hal. 17678-17689. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s11356-023-27670-2

Wijayanti, D.R. dan Suryani, S. (2015) 'Waste bank as community-based environmental governance: a lesson learned from Surabaya', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 184, hal. 171-179. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.077

Wu, L., Zhu, Y. dan Zhai, J. (2022) 'Understanding waste management behavior among university students in China: environmental knowledge, personal norms, and the theory of planned behavior', *Frontiers in Psychology*, 12, 771723. Tersedia di: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.771723

Wulandari, D., Utomo, S.H. dan Narmaditya, B.S. (2017) 'Waste bank: waste management model in improving local economy', *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), hal. 36-41.

EVALUASI PERAN PERHUTANAN SOSIAL TERHADAP KESEJAHTERAAN EKONOMI DAN KUALITAS LINGKUNGAN MASYARAKAT PADA LAHAN GAMBUT DI KECAMATAN DUSUN SELATAN

(Evaluation of the Role of Social Forestry in Improving Economic Well-being and Environmental Quality among Communities in Peatland Areas of Dusun Selatan Subdistrict)

Minoria Sirait[1)], Tri Prajawahyudo[1)], Alpian[1)], Abdul Mukti[1)], Adi Jaya[1)], dan Yosefin Ari Silvianingsih[1)]

1) Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: minoria@gmail.com

ABSTRACT

Legal access to manage forest areas is granted to local communities through social forestry; however, quantitative evidence of its contribution to economic well-being and environmental quality in peatland ecosystems remains limited. In this study, the implementation and main challenges of social forestry were described, and its effects on the economic well-being and environmental quality of peatland communities in Dusun Selatan Subdistrict, South Barito Regency, were analyzed. A quantitative survey supported by descriptive qualitative data was conducted in three social forestry areas from 1 December 2025 to 28 February 2026. Data were collected from 63 respondents, selected by purposive sampling, using a 26-item five-point Likert questionnaire and were analyzed by simple linear regression. The instrument was valid and reliable (Cronbach's alpha 0.950 to 0.963). The implemented programs included resort-based forest management facilitation, forest protection, non-timber forest product utilization, and environmental services. The highest item means per variable were recorded for organizational structure (3.62), non-timber forest product development (3.56), and reduced peat fires (3.78), whereas the lowest were recorded for training (3.29), family income improvement (3.10), and conservation involvement (3.17). Social forestry significantly affected economic well-being ($B = 0.877$; $\beta = 0.816$; $R^2 = 0.666$; $p < 0.001$) and environmental quality ($B = 0.769$; $\beta = 0.814$; $R^2 = 0.663$; $p < 0.001$), with nearly equal magnitudes. High community dependence on natural resources and the vulnerability of peat swamp forests to damage and fire were the main challenges. Strengthening training, product innovation, and rehabilitation is recommended.

Keywords: economic well-being; environmental quality; peatland; simple linear regression; social forestry

ABSTRAK

Akses legal untuk mengelola kawasan hutan diberikan kepada masyarakat melalui perhutanan sosial, tetapi bukti kuantitatif mengenai kontribusinya terhadap kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan pada ekosistem gambut masih terbatas. Pada penelitian ini, pelaksanaan dan tantangan perhutanan sosial dideskripsikan, serta pengaruhnya terhadap kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan masyarakat lahan gambut di Kecamatan Dusun Selatan, Kabupaten Barito Selatan, dianalisis. Survei kuantitatif yang didukung data kualitatif deskriptif dilaksanakan di tiga areal perhutanan sosial pada 1 Desember 2025 sampai 28 Februari 2026. Data dikumpulkan dari 63 responden yang ditetapkan secara *purposive* menggunakan kuesioner skala Likert 26 butir, kemudian dianalisis dengan regresi linear sederhana. Seluruh butir dinyatakan valid dan instrumen dinyatakan reliabel (Cronbach's alpha 0,950 sampai 0,963). Program yang terlaksana mencakup fasilitasi pengelolaan kawasan hutan berbasis resort, perlindungan dan pengamanan hutan, pemanfaatan hasil hutan bukan kayu, serta jasa lingkungan. Rerata butir tertinggi pada tiap variabel dicatat untuk struktur organisasi kelompok (3,62), pengembangan usaha hasil hutan bukan kayu (3,56), dan penurunan kebakaran lahan (3,78), sedangkan rerata terendah dicatat untuk pelatihan (3,29), peningkatan pendapatan keluarga (3,10), dan keterlibatan konservasi (3,17). Pengaruh signifikan perhutanan sosial ditemukan terhadap kesejahteraan ekonomi ($B = 0,877$; $\beta = 0,816$; $R^2 = 0,666$; $p < 0,001$) dan kualitas lingkungan ($B = 0,769$; $\beta = 0,814$; $R^2 = 0,663$; $p < 0,001$) dengan besaran yang hampir sama. Ketergantungan masyarakat yang tinggi terhadap sumber daya alam serta kerentanan hutan rawa gambut terhadap kerusakan dan kebakaran diidentifikasi sebagai tantangan utama. Penguatan pelatihan, inovasi produk, dan rehabilitasi direkomendasikan.

Kata kunci: kesejahteraan ekonomi; kualitas lingkungan; lahan gambut; perhutanan sosial; regresi linear sederhana

PENDAHULUAN

Fungsi penyimpanan karbon, pengaturan tata air, dan penyediaan habitat bagi flora dan fauna dijalankan oleh lahan gambut, sedangkan kehidupan masyarakat di sekitarnya ditopang oleh ekosistem ini (Ramdhan, 2017; Triadi, 2020). Di Kalimantan Tengah, lahan gambut didegradasi oleh konversi hutan, drainase intensif, dan pembalakan liar (Surahman *et al*., 2018). Gambut terdegradasi sangat rentan terbakar dan kebakarannya sulit dikendalikan, sehingga fungsi ekohidrologi ditiadakan dan masalah sosial ekonomi masyarakat yang bergantung pada ekosistem ini ditambah (Carmenta *et al*., 2020). Luasan gambut yang signifikan ditemukan di Kecamatan Dusun Selatan, dan sekitar 11,70% di antaranya telah dialihfungsikan menjadi lahan pertanian, perkebunan, permukiman, dan pertambangan, sehingga kualitas lingkungan diturunkan dan sumber penghidupan masyarakat dikurangi (Unit Pelaksana Teknis Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Gerbang Barito, 2023).

Sebagai respons, program perhutanan sosial dikembangkan oleh pemerintah. Perhutanan sosial didefinisikan sebagai sistem pengelolaan hutan lestari pada kawasan hutan negara atau hutan hak atau hutan adat yang dilaksanakan oleh masyarakat setempat atau masyarakat hukum adat sebagai pelaku utama, dalam bentuk Hutan Desa, Hutan Adat, Hutan Tanaman Rakyat, Hutan Kemasyarakatan, dan Kemitraan Kehutanan (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021). Program ini dilandasi oleh tiga prinsip utama, yaitu hak (*right*), mata pencaharian (*livelihood*), dan konservasi (*conservation*) (Syahputra, 2019), dan keberhasilannya sangat dipengaruhi oleh partisipasi masyarakat pada setiap tahap pengelolaan (Jabaruddin *et al*., 2023).

Dampak positif perhutanan sosial telah dilaporkan pada berbagai lokasi. Perubahan perilaku masyarakat dalam membuka lahan tanpa bakar, peningkatan pendapatan, penyerapan tenaga kerja, dan kemitraan bisnis dilaporkan oleh Martapani *et al*. (2021) pada kelompok masyarakat peduli gambut, sedangkan respons positif masyarakat terhadap program ini dilaporkan oleh Zamrodah *et al*. (2024). Perhutanan sosial dipandang sebagai solusi untuk menjaga kelestarian lingkungan oleh masyarakat sekitar hutan sekaligus memberikan keuntungan ekonomi bagi mereka (Toha dan Nurhasanah, 2023). Namun, pengaruh perhutanan sosial terhadap kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan pada ekosistem gambut masih jarang diukur secara kuantitatif, khususnya di Kecamatan Dusun Selatan.

Penelitian ini dilaksanakan untuk (1) mendeskripsikan pelaksanaan program perhutanan sosial, (2) mengidentifikasi tantangan utama dalam implementasinya, serta (3) menganalisis pengaruh perhutanan sosial terhadap kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan masyarakat, termasuk perbandingan besaran kedua pengaruh tersebut.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Bahan

Penelitian dilaksanakan pada tiga areal perhutanan sosial di Kecamatan Dusun Selatan, Kabupaten Barito Selatan, Kalimantan Tengah, yaitu Hutan Desa Madara yang dikelola Lembaga Desa Pengelola Hutan (LDPH) Madara, Hutan Kemasyarakatan (HKm) Sanggu Malawen di Desa Sanggu, dan HKm Juwung Bagantung di Desa Sababilah (Tabel 1). Kegiatan penyusunan kuesioner, pengumpulan data, analisis data, dan pelaporan dilaksanakan pada 1 Desember 2025 sampai 28 Februari 2026 (± 3 bulan).

Tabel 1. Karakteristik areal perhutanan sosial lokasi penelitian

Areal perhutanan sosial	Fungsi kawasan	Luas (ha)	Anggota (orang)
Hutan Desa LDPH Madara (Desa Madara)	Hutan Produksi Terbatas	± 802	33
HKm KTH Sanggu Malawen (Desa Sanggu)	Hutan Produksi yang dapat Dikonversi	± 641,50	95
HKm KTH Juwung Bagantung (Desa Sababilah)	Hutan Produksi yang dapat Dikonversi	± 119	30
Jumlah		**± 1.562,50**	**158**

Keterangan: LDPH = Lembaga Desa Pengelola Hutan; HKm = Hutan Kemasyarakatan; KTH = Kelompok Tani Hutan. Anggota Madara adalah pengurus dan penerima manfaat langsung (dari 160 kepala keluarga).

Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, dan kuesioner, sedangkan data sekunder dikumpulkan dari dokumen resmi Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) dan literatur ilmiah. Pedoman wawancara, kuesioner, alat tulis, perekam suara, dan perangkat lunak SPSS digunakan sebagai alat penelitian.

Desain Penelitian dan Responden

Pendekatan kuantitatif yang didukung data kualitatif deskriptif diterapkan melalui metode survei dan analisis inferensial. Responden ditentukan secara *purposive sampling* (Wardoyo *et al*., 2018) sebanyak 40% dari 158 anggota kelompok perhutanan sosial, yaitu 63 orang yang terdiri atas 3 pengurus kelompok dan 60 anggota masyarakat dengan gender, tingkat pendidikan, dan kelompok umur yang beragam. Informasi

kontekstual tambahan diperoleh dari 3 aparat desa dan 2 pendamping atau staf KPH.

Variabel dan Instrumen

Tiga variabel diamati, yaitu peran perhutanan sosial (X), kesejahteraan ekonomi (Y_1), dan kualitas lingkungan (Y_2). Variabel X diukur melalui 10 butir pada lima indikator (akses dan hak kelola, partisipasi pengambilan keputusan, pendampingan dan penyuluhan, penguatan kelembagaan, serta dukungan pemerintah dan mitra). Variabel Y_1 diukur melalui 8 butir pada empat indikator (pendapatan, mata pencaharian, peluang usaha, dan diversifikasi usaha), sedangkan variabel Y_2 diukur melalui 8 butir pada empat indikator (kualitas lahan, konservasi, pencegahan kebakaran, dan keberlanjutan). Seluruh butir dinilai menggunakan skala Likert lima tingkat (1 = sangat tidak setuju sampai 5 = sangat setuju).

Analisis Data

Kualitas instrumen diuji melalui validitas butir (korelasi butir dengan skor total pada taraf 5%) dan reliabilitas (Cronbach's alpha; nilai ≥ 0,70 dinyatakan reliabel) (Shadiqi, 2023). Normalitas residual diuji dengan Kolmogorov-Smirnov (koreksi Lilliefors), dan linearitas hubungan diuji melalui *deviation from linearity*. Pengaruh perhutanan sosial terhadap kesejahteraan ekonomi dan kualitas lingkungan dianalisis menggunakan regresi linear sederhana ($Y = a + bX + e$) pada SPSS. Koefisien regresi tidak terstandar (B), koefisien terstandar (β), nilai t, taraf signifikansi, selang kepercayaan 95% (*confidence interval*, CI), dan koefisien determinasi (R^2) dilaporkan. Hipotesis yang diuji adalah bahwa perhutanan sosial berpengaruh signifikan terhadap kesejahteraan ekonomi (H_1) dan kualitas lingkungan (H_2) pada taraf 5%. Data kualitatif dari wawancara dan dokumen dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Program Perhutanan Sosial

Pelaksanaan program pada ketiga areal diwujudkan melalui fasilitasi pengelolaan kawasan hutan berbasis resort; demplot budidaya hasil hutan bukan kayu (HHBK), seperti bawang dayak, vanili, pisang, dan pinang; serta sistem agrosilvopastura dan agrosilvofishery. Kegiatan konservasi, perlindungan dan pengamanan hutan, pemanfaatan atau pemungutan HHBK, pemanfaatan kawasan hutan, dan jasa lingkungan juga dilaksanakan. Pendampingan kelompok usaha dilakukan oleh UPT KPHL Gerbang Barito di Desa Madara serta UPT KPHP Barito Hilir di Desa Sanggu dan Desa Sababilah.

Persepsi responden terhadap ketiga variabel disajikan pada Tabel 2 sampai Tabel 4. Seluruh rerata butir berada pada kisaran 3,10 sampai 3,78, yaitu di atas titik tengah skala (3,00) tetapi masih di bawah nilai maksimum (5,00).

Tabel 2. Rerata persepsi responden terhadap peran perhutanan sosial (X; skala 1 sampai 5; n = 63)

Butir	Aspek yang dinilai	Rerata
7	Struktur organisasi kelompok berjalan baik	3,62
1	Akses legal pengelolaan lahan	3,56
2	Pembagian lahan adil dan transparan	3,56
4	Pendapat anggota dihargai	3,56
8	Transparansi administrasi dan keuangan	3,52
3	Keterlibatan dalam rapat perencanaan	3,51
10	Kemitraan usaha atau pengolahan produk	3,51
9	Dukungan pemerintah daerah pada pemasaran	3,41
6	Pendamping lapangan aktif membantu	3,35
5	Pelatihan berkala pengelolaan gambut	3,29

Keterangan: butir diurutkan menurut rerata tertinggi; nomor butir mengacu pada kuesioner.

Rerata tertinggi pada peran perhutanan sosial dicatat untuk struktur organisasi kelompok (3,62), diikuti akses legal, pembagian lahan, dan penghargaan terhadap pendapat anggota (masing-masing 3,56). Capaian ini dikaitkan dengan dukungan kelembagaan pemerintah berupa fasilitasi pengelolaan kawasan hutan berbasis resort. Resort dijadikan tempat belajar dan percontohan bagi masyarakat serta diposisikan sebagai perpanjangan tangan KPH di lapangan, sehingga sosialisasi program dan pencegahan kerusakan hutan dipercepat. Rerata terendah dicatat untuk pelatihan berkala (3,29). Sekolah lapang dan pelatihan teknis yang diselenggarakan pemerintah dengan demikian dinilai belum sesuai dengan harapan masyarakat, baik dari segi frekuensi maupun kualitas. Kolaborasi pelatihan dengan lembaga non pemerintah dan akademik disarankan oleh Rahman dan Ade (2024) agar persepsi dan pengetahuan masyarakat ditingkatkan.

Tabel 3. Rerata persepsi responden terhadap kesejahteraan ekonomi (Y_1; skala 1 sampai 5; n = 63)

Butir	Aspek yang dinilai	Rerata
17	Pengembangan usaha HHBK	3,56
15	Peluang usaha baru bagi masyarakat desa	3,48
18	Tambahan pendapatan dari HHBK	3,43
16	Kemudahan pemasaran produk melalui kelompok	3,32
14	Berkurangnya ketergantungan pada satu sumber pendapatan	3,19
12	Penghasilan tetap bagi keluarga	3,14
13	Kepemilikan lebih dari satu jenis usaha	3,14
11	Peningkatan pendapatan keluarga	3,10

Keterangan: HHBK = hasil hutan bukan kayu; butir diurutkan menurut rerata tertinggi.

Pada kesejahteraan ekonomi, rerata tertinggi dicatat untuk pengembangan usaha HHBK (3,56) dan peluang usaha baru (3,48). Usaha berbasis HHBK dan jasa lingkungan dikembangkan oleh masyarakat, antara lain produksi madu, bawang dayak, singkong, dan jagung, serta pengelolaan ekowisata. Salah satu usaha yang telah memperoleh akses pasar adalah bawang dayak, yang diolah menjadi tepung dan dijual kepada pihak swasta untuk dijadikan minuman kesehatan. Rerata terendah dicatat untuk peningkatan pendapatan keluarga (3,10). Manfaat ekonomi program ini dengan demikian telah dirasakan, tetapi peningkatan pendapatan rumah tangga secara keseluruhan belum optimal. Kondisi ini diduga disebabkan oleh tahap awal dan rendahnya inovasi pada sebagian usaha. Peningkatan pendapatan kelompok dan kerja sama pengembangan sumber daya manusia dapat dicapai melalui inovasi usaha atau produk (Tampubolon *et al*., 2022).

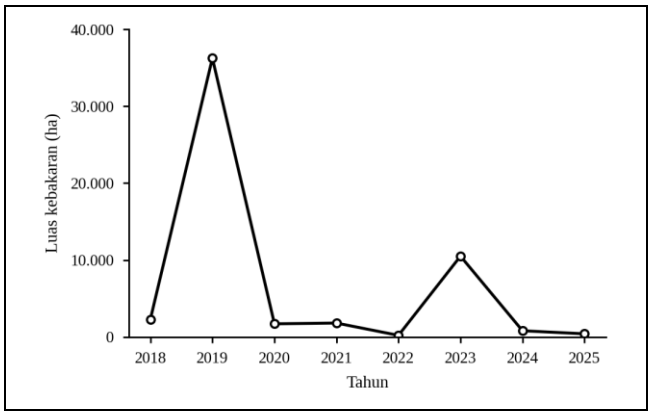
Tabel 4. Rerata persepsi responden terhadap kualitas lingkungan (Y_2; skala 1 sampai 5; n = 63)

Butir	Aspek yang dinilai	Rerata
23	Penurunan kebakaran lahan gambut dalam tiga tahun terakhir	3,78
26	Kesadaran menjaga fungsi ekologis gambut	3,70
22	Penerapan aturan pelestarian hutan	3,60
19	Kondisi gambut lebih terjaga	3,52
20	Berkurangnya kerusakan lingkungan	3,52
24	Patroli pencegahan kebakaran	3,49
25	Pemanfaatan hasil hutan secara lestari	3,43
21	Keterlibatan dalam konservasi (penanaman kembali)	3,17

Keterangan: butir diurutkan menurut rerata tertinggi.

Pada kualitas lingkungan, rerata tertinggi dicatat untuk penurunan kebakaran lahan gambut dalam tiga tahun terakhir (3,78) dan kesadaran menjaga fungsi ekologis gambut (3,70). Capaian ini sejalan dengan kegiatan perlindungan dan pengamanan hutan yang telah dilaksanakan, seperti pemantauan lingkungan, patroli pengamanan, pencegahan kebakaran hutan dan lahan, dan konservasi sumber daya alam. Edukasi serta contoh pengelolaan hutan lestari oleh resort dan KPH turut dipandang berkontribusi. Rerata terendah dicatat untuk keterlibatan dalam konservasi berupa penanaman kembali (3,17). Kegiatan rehabilitasi lahan dan ekosistem dengan demikian belum menjangkau masyarakat sebanyak kegiatan perlindungan hutan, dan kondisi ini dapat dikaitkan dengan proses rehabilitasi yang memerlukan waktu panjang sebelum hasilnya tampak nyata. Pendekatan pengelolaan sumber daya hutan berbasis masyarakat diperlukan untuk memperbaiki kondisi sumber daya alam yang menjadi tumpuan hidup masyarakat (Nurfatriani dan Alviya, 2019).

Persepsi penurunan kebakaran tersebut sejalan dengan data pemerintah (Gambar 1). Luas kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Barito Selatan mencapai puncak pada 2019 (sekitar 36 ribu ha), menurun tajam pada 2020 sampai 2022, meningkat sementara pada 2023 (sekitar 10 ribu ha), dan kembali rendah pada 2024 dan 2025 (nilai pendekatan dari grafik sumber). Namun, penurunan sejak 2019 mendahului penerbitan persetujuan pengelolaan ketiga areal, yaitu pada 2023 untuk HKm Sanggu Malawen serta 2024 untuk Hutan Desa Madara dan HKm Juwung Bagantung, dan data tersebut mencakup seluruh kabupaten. Penurunan luas kebakaran tersebut dengan demikian tidak dapat dikaitkan secara langsung dengan perhutanan sosial.



Gambar 1. Luas kebakaran hutan dan lahan (ha) di Kabupaten Barito Selatan tahun 2018 sampai 2025. Digambar ulang dari grafik SiPongi+ Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2025); nilai merupakan pendekatan.

Bentuk dan Tantangan Perhutanan Sosial

Pendapatan masyarakat pada ketiga areal masih rendah karena ketergantungan terhadap alam masih tinggi, sumber mata pencaharian berkelanjutan masih terbatas, pengetahuan pengelolaan sumber daya masih kurang, dan aksesibilitas wilayah masih rendah sehingga hasil sumber daya alam sulit dipasarkan. Ketergantungan terhadap sumber daya alam dicatat pada sekitar 40% masyarakat Desa Sanggu dan sekitar 30% masyarakat Desa Sababilah, yang memanfaatkan danau, sungai, dan lahan untuk perikanan, pertanian, perkebunan, dan kegiatan ekonomi lain. Tiga bentuk ketergantungan terhadap hutan ditemukan di lapangan, yaitu pemanfaatan kayu atau tegakan beserta getah, kulit buah, dan buahnya; pemanfaatan areal hutan sebagai areal budidaya; serta pemanfaatan fungsi ekonomi hutan untuk kebutuhan hidup, seperti perburuan, perikanan, dan air.

Peluang pengembangan juga diidentifikasi, yaitu (1) potensi unggulan berupa jasa lingkungan (perdagangan karbon dan ekowisata), produk lokal spesifik (madu hutan, rotan, perikanan, dan jamur), serta tanaman obat; (2) keterampilan turun-temurun masyarakat dalam membuat kerajinan anyaman rotan dan bambu, yang saat ini hanya dibuat berdasarkan pesanan karena strategi pemasaran yang tepat belum tersedia; serta (3) dukungan para pihak (organisasi non pemerintah, perguruan tinggi, dan lembaga nirlaba) berupa pemberdayaan masyarakat dan peluang pendanaan.

Pada aspek lingkungan, ekosistem hutan gambut sangat rentan rusak, dan kerusakan yang telah terjadi sulit dipulihkan. Sebagian besar areal perhutanan sosial berupa kawasan gambut yang mudah terbakar pada musim kemarau akibat pengeringan, dan kondisi ini diperparah oleh kanal yang dibangun pada proyek lahan gambut satu juta hektare. Kesadaran masyarakat untuk membuka lahan tanpa pembakaran juga belum tinggi. Selain itu, batas desa dan batas kawasan hutan belum dipahami dengan baik, sebab istilah kawasan hutan oleh sebagian besar masyarakat hanya dipahami sebatas pengertian hutan. Pengelolaan yang didampingi dan mengutamakan kearifan lokal diperlukan untuk menjaga kelestarian hutan dan lingkungan (Gunawan dan Dian, 2019).

Pengaruh Perhutanan Sosial terhadap Kesejahteraan Ekonomi dan Kualitas Lingkungan

Asumsi normalitas residual (Kolmogorov-Smirnov; p = 0,200 untuk kedua model) dan linearitas hubungan (*deviation from linearity*; p = 0,659 untuk kesejahteraan ekonomi dan p = 0,200 untuk kualitas lingkungan) terpenuhi. Hasil regresi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil regresi linear sederhana pengaruh perhutanan sosial (X) terhadap kesejahteraan ekonomi (Y_1) dan kualitas lingkungan (Y_2) (n = 63)

Parameter	Kesejahteraan ekonomi (Y_1)	Kualitas lingkungan (Y_2)
Konstanta (a)	-4,664	0,838
Koefisien regresi (B)	0,877	0,769
Galat baku B	0,080	0,070
β terstandar	0,816	0,814
Nilai t	11,020	10,944
Signifikansi (p)	< 0,001	< 0,001
CI 95% batas bawah	0,718	0,629
CI 95% batas atas	1,037	0,910
R^2	0,666	0,663
R^2 terkoreksi	0,660	0,657

Keterangan: B = koefisien regresi tidak terstandar; β = koefisien regresi terstandar; CI = selang kepercayaan. Konstanta tidak signifikan (p = 0,112 untuk Y_1; p = 0,744 untuk Y_2).

Perhutanan sosial berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesejahteraan ekonomi (B = 0,877; β = 0,816; t = 11,020; p < 0,001), sehingga H_1 diterima. Setiap peningkatan satu satuan skor peran perhutanan sosial diikuti peningkatan skor kesejahteraan ekonomi sebesar 0,877. CI 95% (0,718 sampai 1,037) tidak melewati nol, dan 66,6% variasi kesejahteraan ekonomi dijelaskan oleh perhutanan sosial (R^2 = 0,666), sedangkan 33,4% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti, seperti modal usaha dan peralatan pendukung usaha.

Pengaruh ini dikaitkan dengan keterlibatan aktif pemerintah sebagai pendamping, yaitu UPT KPHL Gerbang Barito di Desa Madara serta UPT KPHP Barito Hilir di Desa Sanggu dan Desa Sababilah, dalam memberikan pelatihan dan pendampingan serta melibatkan masyarakat dalam kegiatan pemerintah. Demplot HHBK (bawang dayak, madu kelulut, pisang, pinang, vanili, jagung, singkong, kelapa, perikanan, dan peternakan) dibangun melalui kegiatan tersebut, dan upah pembersihan lahan, penanaman, serta pemeliharaan diperoleh masyarakat. Hasil pelatihan telah diterapkan oleh sebagian anggota kelompok, misalnya pada budidaya bawang dayak dan lebah madu kelulut. Peran penghubung antara produk masyarakat dan pembeli pihak ketiga dijalankan oleh pemerintah, sehingga hasil budidaya bawang dayak masyarakat Desa Madara dibeli oleh pihak ketiga dan menjadi salah satu sumber pendapatan. Respons positif masyarakat dan dampak baik program pada kehidupan masyarakat sekitar hutan juga dilaporkan oleh Zamrodah *et al*. (2024).

Potensi ekowisata dan jasa lingkungan, antara lain Danau Sanggu, pemandian air merah, wisata susur sungai, dan Sungai Rawen, kurang dimanfaatkan sebelum perhutanan sosial dibentuk, dan kini dikembangkan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan pendapatan juga dikaitkan oleh responden dengan meningkatnya produksi lahan dan kebun setelah hak kelola dan areal kerja yang pasti diperoleh. Sebelum hak pengelolaan diberikan, hutan hanya dikelola sebagai sumber pendapatan sampingan, tetapi setelahnya hasil kebun dan lahan dijadikan sumber pendapatan utama. Kepastian pasar juga menjamin produk masyarakat terjual, sebab hasil hutan yang dipanen dapat dinikmati secara langsung apabila pasar tersedia (Aletrino *et al*., 2021).

Perhutanan sosial juga berpengaruh positif dan signifikan terhadap kualitas lingkungan (B = 0,769; β = 0,814; t = 10,944; p < 0,001), sehingga H_2

diterima. Setiap peningkatan satu satuan skor peran perhutanan sosial diikuti peningkatan skor kualitas lingkungan sebesar 0,769 (CI 95% 0,629 sampai 0,910). Sebesar 66,3% variasi kualitas lingkungan dijelaskan oleh perhutanan sosial (R^2 = 0,663), sedangkan 33,7% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti, seperti sarana dan prasarana yang tersedia.

Setelah surat keputusan hak pengelolaan hutan secara legal diterbitkan, masyarakat dilaporkan menjadi lebih aktif dan produktif dalam mengelola hutan, misalnya melalui penanaman dan perawatan tanaman, karena akses dan kepastian areal kerja diperoleh sehingga pengelolaan hutan secara ilegal tidak dilakukan lagi. Pengetahuan masyarakat tentang pengelolaan hutan dan perhutanan sosial juga ditingkatkan melalui berbagai pertemuan dan penyuluhan oleh pihak pemerintah dan swasta. Akses kelola hutan dan lahan yang setara dimungkinkan oleh perhutanan sosial (Mahardika dan Muyani, 2021), dan fungsi serta tujuan hutan kemasyarakatan dipahami petani melalui program ini, termasuk tanggung jawab menjaga kelestariannya (Martapani *et al*., 2021). Menurut masyarakat, pembukaan lahan, kebakaran hutan dan lahan, serta banjir telah berkurang sejak program dijalankan.

Pengaruh terhadap kesejahteraan ekonomi (B = 0,877) secara numerik sedikit lebih besar daripada pengaruh terhadap kualitas lingkungan (B = 0,769). Namun, selisih tersebut sangat kecil, sebab koefisien terstandar (0,816 dan 0,814) serta koefisien determinasi (0,666 dan 0,663) hampir sama, dan CI 95% kedua koefisien saling tumpang tindih. Selisih ini tidak diuji secara statistik sehingga dominansi salah satu pengaruh tidak dapat dinyatakan.

Hasil tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati. Data dikumpulkan pada satu waktu dari responden yang sama untuk ketiga variabel, tanpa kelompok pembanding di luar perhutanan sosial, dan persepsi responden dijadikan dasar pengukuran. Pengaruh yang diperoleh karena itu mencerminkan asosiasi persepsi, dan simpulan kausal belum dapat ditarik. Persetujuan pengelolaan yang baru diterbitkan pada 2023 dan 2024 juga menyebabkan dampak jangka panjang, terutama pada kualitas lingkungan, belum dapat dinilai. Penelitian lanjutan dengan desain longitudinal, kelompok pembanding, dan regresi berganda disarankan.

KESIMPULAN

1. Program perhutanan sosial di Kecamatan Dusun Selatan dilaksanakan melalui fasilitasi pengelolaan kawasan hutan berbasis resort, demplot budidaya HHBK, konservasi, perlindungan dan pengamanan hutan, pemanfaatan HHBK dan kawasan hutan, serta jasa lingkungan. Seluruh rerata butir persepsi berada di atas titik tengah skala (3,10 sampai 3,78), dengan pelatihan (3,29), peningkatan pendapatan keluarga (3,10), dan keterlibatan konservasi (3,17) sebagai butir terendah pada masing-masing variabel.
2. Tantangan utama berupa tingginya ketergantungan masyarakat terhadap sumber daya alam pada aspek ekonomi, serta kerentanan ekosistem hutan rawa gambut terhadap kerusakan dan kebakaran dan terbatasnya pengetahuan masyarakat tentang batas desa dan batas kawasan hutan pada aspek lingkungan.
3. Perhutanan sosial berpengaruh positif dan signifikan terhadap kesejahteraan ekonomi (B = 0,877; β = 0,816; R^2 = 0,666; $p < 0,001$) dan kualitas lingkungan (B = 0,769; β = 0,814; R^2 = 0,663; $p < 0,001$). Besaran kedua pengaruh hampir sama, dan pengaruh terhadap kesejahteraan ekonomi hanya sedikit lebih besar secara numerik.
4. Penguatan pelatihan teknis melalui kolaborasi dengan lembaga non pemerintah dan akademik, peningkatan inovasi dan kreativitas usaha (diversifikasi produk, kemasan, dan pemasaran digital), serta penguatan kegiatan rehabilitasi direkomendasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para narasumber, yaitu UPT KPHL Gerbang Barito, UPT KPHP Barito Hilir, dan masyarakat Kelompok Usaha Perhutanan Sosial di Desa Madara, Desa Sanggu, dan Desa Sababilah yang bersedia diwawancarai.

DAFTAR PUSTAKA

Aletrino, L., Mahdi dan Rina, S. (2021) ‘Dampak program perhutanan sosial terhadap pendapatan masyarakat di Hutan Nagari Sungai Buluh Kecamatan Batang Anai Kabupaten Padang Pariaman’, *Joseta*, 3(1).

Carmenta, R., Zabala, A., Trihadmojo, B., Gaveau, D., Salim, M. dan Phelps, J. (2020) ‘Evaluating bundles of interventions to prevent peat-fires in Indonesia’, *Global Environmental Change*, 102154.

Gunawan, H. dan Dian, A. (2019) ‘Potensi perhutanan sosial dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dalam restorasi gambut’, *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13.

Jabaruddin, Sabri, G., Karmila, Sofyan, R., Agus, A., Jaya, S.L., Syaiful, A., Harlita, Hasjad, Elma dan Putra, K.R. (2023) ‘Perlindungan hukum pengelolaan hutan berbasis masyarakat (PHBM) dalam peningkatan pendapatan masyarakat desa

sekitar hutan desa', *Gudang Jurnal Pengabdian Masyarakat*.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Perhutanan Sosial*.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2025) *SiPongi+: data luas kebakaran hutan dan lahan Kabupaten Barito Selatan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Mahardika, A. dan Muyani, H.S. (2021) 'Analisis legalitas perhutanan sosial dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Asahan', *Jurnal Administrasi Publik dan Kebijakan (JAPK)*, 1(1), hal. 10-18.

Martapani, A.N., Hamdani, F. dan Muhammad, N. (2021) 'Dampak hutan kemasyarakatan terhadap aspek sosial ekonomi masyarakat studi kasus: masyarakat peduli gambut Sukamaju KPH Kayu Tangi', *Jurnal Rimba Lestari*, 1(1), hal. 35-46.

Nurfatriani, F. dan Alviya, I. (2019) 'Efektivitas kebijakan alokasi lahan 12,7 juta ha untuk perhutanan sosial: studi kasus Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Daerah Istimewa Yogyakarta', *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 16(1), hal. 47-66.

Rahman, F. dan Ade, I. (2024) 'Menelisik hutan desa (pengelolaan hutan berbasis masyarakat)', *Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora (KAGANGA)*.

Ramdhan, M. (2017) 'Analisis persepsi masyarakat terhadap kebijakan restorasi lahan gambut di Kalimantan Tengah', *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Shadiqi, M.A. (2023) *Statistik untuk penelitian psikologi dengan SPSS*. Depok: Rajawali Pers.

Surahman, A., Soni, P. dan Shivakoti, G.P. (2018) 'Reducing CO2 emissions and supporting food security in Central Kalimantan, Indonesia, with improved peatland management', *Land Use Policy*, 72, hal. 325-332.

Syahputra, O.H. (2019) 'Alternatif pengelolaan sumberdaya hutan melalui perhutanan sosial', *Rambideun: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1).

Tampubolon, R., Fikarwin, Z. dan Agus, P. (2022) 'Strategi pendampingan dalam pengembangan usaha kelompok perhutanan sosial di Kabupaten Merangin Provinsi Jambi', *Serambi Engineering*, 7(1).

Toha, A.W. dan Nurhasanah (2023) 'Dampak perhutanan sosial terhadap kesejahteraan masyarakat sekitar hutan dalam mendukung kelestarian hutan di Kota Tarakan', *Ulin: Jurnal Hutan Tropis*, 7(2), hal. 17-25.

Triadi, B.L. (2020) 'Water management for agriculture development in peatlands', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1).

Unit Pelaksana Teknis Kesatuan Pengelolaan Hutan Lindung Gerbang Barito Unit IX (2023) *Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Pendek Tahun 2023*. Buntok: UPT KPHL Gerbang Barito.

Wardoyo, Yuningsih, L. dan Rahmat, K. (2018) 'Partisipasi masyarakat dalam pengendalian kebakaran lahan gambut di Desa Muara Medak Kecamatan Bayung Lencir Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan', *Sylva*, 6(1), hal. 14-22.

Zamrodah, Y., Luhur, A.P. dan Dwi, A.F.A. (2024) 'Analisis persepsi masyarakat sekitar hutan produksi tetap terhadap program perhutanan sosial (studi kasus LMDH Jati Jaya Desa Salamrejo Kecamatan Binangun Kabupaten Blitar)', *Journal Viabel Pertanian*, 18(2), hal. 88-98.

KINERJA PUSAT DAUR ULANG PANARUNG DAN STRATEGI PENGUATANNYA DALAM PENGELOLAAN SAMPAH BERKELANJUTAN DI KOTA PALANGKA RAYA

(Performance of the Panarung Recycling Center and Its Strengthening Strategy in Sustainable Waste Management in Palangka Raya City)

Nia Ramayanthie[1)], Soaloon Sinaga[1)], dan Vera Amelia[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: niarama224@gmail.com

ABSTRACT

Waste generation in Palangka Raya City reached 162.30 tons per day in 2025, and 70.12% of it ended up at the landfill. The Panarung Recycling Center (PDU) was built to reduce this burden, yet it received only 6.5 tons per day against a design capacity of 10 tons per day. This study evaluated the technical and economic performance of the PDU, analyzed its contribution to social, circular economy, and institutional aspects, and formulated strengthening strategies. A sequential explanatory mixed-methods design was applied from January to March 2026. It combined a questionnaire survey of 110 households, analyzed by multiple linear regression, in-depth interviews with seven key informants, analyzed thematically, and a SWOT analysis based on internal and external factor matrices (IFAS and EFAS). The diversion rate reached 77.23%, but monthly revenue (IDR 19,550,000) covered only 42.8% of operational costs (IDR 45,713,000), leaving a deficit of IDR 26,163,000 that required local government support. The four predictors explained 51.6% of the variation in community support for the PDU ($F = 27.984$; $p < 0.001$). Perceived social and economic benefits ($B = 0.528$; $p < 0.001$) and environmental attitudes and concern ($B = 0.186$; $p = 0.036$) were significant, whereas knowledge and participation were not. Interviews attributed the performance gap to mixed and wet incoming waste, limited personnel and fleet, unstable recycled-material markets, and the absence of a source-separation mandate. The PDU was positioned in Quadrant I ($X = 0.55$; $Y = 0.30$), which favors an aggressive strength-opportunity strategy: education supported by government, development of recycling technology, and private-sector partnerships.

Keywords: circular economy; mixed methods; recycling center; SWOT; waste management

ABSTRAK

Timbulan sampah di Kota Palangka Raya mencapai 162,30 ton per hari pada 2025 dan 70,12% di antaranya berakhir di tempat pemrosesan akhir (TPA). Pusat Daur Ulang (PDU) Panarung dibangun untuk mengurangi beban tersebut, tetapi sampah yang masuk baru 6,5 ton per hari dari kapasitas rancangan 10 ton per hari. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja teknis dan ekonomi PDU, menganalisis kontribusinya terhadap aspek sosial, ekonomi sirkular, dan kelembagaan, serta merumuskan strategi penguatannya. Desain *mixed methods sequential explanatory* diterapkan pada Januari sampai Maret 2026. Desain ini memadukan survei kuesioner terhadap 110 rumah tangga yang dianalisis dengan regresi linier berganda, wawancara mendalam terhadap tujuh informan kunci yang dianalisis secara tematik, dan analisis SWOT berbasis matriks faktor internal dan eksternal (IFAS dan EFAS). *Diversion rate* mencapai 77,23%, tetapi pendapatan bulanan (Rp 19.550.000) hanya menutup 42,8% biaya operasional (Rp 45.713.000), sehingga terdapat defisit Rp 26.163.000 yang memerlukan dukungan pemerintah daerah. Keempat peubah bebas menjelaskan 51,6% variasi dukungan masyarakat terhadap PDU ($F = 27,984$; $p < 0,001$). Persepsi manfaat sosial dan ekonomi ($B = 0,528$; $p < 0,001$) serta sikap dan kepedulian lingkungan ($B = 0,186$; $p = 0,036$) berpengaruh nyata, sedangkan pengetahuan dan partisipasi tidak berpengaruh nyata. Hasil wawancara mengaitkan kesenjangan kinerja dengan sampah masuk yang tercampur dan basah, keterbatasan SDM dan armada, pasar material daur ulang yang belum stabil, serta belum adanya kewajiban pemilahan dari sumber. PDU berada pada Kuadran I ($X = 0,55$; $Y = 0,30$), sehingga strategi agresif berbasis kekuatan dan peluang direkomendasikan, yaitu penguatan edukasi berbasis dukungan pemerintah, pengembangan teknologi daur ulang, dan kemitraan dengan sektor swasta.

Kata kunci: ekonomi sirkular; metode campuran; pengelolaan sampah; pusat daur ulang; SWOT

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi mendorong peningkatan timbulan sampah perkotaan di banyak negara (Kaza *et al*., 2018; Voukkali *et al*., 2024). Pengelolaan yang tidak memadai menimbulkan dampak lingkungan dan kesehatan yang luas (Gebrekidan *et al*., 2024), sehingga strategi pengelolaan sampah yang efektif menjadi perhatian utama dalam kajian global (Huang *et al*., 2022).

Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) mencatat timbulan sampah dari 513 kabupaten dan kota pada 2025 sebesar 144.770 ton per hari. Di Kota Palangka Raya, timbulan mencapai 162,30 ton per hari dan 113,80 ton (70,12%) di antaranya berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) (Kementerian Lingkungan Hidup, 2025). Proporsi yang tinggi ini menandakan bahwa pengurangan dan daur ulang pada sumber belum berjalan optimal. Apabila kecenderungan tersebut berlanjut, daya tampung TPA akan terlampaui lebih cepat dari perkiraan.

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 mengubah paradigma pengelolaan sampah dari kumpul, angkut, dan buang menjadi pengurangan di sumber dan pemanfaatan kembali sumber daya. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2025 sampai 2029 menargetkan reformasi pengelolaan sampah terpadu dari hulu ke hilir, dengan persentase sampah terkelola naik dari 39,01% pada tahun dasar menjadi 51,21% pada 2025 dan 100% pada 2029 (Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025).

Sebagai bagian dari upaya tersebut, pada 2023 dibangun Pusat Daur Ulang (PDU) di Kelurahan Panarung, Kota Palangka Raya, dengan kapasitas rancangan 10 ton per hari. PDU mengusung prinsip *reduce, reuse, recycle* (3R) dan berfungsi pula sebagai pusat edukasi masyarakat (Yayasan Bintari, 2025a). Namun, sampah yang masuk baru sekitar 6,5 ton per hari atau 65% dari kapasitas rancangan, dan aliran sampah yang tercampur antara organik dan anorganik memperlambat proses daur ulang. Kesenjangan antara peran ideal dan kinerja aktual ini memerlukan evaluasi sejak dini.

Keberhasilan fasilitas semacam ini ditentukan oleh integrasi sistem dari rumah tangga sampai pasar material (Salmenperä, 2021; Puntillo, 2023; Asih *et al*., 2026), serta oleh dukungan kebijakan dan perilaku masyarakat (Ren dan Zuo, 2024; Pambudi *et al*., 2025). Evaluasi program pada pusat daur ulang sejenis telah dilakukan, misalnya di Surabaya (Effendy, 2020). Kajian yang memadukan indikator teknis dan ekonomi, persepsi masyarakat, serta analisis kelembagaan pada satu fasilitas yang baru memasuki tahap awal operasi, dalam pengetahuan penulis, masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan (1) mengevaluasi kinerja operasional PDU Panarung dari aspek teknis dan ekonomi; (2) menganalisis kontribusi PDU terhadap aspek sosial, ekonomi sirkular, dan kelembagaan; serta (3) merumuskan strategi penguatan PDU dalam sistem pengelolaan sampah berkelanjutan di Kota Palangka Raya.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Desain Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PDU Jalan Wortel, Kelurahan Panarung, Kecamatan Pahandut, Kota Palangka Raya, selama tiga bulan (Januari sampai Maret 2026). PDU ini merupakan satu-satunya fasilitas sejenis milik Pemerintah Kota Palangka Raya, mulai dioperasikan pada 2024, sehingga penelitian diposisikan sebagai evaluasi tahap awal. Desain yang digunakan adalah *mixed methods sequential explanatory* (kuantitatif kemudian kualitatif), yaitu data kuantitatif dianalisis lebih dahulu dan data kualitatif dipakai untuk menjelaskan serta memperdalam hasilnya (Cameron, 2009; O'Cathain, 2019).

Responden, Informan, dan Pengumpulan Data

Populasi survei ialah rumah tangga di Kelurahan Panarung sebanyak 8.630 kepala keluarga (Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya, 2026). Sampel minimum dihitung dengan rumus Slovin pada galat 10% (Zainul Ikhwan *et al*., 2021), yaitu 99 rumah tangga, lalu ditambah cadangan sekitar 10% untuk mengantisipasi data yang tidak lengkap sehingga ditetapkan 110 rumah tangga. Responden dipilih dengan *stratified random sampling*, yaitu jumlah sampel tiap rukun tetangga ditentukan proporsional terhadap jumlah rumah tangganya dan responden diundi dari daftar kepala keluarga.

Informan kunci sebanyak tujuh orang dipilih secara *purposive* berdasarkan peran dan keterlibatannya, yaitu Kepala Dinas Lingkungan Hidup (DLH), Kepala Bidang Pengelolaan Sampah dan Limbah B3, Kepala UPTD Pengelolaan Sampah Terpadu Pahandut dan Sabangau, pengelola PDU (Koperasi *Green Society Organic*), Lurah Panarung, Ketua RT 01 RW XIV, dan seorang pengepul material daur ulang. Wawancara terstruktur dilengkapi observasi lapangan dan dokumentasi (laporan operasional PDU, data SIPSN, dan data biaya serta pendapatan). Komposisi sampah ditentukan melalui pengambilan contoh selama delapan hari (3 sampai 10 Februari 2026). Keabsahan data kualitatif dijaga dengan triangulasi sumber, teknik, dan waktu.

Instrumen dan Peubah

Kuesioner tertutup berskala Likert 1 sampai 5 memuat 25 butir pernyataan. Empat peubah bebas masing-masing diukur dengan lima butir, yaitu pengetahuan dan kesadaran lingkungan (X_1), sikap dan kepedulian terhadap lingkungan (X_2), partisipasi dan perilaku masyarakat (X_3), serta persepsi terhadap manfaat sosial dan ekonomi PDU (X_4). Peubah terikat ialah dukungan terhadap keberlanjutan dan pengembangan PDU (Y), yang juga diukur dengan lima butir. Validitas butir diuji dengan korelasi Pearson Product Moment (r tabel = 0,306 pada α = 0,10) dan reliabilitas dengan Cronbach's Alpha (batas minimal 0,70) pada responden uji coba di luar sampel utama.

Analisis Data

Kinerja teknis dianalisis dari timbulan, komposisi, dan *diversion rate,* yaitu persentase sampah terkelola (timbulan dikurangi residu) terhadap timbulan. Kinerja ekonomi dianalisis dari pendapatan, pengeluaran, rasio biaya dan pendapatan per ton sampah masuk, serta selisih operasional. Pengaruh peubah sosial dianalisis dengan regresi linier berganda $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + e$. Asumsi klasik diuji melalui normalitas residual (Kolmogorov-Smirnov), multikolinearitas (Tolerance dan VIF), dan heteroskedastisitas (Glejser). Pengaruh simultan diuji dengan uji F, pengaruh parsial dengan uji t, dan kemampuan model dengan koefisien determinasi, seluruhnya pada taraf signifikansi α = 0,10 dengan SPSS.

Data wawancara dianalisis secara tematik melalui transkripsi, pengodean awal, pengelompokan kategori, pembentukan tema, dan interpretasi tematik (Squires, 2023). Hasil kuantitatif dan kualitatif diintegrasikan pada tahap interpretasi dan menjadi dasar analisis SWOT. Faktor kekuatan dan kelemahan dirangkum dalam matriks IFAS, faktor peluang dan ancaman dalam matriks EFAS, masing-masing dengan bobot dan rating dari tujuh informan kunci. Skor tertimbang adalah hasil kali bobot dan rating, dan posisi strategis ditentukan dari koordinat X = S - W dan Y = O - T (Benzaghta *et al.*, 2021; Mandira dan Damayanti, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja Teknis PDU Panarung

PDU beroperasi enam hari per minggu sehingga terdapat rata-rata 26 hari kerja per bulan. Dengan timbulan masuk sekitar 6,5 ton per hari, sampah yang diterima diperkirakan mencapai 169 ton per bulan (Tabel 1). Angka ini setara 65% dari kapasitas rancangan 10 ton per hari, sehingga masih ada selisih pemanfaatan 3,5 ton per hari. Sampah yang masuk didominasi sampah tercampur antara organik, anorganik, dan residu, sehingga pemilahan membutuhkan tenaga dan waktu yang besar.

Tabel 1. Ringkasan kinerja teknis PDU Panarung

Indikator	Nilai
Kapasitas rancangan	10 ton per hari
Timbulan sampah masuk	6,5 ton per hari
Estimasi timbulan bulanan (26 hari kerja)	169 ton per bulan
Pemanfaatan kapasitas	65%
Sampah residu	22,77%
Diversion rate	77,23%

Keterangan: *diversion rate* = (timbulan - residu) / timbulan × 100%.

Pengambilan contoh selama delapan hari menunjukkan bahwa sampah organik mendominasi dengan proporsi 49,31%, diikuti residu 22,77%. Plastik (botol PET, plastik campur, dan kresek) secara gabungan melebihi 18%, kertas dan kardus 6,81%, sedangkan logam (kaleng 0,56% dan aluminium 0,31%) berproporsi sangat kecil. Dominasi sampah organik mencerminkan karakter sampah domestik perkotaan dan menunjukkan peluang pengurangan yang besar melalui pengolahan organik, baik pengomposan maupun budidaya maggot, serta melalui pemilahan sejak sumber.

Berat sampah terkelola dihitung dari selisih timbulan dan residu sehingga diperoleh *diversion rate* sebesar 77,23%. Nilai ini sejalan dengan keterangan pengelola bahwa residu yang dibuang ke TPA berkisar 20% sampai 25%. Sebagian besar sampah yang masuk dengan demikian berhasil dialihkan dari TPA melalui pemilahan, pemulihan material, dan pengolahan organik. Secara absolut, sekitar 5,0 ton per hari dialihkan, atau sekitar 3,1% dari timbulan Kota Palangka Raya sebesar 162,30 ton per hari. Kontribusi PDU terhadap pengurangan sampah kota karenanya masih kecil dan baru akan meningkat apabila kapasitas rancangan dimanfaatkan penuh dan pemilahan di rumah tangga membaik.

Penyebab utama kesenjangan kapasitas, menurut hasil wawancara, ialah kualitas sampah masuk yang tercampur dan basah, keterbatasan sumber daya manusia, keterlambatan armada akibat kerusakan kendaraan atau cuaca, dan terbatasnya sarana pendukung. Sampah tercampur meningkatkan residu, memperberat pemilahan, dan menurunkan mutu material daur ulang. Temuan ini menegaskan bahwa kinerja fasilitas hilir sangat bergantung pada integrasi pengelolaan dari sumber rumah tangga (Salmenperä, 2021; Asih *et al.*, 2026). Tanpa pemilahan pada tingkat rumah tangga, PDU hanya berfungsi sebagai tempat

pemindahan sampah, bukan sebagai pusat pengolahan.

Kinerja Ekonomi PDU Panarung

Pendapatan operasional PDU mencapai Rp 19.550.000 per bulan, dengan jasa pengangkutan sampah sebagai sumber terbesar (Rp 12.800.000 atau 65,5%). Penjualan kompos dan maggot, sampah pilah, serta material daur ulang menyumbang Rp 6.750.000 atau 34,5% (Tabel 2). Pengeluaran operasional mencapai Rp 45.713.000 per bulan, dan tiga komponen gaji tenaga kerja (tenaga *outsourcing*, tenaga pemilah, dan tenaga P3K paruh waktu) mencakup Rp 35.093.000 atau 76,8% dari total pengeluaran.

Tabel 2. Pendapatan dan pengeluaran operasional PDU Panarung per bulan

Pendapatan	Rp per bulan	Pengeluaran	Rp per bulan
Jasa pengangkutan sampah	12.800.000	Gaji tenaga *outsourcing* (PJLP)	27.000.000
Penjualan material daur ulang	3.750.000	Gaji tenaga pemilah (4 orang × Rp 1.500.000)	6.000.000
Penjualan sampah pilah	2.500.000	Biaya listrik operasional	5.620.000
Penjualan kompos dan maggot	500.000	Gaji tenaga P3K paruh waktu	2.093.000
		Biaya bahan bakar minyak	2.000.000
		Pengeluaran tidak terduga	2.000.000
		Pemeliharaan alat dan kendaraan	1.000.000
Total pendapatan	**19.550.000**	**Total pengeluaran**	**45.713.000**

Keterangan: selisih operasional = Rp 19.550.000 - Rp 45.713.000 = defisit Rp 26.163.000 per bulan. Biaya operasional per ton sampah masuk Rp 270.491 dan pendapatan per ton sampah masuk Rp 115.680 (berdasarkan 169 ton per bulan).

Biaya pengelolaan sebesar Rp 270.491 per ton sampah masuk jauh melampaui pendapatan sebesar Rp 115.680 per ton. Pendapatan hanya menutup 42,8% pengeluaran, sehingga terjadi defisit Rp 26.163.000 per bulan yang masih memerlukan dukungan pembiayaan pemerintah daerah. PDU dengan demikian belum mandiri secara finansial. Rendahnya pendapatan dari hasil daur ulang berkaitan dengan sedikitnya pelanggan komersial, mutu material yang tercampur, terbatasnya pasar, dan fluktuasi harga jual, sedangkan tingginya biaya berkaitan dengan pemilahan semi manual akibat rendahnya pemilahan dari sumber.

Material seperti PET, HDPE, PP, kardus, dan logam memiliki nilai pasar yang cukup baik apabila bersih, kering, dan terpilah berdasarkan jenis, sedangkan plastik kresek, sachet, dan styrofoam sulit dipasarkan. Potensi pendapatan dari material daur ulang telah dikaji pada bank sampah (Sekito *et al*., 2019). Peningkatan mutu hasil pilahan, penguatan jejaring pemasaran, dan stabilitas rantai pasok material menjadi kunci keberlanjutan ekonomi PDU, karena keberlanjutan fasilitas tidak terpisahkan dari keberlanjutan pasar material hasil daur ulang (Puntillo, 2023).

Kontribusi PDU terhadap Aspek Sosial

Responden berjumlah 110 rumah tangga dengan komposisi jenis kelamin yang seimbang, mayoritas berusia produktif, dan sebagian besar berpendidikan SMA atau lebih tinggi (Tabel 3). Seluruh 25 butir kuesioner valid dengan r hitung 0,712 sampai 0,917 (lebih besar dari r tabel 0,306), dan reliabilitas instrumen sangat tinggi (Cronbach's Alpha = 0,979).

Tabel 3. Karakteristik responden (n = 110)

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	54	49,1
Perempuan	56	50,9
Usia (tahun)		
< 20	7	6,4
21 sampai 30	30	27,3
31 sampai 40	26	23,6
41 sampai 50	25	22,7
> 50	22	20,0
Pendidikan		
SD	8	7,3
SMP	7	6,4
SMA	55	50,0
Diploma	8	7,3
S1 atau S2	32	29,1
Pekerjaan		
Ibu rumah tangga	22	20,0
ASN/TNI/POLRI	25	22,7
Pegawai swasta	29	26,4
Wiraswasta/pedagang	26	23,6
Pelajar/mahasiswa	6	5,5
Lainnya	2	1,8

Keterangan: persentase dibulatkan satu desimal.

Model regresi memenuhi asumsi klasik. Residual berdistribusi normal (statistik Kolmogorov-Smirnov 0,075; signifikansi 0,159 > 0,10), nilai Tolerance 0,564 sampai 0,703 dengan VIF 1,422 sampai 1,772 menunjukkan tidak ada multikolinearitas, dan uji Glejser (signifikansi 0,565 sampai 0,891) menunjukkan tidak ada heteroskedastisitas. Keempat peubah bebas berpengaruh nyata secara simultan terhadap dukungan keberlanjutan PDU (F = 27,984; p <

0,001) dan menjelaskan 51,6% variasinya (R^2 = 0,516; R^2 terkoreksi = 0,498), sedangkan 48,4% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil regresi linier berganda dan uji multikolinearitas

Peubah	B	t	p	Tol.	VIF
Pengetahuan dan kesadaran (X_1)	0,090	1,294	0,198	0,703	1,422
Sikap dan kepedulian (X_2)	0,186	2,129	0,036	0,564	1,772
Partisipasi dan perilaku (X_3)	-0,107	-1,462	0,147	0,649	1,542
Persepsi manfaat (X_4)	0,528	6,642	< 0,001	0,572	1,750
Konstanta	6,782	4,239	< 0,001		

Keterangan: B = koefisien regresi tidak terstandarisasi; Tol. = Tolerance; R = 0,718; R^2 = 0,516; R^2 terkoreksi = 0,498; F(4, 105) = 27,984 ($p < 0,001$); n = 110; taraf signifikansi $\alpha = 0,10$.

$$Y = 6,782 + 0,090X_1 + 0,186X_2 - 0,107X_3 + 0,528X_4 + e$$

Persepsi terhadap manfaat sosial dan ekonomi PDU merupakan peubah paling dominan (B = 0,528; $p < 0,001$). Karena seluruh peubah bebas diukur pada skala yang sama, besarnya koefisien dapat dibandingkan secara kasar, dan koefisien ini hampir tiga kali koefisien sikap lingkungan. Dukungan masyarakat tampaknya lebih ditentukan oleh manfaat nyata yang dirasakan, seperti berkurangnya sampah liar, lingkungan yang lebih bersih, dan peluang kerja, daripada oleh pengetahuan semata. Temuan ini sejalan dengan kajian yang menempatkan manfaat sosial ekonomi sebagai pendorong keterlibatan masyarakat (Miftahorrozi *et al*., 2022) dan penilaian warga terhadap kinerja layanan sebagai dasar perbaikan pengelolaan (Phan *et al*., 2022).

Sikap dan kepedulian terhadap lingkungan berpengaruh positif dan nyata (B = 0,186; p = 0,036), sedangkan pengetahuan dan kesadaran (p = 0,198) serta partisipasi dan perilaku (p = 0,147) tidak berpengaruh nyata. Tanda negatif pada koefisien partisipasi tidak dapat ditafsirkan sebagai pengaruh karena koefisien itu tidak nyata. Tanda tersebut hanya dapat dibaca sebagai dugaan bahwa warga yang sudah memilah menjadi lebih kritis ketika sampah terpilah dicampur kembali saat pengangkutan, dan dugaan ini perlu diuji lebih lanjut. Kemudahan fasilitas pada tingkat komunitas diketahui memengaruhi perilaku pemilahan (Zhang *et al*., 2024), dan pendidikan membentuk perilaku pengelolaan sampah jangka panjang (Saseanu *et al*., 2019).

Kontribusi PDU terhadap Ekonomi Sirkular dan Kelembagaan

Secara kelembagaan, PDU semula dikelola Kelompok Swadaya Masyarakat *Green Society Organic* yang kemudian berkembang menjadi koperasi berbadan hukum, di bawah pengawasan DLH melalui perjanjian kerja sama yang mengatur target operasional, pembagian tanggung jawab, dan dukungan pembiayaan. Operasional didukung 15 tenaga kerja dan pendampingan intensif pada Juni 2024 sampai Mei 2025 yang menghasilkan sembilan prosedur operasi standar, penataan ulang alur mesin, dan perluasan pelanggan nonrumah tangga serta pasar material hingga Kota Banjarmasin. Kapasitas operasional meningkat hingga sekitar 6 ton per hari pada akhir pendampingan (Yayasan Bintari, 2025a, 2025b, 2025c). Pada kondisi awal, 58% rumah tangga belum mengikuti layanan pengumpulan dan 55% belum memilah sampah dari sumber (Yayasan Bintari, 2025a).

Analisis tematik terhadap tujuh informan menghasilkan lima tema (Tabel 5). Tema pertama menunjukkan bahwa PDU dipersepsikan memberi manfaat sosial dan ekonomi berupa peluang kerja, berkurangnya sampah liar, kebersihan lingkungan, dan produk daur ulang bernilai. Tema kedua dan ketiga menjelaskan hambatan hulu dan hilir, yakni pemilahan belum menjadi kebiasaan serta sampah masuk tercampur dan basah. Tema keempat dan kelima menyangkut pasar material yang belum stabil serta ketidaksinambungan sistem dari hulu ke hilir, yang menuntut penguatan kelembagaan, prosedur operasi standar, kapasitas sumber daya manusia, dan regulasi.

Tabel 5. Tema hasil analisis tematik wawancara mendalam

Tema	Kategori utama	Cuplikan informan
I. Manfaat sosial dan ekonomi	Peluang kerja, pengurangan sampah liar, kebersihan lingkungan, produk daur ulang bernilai ekonomi	"...adanya pengurangan sampah liar di sekitar lingkungan dan PDU juga sebagai pusat edukasi pengelolaan sampah." (Ketua RT 01 RW XIV)
II. Kesadaran dan partisipasi masyarakat	Edukasi, strategi komunikasi, perubahan perilaku, pemilahan dari sumber	"Kalau pemilahan di sumber tidak berjalan, maka PDU hanya menjadi tempat pemindahan, bukan pengolahan." (Kepala Bidang PSLB3)
III. Operasional dan teknik PDU	Kualitas sampah masuk, hambatan operasional, kendala pengangkutan, keterbatasan SDM dan sarana	"Sampah masih banyak tercampur dan basah, terutama saat musim hujan." (Kepala Bidang PSLB3)
IV. Ekonomi sirkular dan keberlanjutannya	Pemasaran hasil olahan terbatas, pasar tidak stabil, standar mutu material	"Material harus dalam kondisi bersih, kering, tidak tercampur organik, serta dipilah berdasarkan jenisnya." (Pengepul)
V. Keberlanjutan sistem PDU	Ketidaksinambungan sistem, pemeliharaan sarana, penguatan kelembagaan dan regulasi	"Perlu regulasi mewajibkan pemilahan sampah dari sumber." (Kepala UPTD Pengelolaan Sampah Terpadu)

Integrasi kedua pendekatan menunjukkan bahwa hasil kualitatif menjelaskan pola kuantitatif. Pengetahuan dan partisipasi yang tidak berpengaruh nyata sejalan dengan temuan bahwa sebagian warga telah memahami pentingnya pemilahan, tetapi terkendala ketiadaan tempat sampah terpilah di rumah, kebiasaan yang belum terbentuk, dan anggapan bahwa sampah tetap dicampur saat diangkut. Dominasi persepsi manfaat sejalan dengan manfaat nyata yang disebutkan informan. Faktor yang tidak masuk dalam model, yaitu kualitas sampah masuk, logistik pengangkutan, kapasitas sumber daya manusia, dan stabilitas pasar material, terbukti menjadi hambatan utama dan dapat menjelaskan sebagian dari 48,4% variasi yang tidak terjelaskan. Tantangan serupa pada kebijakan pemilahan dilaporkan di tempat lain (Ren dan Zuo, 2024) dan ketidakselarasan kebijakan lintas tingkat dapat membatasi kapasitas pemrosesan sampah (Zhang *et al*., 2025).

Strategi Penguatan PDU Panarung

Analisis IFAS dan EFAS menghasilkan skor tertimbang kekuatan 2,098, kelemahan 1,55, peluang 2,03, dan ancaman 1,73 (Tabel 6). Kekuatan terbesar ialah dukungan pemerintah daerah (S3; 0,367), sistem operasional yang tersedia (S7; 0,311), dan fasilitas dasar (S1; 0,302). Kelemahan terbesar ialah pemilahan sampah yang masih rendah (W2; 0,27) dan infrastruktur yang belum memadai (W5; 0,26). Peluang terbesar ialah dukungan kebijakan nasional (O1; 0,34), dukungan hibah atau program pemerintah (O6; 0,32), dan potensi lapangan kerja (O7; 0,32), sedangkan ancaman terbesar ialah kebiasaan membuang sampah campur (T2; 0,31), rendahnya partisipasi masyarakat (T1; 0,29), dan risiko TPA melebihi daya tampung (T6; 0,29).

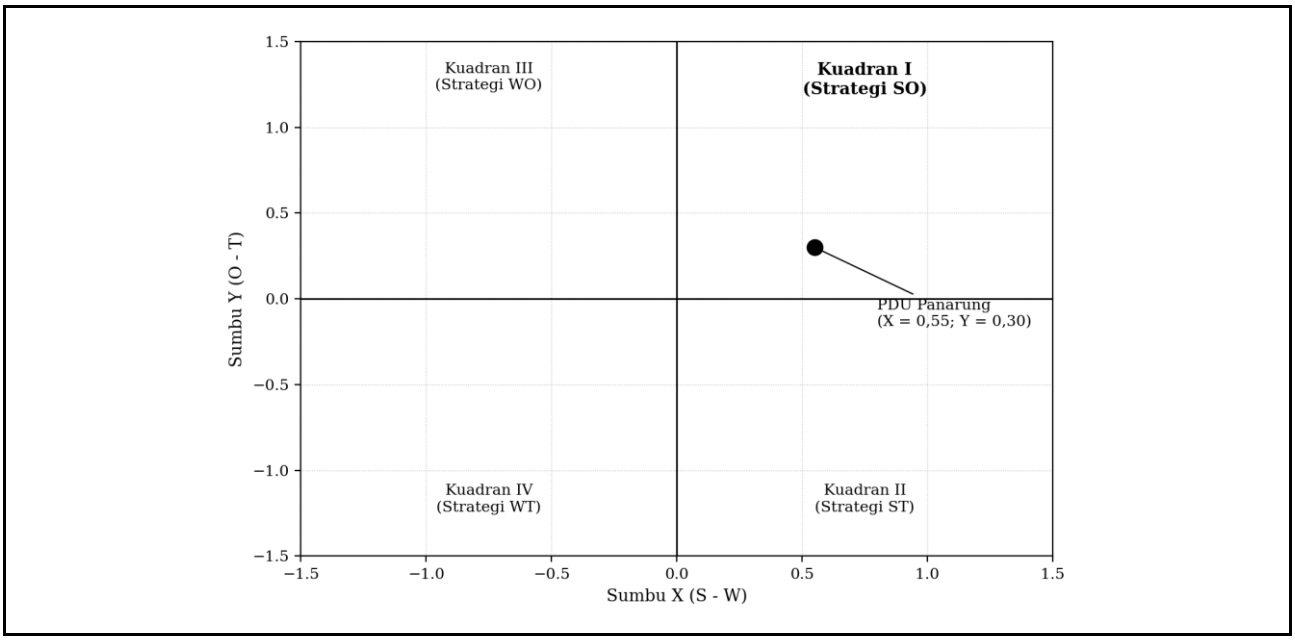
Tabel 6. Matriks IFAS dan EFAS PDU Panarung

Kode	Faktor	Bobot	Rating	Skor tertimbang
Kekuatan (total skor tertimbang 2,098)				
S1	Fasilitas dasar pengelolaan sampah tersedia	0,075	4,00	0,302
S2	Kapasitas desain PDU cukup (10 ton per hari)	0,071	3,71	0,262
S3	Dukungan pemerintah daerah	0,080	4,57	0,367
S4	PDU sebagai pusat edukasi masyarakat	0,075	3,86	0,291
S5	Potensi ekonomi material daur ulang	0,068	4,00	0,273
S6	Lokasi strategis dan mudah diakses	0,073	4,00	0,292
S7	Sistem operasional pengelolaan tersedia	0,078	4,00	0,311
Kelemahan (total skor tertimbang 1,55)				
W1	Berat sampah masuk belum optimal	0,061	3,14	0,19
W2	Pemilahan sampah dari sumber masih rendah	0,075	3,57	0,27
W3	SDM pengelola terbatas	0,071	3,14	0,22
W4	Teknologi pengolahan masih sederhana	0,066	3,14	0,21
W5	Infrastruktur pendukung belum memadai	0,075	3,43	0,26
W6	Sistem manajemen dan monitoring belum optimal	0,063	3,00	0,19
W7	Ketergantungan pada dana pemerintah	0,068	3,14	0,21
Peluang (total skor tertimbang 2,03)				
O1	Dukungan kebijakan nasional	0,078	4,43	0,34

Kode	Faktor	Bobot	Rating	Skor tertimbang
O2	Tren ekonomi sirkular meningkat	0,078	4,00	0,31
O3	Potensi kemitraan dengan sektor swasta	0,065	3,86	0,25
O4	Kesadaran lingkungan masyarakat meningkat	0,065	3,14	0,20
O5	Pengembangan teknologi pengolahan	0,073	3,86	0,28
O6	Dukungan hibah atau program pemerintah	0,078	4,14	0,32
O7	Potensi penciptaan lapangan kerja	0,080	4,00	0,32
Ancaman (total skor tertimbang 1,73)				
T1	Rendahnya partisipasi masyarakat	0,075	3,86	0,29
T2	Kebiasaan membuang sampah campur	0,078	4,00	0,31
T3	Fluktuasi harga material daur ulang	0,068	3,43	0,23
T4	Persaingan dengan sektor informal	0,060	2,86	0,17
T5	Keterbatasan anggaran pemerintah daerah	0,068	3,57	0,24
T6	Risiko TPA melebihi daya tampung	0,075	3,86	0,29
T7	Kurangnya koordinasi antarlembaga	0,063	3,14	0,20

Keterangan: skor tertimbang = bobot × rating. Penilaian dilakukan oleh tujuh informan kunci.

Koordinat posisi PDU ialah X = S - W = 2,098 - 1,55 = 0,55 dan Y = O - T = 2,03 - 1,73 = 0,30, sehingga PDU berada pada Kuadran I (Gambar 1). Posisi ini menunjukkan bahwa kekuatan internal melampaui kelemahan dan peluang eksternal melampaui ancaman, sehingga strategi agresif berorientasi pertumbuhan (*Strength Opportunity*) paling sesuai. Selisih yang relatif kecil, terutama pada sumbu Y, mengingatkan bahwa keunggulan posisi ini belum kokoh dan ancaman tetap perlu dikelola (Ibrahim dan Farag, 2025).



Gambar 1. Posisi PDU Panarung pada matriks SWOT (X = 0,55; Y = 0,30)

Tabel 7. Strategi SO penguatan PDU Panarung

Strategi	Kekuatan yang dimanfaatkan	Peluang yang dioptimalkan
SO-1: Penguatan edukasi berbasis dukungan pemerintah	S3 (dukungan pemerintah daerah), S4 (peran edukatif PDU)	O1 (kebijakan nasional), O4 (kesadaran masyarakat meningkat)
SO-2: Pengembangan teknologi daur ulang	S2 (kapasitas desain 10 ton per hari), S7 (sistem operasional tersedia)	O2 (tren ekonomi sirkular), O5 (inovasi teknologi)
SO-3: Penguatan kemitraan sektor swasta	S5 (potensi ekonomi material), S6 (lokasi strategis)	O3 (kemitraan swasta), O7 (penciptaan lapangan kerja)

Strategi SO-1 memanfaatkan dukungan pemerintah daerah (S3, skor tertinggi) dan fungsi edukatif PDU (S4) untuk menangkap dukungan kebijakan nasional (O1) dan meningkatnya kesadaran masyarakat (O4). Strategi ini menjawab hambatan utama yang ditemukan, yaitu rendahnya pemilahan. Edukasi perlu diarahkan pada pembentukan kebiasaan dan kepercayaan terhadap

sistem pengangkutan terpilah, bukan hanya peningkatan pengetahuan, mengingat pengetahuan tidak berpengaruh nyata pada model regresi. Pendidikan memengaruhi perilaku pengelolaan sampah jangka panjang (Saseanu *et al*., 2019) dan partisipasi publik menjadi syarat ekonomi sirkular plastik (Pambudi *et al*., 2025). Edukasi perlu dipadukan dengan penyediaan tempat sampah terpilah dan, sebagaimana diusulkan informan, regulasi wajib pilah.

Strategi SO-2 memanfaatkan kapasitas desain 10 ton per hari (S2) dan sistem operasional yang telah berjalan (S7) untuk menangkap tren ekonomi sirkular (O2) dan inovasi teknologi (O5). Pemanfaatan kapasitas yang baru 65% serta pemilahan semi manual yang menyerap biaya tenaga kerja 76,8% menunjukkan bahwa peningkatan teknologi pemilahan dan pengolahan organik berpotensi menaikkan mutu material dan nilai tambah, sejalan dengan arah model bisnis ekonomi sirkular pada sektor pengelolaan sampah (Puntillo, 2023).

Strategi SO-3 memanfaatkan potensi ekonomi material daur ulang (S5) dan lokasi strategis (S6) untuk menggalang kemitraan dengan sektor swasta (O3) dan menciptakan lapangan kerja (O7). Strategi ini penting karena pendapatan baru menutup 42,8% biaya dan ketergantungan pada dana pemerintah masih tinggi (W7). Kemitraan dapat mencakup industri daur ulang, pelaku usaha, lembaga keuangan, dan program tanggung jawab sosial perusahaan, serta pelibatan pengepul dan sektor informal dalam rantai nilai (Sembiring dan Nitivattananon, 2010; Wijayanti dan Suryani, 2015). Ketiga strategi saling melengkapi: edukasi memperbaiki kualitas sampah masuk, teknologi menaikkan efisiensi dan mutu material, dan kemitraan menstabilkan pasar serta pembiayaan. Keberlanjutan pengelolaan sampah perkotaan bersifat multidimensi sehingga memerlukan pendekatan terpadu (Khosravani *et al*., 2023; Margaretha, 2025).

Beberapa keterbatasan perlu dicatat. Peubah terikat berupa dukungan masyarakat adalah sikap, bukan kinerja PDU, dan seluruh peubah diukur melalui persepsi pada satu waktu sehingga hubungan yang ditemukan bersifat asosiatif. Koefisien terstandarisasi tidak dilaporkan, dan taraf signifikansi 10% lebih longgar daripada 5%. Penilaian bobot dan rating SWOT berasal dari tujuh informan yang sama dengan informan wawancara, sehingga posisi kuadran bersifat indikatif. Penelitian ini juga hanya mencakup satu fasilitas pada tahap awal operasi, dan data timbulan bersumber dari wawancara serta data operasional, bukan penimbangan harian jangka panjang.

KESIMPULAN

1. PDU Panarung efektif mengalihkan sampah dari TPA (*diversion rate* 77,23%), tetapi kapasitas baru dimanfaatkan 65% (6,5 dari 10 ton per hari) dan kontribusinya baru sekitar 3,1% dari timbulan kota. Secara ekonomi, pendapatan Rp 19.550.000 per bulan hanya menutup 42,8% biaya Rp 45.713.000, sehingga terdapat defisit Rp 26.163.000 per bulan dan PDU belum mandiri secara finansial.
2. Dukungan masyarakat terhadap keberlanjutan PDU dipengaruhi nyata oleh persepsi manfaat sosial dan ekonomi (B = 0,528) dan sikap kepedulian lingkungan (B = 0,186), dengan model yang menjelaskan 51,6% variasi. Pengetahuan dan partisipasi tidak berpengaruh nyata.
3. Analisis tematik menunjukkan bahwa kontribusi PDU terhadap ekonomi sirkular dan kelembagaan tertahan oleh sampah masuk yang tercampur dan basah, keterbatasan SDM dan armada, pasar material yang belum stabil, serta belum adanya kewajiban pemilahan dari sumber.
4. PDU berada pada Kuadran I (X = 0,55; Y = 0,30) sehingga strategi agresif SO direkomendasikan, yaitu penguatan edukasi berbasis dukungan pemerintah, pengembangan teknologi daur ulang, dan penguatan kemitraan dengan sektor swasta. Penguatan perlu dilakukan terpadu dari hulu ke hilir, termasuk kebijakan wajib pilah dan penyediaan tempat sampah terpilah, dan penelitian lanjutan disarankan mengkaji rantai pasok material daur ulang serta kondisi finansial kelembagaan PDU.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya, pengelola PDU Panarung (Koperasi *Green Society Organic*), Lurah Panarung, para informan kunci, para responden, serta seluruh civitas akademika Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Asih, A.M.S., Prasetyo, D.H. dan Sopha, B.M. (2026) 'Household recycling behavior and community-based waste management: an agent-based modeling of socioeconomic heterogeneity in urban Indonesia', *Journal of Environmental Management*, 399. Tersedia di:

https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2026.128658

Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya (2026) *Kota Palangka Raya dalam angka 2026*. Palangka Raya: BPS Kota Palangka Raya.

Benzaghta, M.A., Elwalda, A., Mousa, M., Erkan, I. dan Rahman, M. (2021) 'SWOT analysis applications: an integrative literature review', *Journal of Global Business Insights*, 6(1), hal. 55-73. Tersedia di: https://doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148

Cameron, R. (2009) 'A sequential mixed model research design: design, analytical and display issues', *International Journal of Multiple Research Approaches*, 3(2), hal. 140-152. Tersedia di: https://doi.org/10.5172/mra.3.2.140

Effendy, W.P. (2020) 'Evaluasi program pengelolaan sampah organik menggunakan Black Soldier Fly (BSF) di Pusat Daur Ulang Sampah Jambangan Kota Surabaya', *Publika*, 8(1), hal. 1-7.

Gebrekidan, T.K., Weldemariam, N.G., Hidru, H.D., Gebremedhin, G.G. dan Weldemariam, A.K. (2024) 'Impact of improper municipal solid waste management on fostering One Health approach in Ethiopia: challenges and opportunities. A systematic review', *Science in One Health*, 3, artikel 100081. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.soh.2024.100081

Huang, S., Wang, H., Ahmad, W., Ahmad, A., Vatin, N.I., Mohamed, A.M., Deifalla, A.F. dan Mehmood, I. (2022) 'Plastic waste management strategies and their environmental aspects: a scientometric analysis and comprehensive review', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), artikel 4556. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/ijerph19084556

Ibrahim, M. dan Farag, H. (2025) 'The role of SWOT analysis in enhancing business growth and long-term management sustainability', *Management Science Advances*, 2(1), hal. 304-329.

Kaza, S. dkk. (2018) *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank. Tersedia di: https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0

Kementerian Lingkungan Hidup (2025) *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN): data timbulan dan pengelolaan sampah tahun 2025*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.

Khosravani, F., Abbasi, E., Choobchian, S. dan Ghazizade, M.J. (2023) 'A comprehensive study on criteria of sustainable urban waste management system: using content analysis', *Scientific Reports*, 13, artikel 22526. Tersedia di: https://doi.org/10.1038/s41598-023-49187-x

Mandira, I.M.C. dan Damayanti, G.A.A.P.C. (2023) 'Analysis of SWOT, IFAS, EFAS, and BLC in the heavy equipment industry in Bali', *JRMSI: Jurnal Riset Manajemen Sains Indonesia*, 14(2), hal. 21-32. Tersedia di: https://doi.org/10.21009/jrmsi.014.2.03

Margaretha, R. (2025) 'Strategic SWOT analysis of municipal solid waste management and waste bank system in Bandung City: toward a circular and sustainable urban future', *Journal Governance Bureaucratic Review*, 2(3), hal. 146-157. Tersedia di: https://doi.org/10.31629/jgbr.v2i3.7962

Miftahorrozi, M., Khan, S. dan Bhatti, M.I. (2022) 'Waste bank-socio-economic empowerment nexus in Indonesia: the stance of Maqasid al-Shari‘ah', *Journal of Risk and Financial Management*, 15(7), artikel 294. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/jrfm15070294

O'Cathain, A. (2019) 'Mixed methods research', dalam *Qualitative research in health care*. Hoboken: Wiley, hal. 169-180. Tersedia di: https://doi.org/10.1002/9781119410867.ch12

Pambudi, N.F., Simatupang, T.M., Samarakoon, S.M.K., Mulyono, N.B., Ratnayake, R.M.C. dan Okdinawati, L. (2025) 'Enhancing public participation in plastic waste management for a sustainable circular economy: insights from Indonesia', *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 27(5), hal. 3366-3389. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10163-025-02294-5

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029. Jakarta: Sekretariat Negara.

Phan, T.T.T., Nguyen, V.V., Nguyen, H.T.T. dan Lee, C.H. (2022) 'Integrating citizens' importance-performance aspects into sustainable plastic waste management in Danang, Vietnam', *Sustainability*, 14(16), artikel 10324. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su141610324

Puntillo, P. (2023) 'Circular economy business models: towards achieving sustainable development goals in the waste management

sector. Empirical evidence and theoretical implications', *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 30(2), hal. 941-954. Tersedia di: https://doi.org/10.1002/csr.2398

Ren, Z. dan Zuo, G. (2024) 'Challenges of implementing municipal solid waste separation policy in China', *Sustainability*, 16(18), artikel 8081. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su16188081

Salmenperä, H. (2021) 'Different pathways to a recycling society: comparison of the transitions in Austria, Sweden and Finland', *Journal of Cleaner Production*, 292, artikel 125986. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125986

Saseanu, A.S., Gogonea, R.M., Ghita, S.I. dan Zaharia, R.Ş. (2019) 'The impact of education and residential environment on long-term waste management behavior in the context of sustainability', *Sustainability*, 11(14), artikel 3775. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su11143775

Sekito, T., Prayogo, T.B., Meidiana, C., Shimamoto, H. dan Dote, Y. (2019) 'Estimating the flow of recyclable items and potential revenue at a waste bank: the case in Malang City, Indonesia', *Environment, Development and Sustainability*, 21(6), hal. 2979-2995. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10668-018-0175-2

Sembiring, E. dan Nitivattananon, V. (2010) 'Sustainable solid waste management toward an inclusive society: integration of the informal sector', *Resources, Conservation and Recycling*. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.12.010

Squires, V. (2023) 'Thematic analysis', dalam Okoko, J.M., Tunison, S. dan Walker, K.D. (eds.) *Varieties of qualitative research methods: selected contextual perspectives*. Cham: Springer, hal. 463-468. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/978-3-031-04394-9_72

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Sekretariat Negara.

Voukkali, I., Papamichael, I., Loizia, P. dan Zorpas, A.A. (2024) 'Urbanization and solid waste production: prospects and challenges', *Environmental Science and Pollution Research*, 31(12), hal. 17678-17689. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s11356-023-27670-2

Wijayanti, D.R. dan Suryani, S. (2015) 'Waste bank as community-based environmental governance: a lesson learned from Surabaya', *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 184, hal. 171-179. Tersedia di: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.077

Yayasan Bintari (2025a) *Laporan akhir kegiatan pengembangan kapasitas operator Pusat Daur Ulang (PDU) Kota Palangka Raya*. Semarang: Yayasan Bintari.

Yayasan Bintari (2025b) *Panduan dan prosedur operasi standar PDU Kota Palangka Raya*. Semarang: Yayasan Bintari.

Yayasan Bintari (2025c) *Rekomendasi tindak lanjut pengembangan PDU Kota Palangka Raya*. Semarang: Yayasan Bintari.

Zainul Ikhwan, Harahap, R.H., Andayani, L.S. dan Mulya, M.B. (2021) 'Model of the importance of socio-cultural in waste management on Penyengat Island', *Lakhomi Journal: Scientific Journal of Culture*, 2(4), hal. 142-147. Tersedia di: https://doi.org/10.33258/lakhomi.v2i4.532

Zhang, D., Li, J. dan Lou, S. (2024) 'Reducing environmental pollution: what affects the waste sorting of Chinese urban residents? The theory of planned behavior with community convenience', *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 26(4), hal. 2084-2098. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s10163-024-01943-5

Zhang, J., Wang, Y. dan Lyu, W. (2025) 'How policy misalignment shapes the municipal solid waste disposal capacity: a multi-level governance analysis', *Sustainability*, 17(23), artikel 10776. Tersedia di: https://doi.org/10.3390/su172310776

PENGARUH REGISTRASI KEBUN TERHADAP LINGKUNGAN, SOSIAL EKONOMI, DAN PENDAPATAN PETANI BUAH DI KOTA PALANGKA RAYA

(The Effect of Garden Registration on the Environment, Socioeconomic Conditions, and Income of Fruit Farmers in Palangka Raya City)

Raisa Novita[1)], Yuni Erlina[1)], Susi Kresnatita[1)], Vera Amelia[1)], Fengky F. Adji[1)], Untung Darung[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Garden registration is intended to ensure that horticultural farming applies Good Agricultural Practices (GAP), yet farmers' income has not always improved after registration. This study analyzed the effect of garden registration on the garden environment, farmers' socioeconomic conditions, and farmers' income in Palangka Raya City. An explanatory quantitative survey was conducted in 2025 on all 32 registered fruit gardens (census) using a five-point Likert questionnaire. Data were analyzed descriptively and using partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in SmartPLS 4, covering the outer model, model fit, inner model, and bootstrapping. All indicators were valid (loadings 0.817 to 0.945) and reliable (Cronbach's alpha 0.836 to 0.927). Garden registration significantly affected the environment (β = 0.519; t = 3.485) and socioeconomic conditions (β = 0.512; t = 3.945), but did not directly affect income (β = −0.145; t = 0.961). The environment did not significantly affect income (β = 0.177; t = 0.687), whereas socioeconomic conditions did (β = 0.723; t = 2.964). Registration affected income indirectly through socioeconomic conditions (β = 0.370; t = 2.153) but not through the environment (β = 0.092; t = 0.594). The model explained 62.7% of the variance in income, although SRMR (0.170) and NFI (0.457) indicated poor model fit. Registration therefore needs to be accompanied by farmer capacity building, capital access, institutional strengthening, and market linkages.

Keywords: farmer income; garden registration; Good Agricultural Practices; PLS-SEM; socioeconomic

ABSTRAK

Registrasi kebun bertujuan memastikan usaha tani hortikultura menerapkan Good Agricultural Practices (GAP), tetapi pendapatan petani belum selalu meningkat setelah kebun teregistrasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh registrasi kebun terhadap lingkungan kebun, sosial ekonomi petani, dan pendapatan petani buah di Kota Palangka Raya. Survei kuantitatif eksplanatori dilaksanakan pada tahun 2025 terhadap seluruh 32 kebun buah teregistrasi (sensus) menggunakan kuesioner berskala Likert 1 sampai 5. Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan *partial least squares structural equation modeling* (PLS-SEM) pada SmartPLS 4, meliputi *outer model*, kesesuaian model, *inner model*, dan *bootstrapping*. Seluruh indikator dinyatakan valid (*loading* 0,817 sampai 0,945) dan reliabel (*Cronbach's alpha* 0,836 sampai 0,927). Registrasi kebun berpengaruh signifikan terhadap lingkungan (β = 0,519; t = 3,485) dan sosial ekonomi (β = 0,512; t = 3,945), tetapi tidak berpengaruh langsung terhadap pendapatan (β = −0,145; t = 0,961). Lingkungan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendapatan (β = 0,177; t = 0,687), sedangkan sosial ekonomi berpengaruh signifikan (β = 0,723; t = 2,964). Registrasi berpengaruh tidak langsung terhadap pendapatan melalui sosial ekonomi (β = 0,370; t = 2,153), tetapi tidak melalui lingkungan (β = 0,092; t = 0,594). Model menjelaskan 62,7% variasi pendapatan, meskipun SRMR (0,170) dan NFI (0,457) menunjukkan kesesuaian model yang kurang baik. Registrasi kebun perlu disertai peningkatan kapasitas petani, akses modal, penguatan kelembagaan, dan keterhubungan dengan pasar.

Kata kunci: *Good Agricultural Practices*; pendapatan petani; PLS-SEM; registrasi kebun; sosial ekonomi

PENDAHULUAN

Hortikultura merupakan subsektor pertanian yang berpotensi besar mendukung pertumbuhan ekonomi, karena dapat meningkatkan pendapatan petani melalui penambahan nilai produk, perluasan peluang usaha, dan penciptaan kesempatan kerja. Untuk menghasilkan buah dan sayuran yang aman, pemerintah mengatur praktik produksi yang baik melalui penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) sebagaimana tertuang dalam Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang

Keamanan Pangan dan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 62/Permentan/OT.140/10/2010 tentang registrasi kebun atau lahan usaha hortikultura (Menteri Pertanian, 2010). Usaha tani berstandar GAP menjadi dasar budidaya yang sesuai dengan tuntutan pasar, sekaligus alat kompetisi dan pelindung pelaku usaha dalam perdagangan internasional (Sjamsijah dkk., 2022).

Registrasi kebun adalah proses pemberian nomor pendaftaran kepada kebun atau lahan usaha yang telah menerapkan GAP dan prosedur operasional standar. Registrasi mencatat secara formal lokasi, komoditas, luas lahan, dan identitas pelaku usaha, sehingga kegiatan budidaya terpantau, legal, dan dapat ditelusuri asal-usulnya (Badan Karantina Pertanian, 2014). Registrasi juga menyediakan landasan pengawasan dampak lingkungan. Hal ini relevan bagi Kota Palangka Raya yang berada pada dataran rendah beriklim tropis basah dengan dominasi tanah gambut, karena aktivitas pertanian yang tidak terkelola dengan baik dapat menurunkan pH tanah, menurunkan permukaan air tanah, dan mendegradasi lapisan gambut akibat oksidasi dan kebakaran. Pengaruh registrasi kebun terhadap penerapan praktik budidaya yang tertib juga telah dilaporkan pada kegiatan registrasi kebun manggis untuk menunjang ekspor (Mega dkk., 2020).

Menurut data Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah (2023), kebun atau lahan usaha hortikultura di Kota Palangka Raya yang telah diregistrasi pada tahun 2022 dan 2023 berjumlah 32 kebun. Produksi buah di Kota Palangka Raya pada tahun 2024 tercatat 1.571.732 kuintal (Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya, 2024), sehingga komoditas buah memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan apabila dikelola secara profesional. Budidaya hortikultura sebagian besar masih dilakukan secara tradisional, tetapi kebijakan registrasi mendorong petani menerapkan GAP untuk meningkatkan efisiensi produksi, keamanan pangan, dan kepastian legalitas usaha, serta membuka akses terhadap Kredit Usaha Rakyat (KUR), bantuan benih bersertifikat, pelatihan manajemen usaha, dan sertifikasi produk.

Namun, pengamatan lapangan menunjukkan bahwa belum semua kebun buah di Kota Palangka Raya mengalami peningkatan pendapatan yang signifikan setelah registrasi. Pada beberapa kebun yang telah menerima nomor registrasi, harga jual produk tidak berbeda jauh dari kebun yang belum teregistrasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh (1) registrasi kebun terhadap lingkungan kebun buah, sosial ekonomi petani, dan pendapatan petani; (2) lingkungan kebun buah dan sosial ekonomi petani terhadap pendapatan petani; serta (3) registrasi kebun terhadap pendapatan petani melalui lingkungan kebun buah dan melalui sosial ekonomi petani.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Tempat, dan Sampel

Penelitian dilaksanakan pada kebun buah yang telah memperoleh registrasi kebun di Kota Palangka Raya selama tiga bulan (Agustus sampai Oktober 2025), dan kuesioner disebarkan pada 4 sampai 30 September 2025. Kebun yang diteliti berada di Wisata Agro Lingkar Luar Larosa (Kelurahan Bukit Tunggal), Agrowisata Cipta Rasa (Kelurahan Kereng Bangkirai), Kelompok Tani Oibama (Kelurahan Pager), dan Kelompok Tani Kalteng Jaya (Kelurahan Petuk Barunai). Populasi adalah 32 kebun buah yang telah diregistrasi, dan seluruhnya dijadikan sampel melalui teknik sampling jenuh (sensus) (Sugiyono, 2017). Seluruh 32 kuesioner terisi lengkap.

Desain dan Variabel Penelitian

Penelitian ini merupakan *explanatory research* yang menguji hubungan antarvariabel berdasarkan hipotesis (Sugiyono, 2017). Variabel eksogen adalah registrasi kebun (X) dengan lima indikator: identitas pemilik atau kelompok (X1), data luas lahan (X2), komoditas yang diusahakan (X3), legalitas dan sertifikasi kepemilikan izin usaha (X4), serta catatan produksi dan penjualan, rantai pasok, dan pembeli atau keterlacakan (X5). Variabel intervening adalah lingkungan (Z1) dengan tiga indikator, yaitu penggunaan pestisida, penggunaan pupuk, dan pengelolaan limbah, serta sosial ekonomi (Z2) dengan lima indikator, yaitu umur dan pendidikan, pengalaman bertani, jumlah tanggungan keluarga, modal, dan kelembagaan petani. Variabel endogen adalah pendapatan petani (Y) dengan tiga indikator, yaitu jumlah produksi, biaya produksi, dan harga jual. Tujuh hipotesis diuji: pengaruh X terhadap Z1 (H1), Z2 (H2), dan Y (H3); pengaruh Z1 terhadap Y (H4); pengaruh Z2 terhadap Y (H5); serta pengaruh tidak langsung X terhadap Y melalui Z1 (H6) dan Z2 (H7).

Pengumpulan dan Analisis Data

Data primer dikumpulkan melalui kuesioner tertutup berskala Likert 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju) yang diisi sendiri oleh responden atau diisikan peneliti berdasarkan wawancara, dan data sekunder diperoleh melalui dokumentasi dari dinas terkait. Skor rata-rata indikator dikelompokkan menjadi sangat rendah (1,00 sampai 1,79), rendah (1,80 sampai 2,59), sedang (2,60 sampai 3,39), tinggi (3,40 sampai 4,19), dan sangat tinggi (4,20 sampai 5,00).

Data dianalisis secara deskriptif dan menggunakan PLS-SEM pada SmartPLS 4, yang tidak mensyaratkan data berdistribusi normal dan dapat diterapkan pada sampel kecil (Ghozali dan Latan, 2020; Mulanda dkk., 2023). Model pengukuran (*outer model*) dievaluasi melalui validitas konvergen (*loading* > 0,70), validitas diskriminan (kriteria Fornell-Larcker dan *cross loading*), serta reliabilitas (*Cronbach's alpha* dan *composite reliability* > 0,70). Kesesuaian model dinilai menggunakan SRMR, NFI, *goodness of fit* (GoF = akar dari rerata AVE dikali rerata R^2), dan Q^2. Model struktural (*inner model*) dievaluasi melalui R^2 (kuat 0,75; sedang 0,50; lemah 0,25) (Ghozali, 2018), *effect size* f^2 (kuat ≥ 0,35; sedang 0,15 sampai 0,35; lemah 0,02 sampai 0,15) (Hair dkk., 2014), dan uji hipotesis melalui *bootstrapping*. Pengaruh dinyatakan signifikan apabila t statistik ≥ 1,96 dan p ≤ 0,05, dan pengaruh tidak langsung dihitung dari perkalian koefisien jalur (Baron dan Kenny, 1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Responden adalah 32 petani buah berusia 29 sampai 63 tahun. Seluruh responden berjenis kelamin laki-laki dan berstatus kawin (Tabel 1), yang menunjukkan bahwa usaha tani buah umumnya dikelola oleh kepala keluarga sebagai sumber utama pendapatan rumah tangga. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa peran perempuan dalam pembangunan pertanian masih terbatas (Setiawan, 2024). Pendidikan responden terdiri atas lulusan SMA (71,9%) dan sarjana (28,1%). Petani berpendidikan menengah ke atas cenderung lebih terbuka terhadap informasi baru dan teknologi (Munte, 2025), sehingga komposisi ini memberi peluang peningkatan kualitas pengelolaan usaha tani.

Tabel 1. Karakteristik responden petani buah teregistrasi di Kota Palangka Raya (n = 32)

Karakteristik	Kategori	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Jenis kelamin	Laki-laki	32	100,0
Status perkawinan	Kawin	32	100,0
Pendidikan	SMA	23	71,9
	Sarjana	9	28,1
Pengalaman bertani	1 sampai 5 tahun	11	34,4
	6 sampai 10 tahun	21	65,6
Luas lahan (ha)	0,5	12	37,5
	0,75	1	3,1
	1,0	10	31,3
	2,0	9	28,1
Komoditas utama	Semangka	14	43,8
	Jeruk	6	18,8
	Lainnya (alpukat, durian, jambu biji, jambu air, lengkeng, matoa, pisang, pepaya)	12	37,5

Keterangan: Sumber: data primer diolah, 2025.

Sebagian besar petani mengelola lahan 0,5 sampai 1 ha (71,9%) yang tergolong petani kecil, dan komoditas yang paling banyak diusahakan adalah semangka (43,8%) dan jeruk (18,8%). Sebanyak 65,6% responden telah bertani selama 6 sampai 10 tahun dan tidak ada yang berpengalaman lebih dari 10 tahun, sehingga usaha tani mereka berada pada tahap kematangan awal.

Deskripsi Persepsi Responden

Skor rata-rata variabel registrasi kebun (3,79), lingkungan (3,79), sosial ekonomi (3,72), dan pendapatan petani (3,86) seluruhnya berada pada kategori tinggi (Tabel 2). Pada variabel registrasi kebun, indikator catatan produksi, penjualan, dan keterlacakan memperoleh skor tertinggi (3,84), sedangkan data luas lahan memperoleh skor terendah (3,72). Pada variabel lingkungan, penggunaan pestisida memperoleh skor tertinggi (3,91), dan pengelolaan limbah terendah (3,72). Jawaban netral pada sebagian besar indikator (sekitar 28% sampai 50% responden) menunjukkan bahwa sebagian petani belum memiliki pandangan yang tegas terhadap praktik tersebut.

Pada variabel sosial ekonomi, pengalaman bertani (4,00) dan jumlah tanggungan keluarga (3,94) memperoleh skor tertinggi, sedangkan kelembagaan petani memperoleh skor terendah (3,31, kategori sedang) karena tidak semua responden terlibat dalam kelembagaan petani. Modal juga tergolong rendah (3,56), yang mencerminkan belum meratanya akses terhadap

pembiayaan seperti KUR. Pada variabel pendapatan, harga jual memperoleh skor tertinggi (3,94), disusul biaya produksi (3,84) dan jumlah produksi (3,81).

Tabel 2. Skor rata-rata persepsi responden terhadap indikator penelitian (n = 32)

Kode	Indikator	Rerata skor	Kategori
X	**Registrasi kebun**	**3,79**	**Tinggi**
X1	Identitas pemilik atau kelompok	3,81	Tinggi
X2	Data luas lahan	3,72	Tinggi
X3	Komoditas yang diusahakan	3,78	Tinggi
X4	Legalitas dan sertifikasi kepemilikan izin usaha	3,78	Tinggi
X5	Catatan produksi dan penjualan, rantai pasok, dan pembeli (keterlacakan)	3,84	Tinggi
Z1	**Lingkungan**	**3,79**	**Tinggi**
Z1.1	Penggunaan pestisida	3,91	Tinggi
Z1.2	Penggunaan pupuk	3,75	Tinggi
Z1.3	Pengelolaan limbah	3,72	Tinggi
Z2	**Sosial ekonomi**	**3,72**	**Tinggi**
Z2.1	Umur dan tingkat pendidikan	3,78	Tinggi
Z2.2	Pengalaman bertani	4,00	Tinggi
Z2.3	Jumlah tanggungan keluarga	3,94	Tinggi
Z2.4	Modal	3,56	Tinggi
Z2.5	Kelembagaan petani	3,31	Sedang
Y	**Pendapatan petani**	**3,86**	**Tinggi**
Y1	Jumlah produksi	3,81	Tinggi
Y2	Biaya produksi	3,84	Tinggi
Y3	Harga jual	3,94	Tinggi

Keterangan: Sumber: data primer diolah, 2025.

Evaluasi Model Pengukuran (Outer Model)

Seluruh indikator memiliki *outer loading* di atas 0,70 (0,817 sampai 0,945), sehingga memenuhi validitas konvergen (Tabel 3). Validitas diskriminan juga terpenuhi karena akar AVE setiap konstruk (0,856 sampai 0,895) lebih besar daripada korelasinya dengan konstruk lain, dan setiap indikator memiliki *loading* tertinggi pada konstruk asalnya pada uji *cross loading*. Nilai *Cronbach's alpha* dan *composite reliability* seluruh konstruk berada pada 0,836 sampai 0,927, di atas batas 0,70, sehingga instrumen dinyatakan reliabel.

Kesesuaian Model (Model Fit)

Kesesuaian model disajikan pada Tabel 4. Nilai SRMR (0,170) berada di atas batas yang disyaratkan dan NFI (0,457) jauh di bawah 0,90, sehingga model belum menunjukkan kesesuaian yang baik berdasarkan kedua indikator tersebut. Sebaliknya, GoF sebesar 0,539 (dihitung dari rerata AVE 0,753 dan rerata R^2 0,386) termasuk kategori besar (≥ 0,36), dan nilai Q^2 seluruh konstruk endogen lebih besar daripada nol (Pendapatan 0,400; Lingkungan 0,197; Sosial ekonomi 0,171), yang menunjukkan relevansi prediktif model. Perbedaan hasil antarindikator ini menuntut kehati-hatian dalam menafsirkan koefisien jalur.

Tabel 3. Hasil uji validitas, reliabilitas, dan koefisien determinasi konstruk

Konstruk	Rentang *loading*	Alpha	CR	AVE	R^2	Q^2
Registrasi kebun (X)	0,845 sampai 0,907	0,927	0,927	0,775		
Lingkungan (Z1)	0,835 sampai 0,945	0,874	0,874	0,800	0,269	0,197
Sosial ekonomi (Z2)	0,817 sampai 0,901	0,908	0,908	0,732	0,263	0,171
Pendapatan petani (Y)	0,849 sampai 0,897	0,836	0,836	0,753	0,627	0,400

Keterangan: Alpha = *Cronbach's alpha*; CR = *composite reliability*; AVE = *average variance extracted*. Sumber: data primer diolah, 2025.

Tabel 4. Hasil uji kesesuaian model

Indikator	Saturated model	Estimated model	Kriteria
SRMR	0,106	0,170	< 0,10
d_ULS	1,527	3,938	Nilai kecil
d_G	5,153	5,615	Nilai kecil
Chi-square	394,686	405,121	Nilai kecil
NFI	0,471	0,457	≥ 0,90
GoF		0,539	≥ 0,36 (besar)

Keterangan: Sumber: data primer diolah, 2025.

Evaluasi Model Struktural (Inner Model)

Nilai R^2 pendapatan petani sebesar 0,627 (R^2 adjusted 0,587) menunjukkan bahwa registrasi kebun, lingkungan, dan sosial ekonomi menjelaskan 62,7% variasi pendapatan, tergolong sedang menurut kriteria Ghozali (2018). Nilai R^2 lingkungan (0,269) dan sosial ekonomi (0,263) tergolong lemah, yang berarti registrasi kebun hanya menjelaskan sekitar seperempat variasi kedua variabel tersebut. Ukuran efek (f^2) menunjukkan bahwa registrasi kebun berpengaruh kuat terhadap lingkungan (0,368) dan sosial ekonomi (0,356), sedangkan pengaruhnya terhadap pendapatan (0,039) dan pengaruh lingkungan terhadap pendapatan (0,037) lemah. Sosial ekonomi memiliki pengaruh terbesar terhadap pendapatan (f^2 = 0,626).

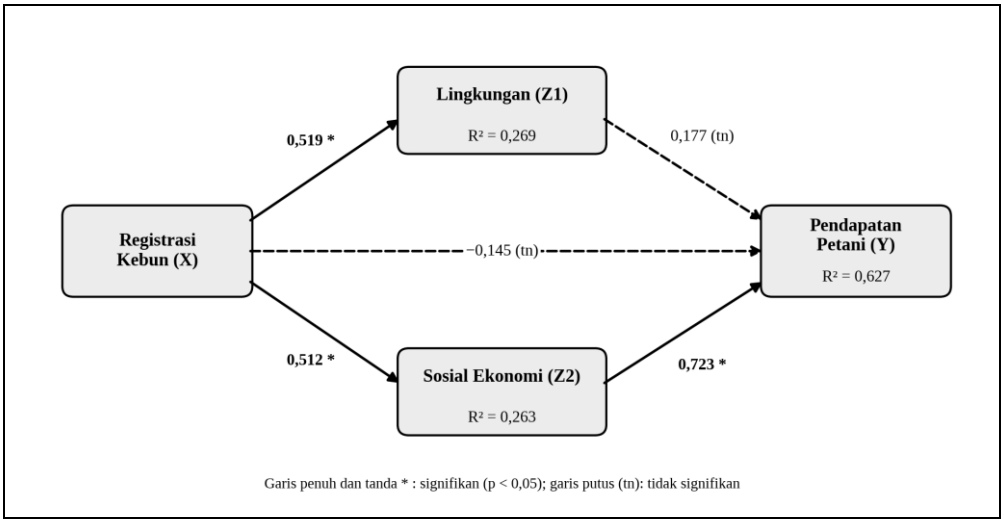
Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian hipotesis disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 1. Dari tujuh hipotesis, empat hipotesis diterima (H1, H2, H5, dan H7) dan tiga hipotesis ditolak (H3, H4, dan H6).

Tabel 5. Hasil uji hipotesis pengaruh langsung dan tidak langsung

Hipotesis	Jalur	Koefisien	t	p	f^2	Keputusan
H1	Registrasi kebun → Lingkungan	0,519	3,485	< 0,001	0,368	Diterima
H2	Registrasi kebun → Sosial ekonomi	0,512	3,945	< 0,001	0,356	Diterima
H3	Registrasi kebun → Pendapatan petani	−0,145	0,961	0,337	0,039	Ditolak
H4	Lingkungan → Pendapatan petani	0,177	0,687	0,492	0,037	Ditolak
H5	Sosial ekonomi → Pendapatan petani	0,723	2,964	0,003	0,626	Diterima
H6	Registrasi kebun → Lingkungan → Pendapatan petani	0,092	0,594	0,552		Ditolak
H7	Registrasi kebun → Sosial ekonomi → Pendapatan petani	0,370	2,153	0,031		Diterima

Keterangan: Pengaruh signifikan apabila t ≥ 1,96 dan p < 0,05. Sumber: data primer diolah (*bootstrapping*), 2025.



Gambar 1. Hasil model struktural: koefisien jalur dan R^2 setiap konstruk

Pengaruh Registrasi Kebun terhadap Lingkungan dan Sosial Ekonomi

Registrasi kebun berpengaruh positif dan signifikan terhadap lingkungan (H1; β = 0,519) dan sosial ekonomi (H2; β = 0,512). Hasil ini menunjukkan bahwa registrasi tidak hanya berfungsi sebagai instrumen administratif untuk memperoleh legalitas usaha, tetapi juga mendorong petani memperhatikan praktik penggunaan pestisida dan pupuk serta pengelolaan limbah. Perhatian terhadap hal ini penting karena penggunaan pestisida yang tidak tepat menimbulkan bahaya bagi lingkungan dan kesehatan (Aktar dkk., 2009), dan praktik pertanian dapat mencemari sumber daya air (Massarelli dkk., 2021). Pada aspek sosial ekonomi, registrasi mencatat identitas, komoditas, dan legalitas lahan yang menjadi dasar akses terhadap program dan pasar, sebagaimana dilaporkan pada kegiatan registrasi kebun untuk menunjang ekspor (Mega dkk., 2020). Kekuatan pengaruh ini perlu ditafsirkan dengan hati-hati, karena R^2 kedua variabel hanya sekitar 0,26 sehingga sebagian besar variasinya dijelaskan oleh faktor lain di luar model.

Pengaruh terhadap Pendapatan Petani

Registrasi kebun tidak berpengaruh langsung terhadap pendapatan petani (H3; β = −0,145; p = 0,337), dan lingkungan juga tidak berpengaruh signifikan terhadap pendapatan (H4; β = 0,177; p = 0,492). Hal ini sejalan dengan pengamatan awal bahwa harga jual produk pada kebun teregistrasi tidak berbeda jauh dari kebun yang belum teregistrasi. Manfaat ekonomi registrasi tampaknya belum dirasakan dalam jangka pendek, karena memerlukan dukungan kelembagaan dan pasar, seperti sertifikasi produk dan akses terhadap pasar yang menghargai produk bersertifikat. Praktik lingkungan yang baik berkontribusi pada keberlanjutan produksi jangka panjang, tetapi belum menjadi penentu pendapatan jangka pendek.

Sebaliknya, sosial ekonomi berpengaruh positif dan signifikan terhadap pendapatan (H5; β = 0,723; f^2 = 0,626). Pendapatan petani dipengaruhi oleh produktivitas, akses pasar, dan kelembagaan (Nugroho, 2021), dan strategi penghidupan rumah tangga petani ditentukan oleh sumber daya dan kapasitas yang dimiliki (Ellis, 1993). Umur, pendidikan, dan pengalaman berkaitan dengan pengetahuan dan keputusan usaha tani (Aini dkk., 2018; Gusti dkk., 2022), dan penguatan kelembagaan ekonomi petani menjadi faktor penting peningkatan usaha (Haryanto dkk., 2022). Pada penelitian ini, modal (3,56) dan kelembagaan petani (3,31) memperoleh skor terendah, sehingga kedua aspek tersebut merupakan ruang perbaikan yang paling relevan.

Pengaruh Tidak Langsung

Registrasi kebun tidak berpengaruh terhadap pendapatan melalui lingkungan (H6; β = 0,092; p = 0,552), tetapi berpengaruh signifikan melalui sosial ekonomi (H7; β = 0,370; p = 0,031). Kombinasi pengaruh langsung yang tidak signifikan dan pengaruh tidak langsung yang signifikan mengindikasikan bahwa sosial ekonomi memediasi hubungan registrasi kebun dan pendapatan secara penuh (Baron dan Kenny, 1986). Dengan kata lain, registrasi baru berdampak pada pendapatan apabila disertai peningkatan kapasitas sosial ekonomi petani, yaitu pendidikan dan pelatihan, modal, dan kelembagaan.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Sampel terbatas pada 32 petani yang kebunnya telah diregistrasi di Kota Palangka Raya, seluruhnya laki-laki, sehingga hasil tidak dimaksudkan untuk generalisasi. Seluruh variabel, termasuk pendapatan, diukur melalui persepsi responden dengan satu pernyataan untuk setiap indikator, bukan melalui data pendapatan aktual. Kesesuaian model berdasarkan SRMR dan NFI juga belum memenuhi kriteria, sehingga model masih memerlukan pengembangan dengan variabel lain di luar model.

KESIMPULAN

1. Registrasi kebun berpengaruh positif dan signifikan terhadap lingkungan kebun buah (β = 0,519; t = 3,485) dan sosial ekonomi petani (β = 0,512; t = 3,945), tetapi tidak berpengaruh langsung terhadap pendapatan petani (β = −0,145; t = 0,961).
2. Lingkungan tidak berpengaruh signifikan terhadap pendapatan (β = 0,177; t = 0,687), sedangkan sosial ekonomi berpengaruh signifikan dan paling kuat (β = 0,723; t = 2,964).
3. Registrasi kebun tidak berpengaruh terhadap pendapatan melalui lingkungan (β = 0,092; t = 0,594), tetapi berpengaruh signifikan melalui sosial ekonomi (β = 0,370; t = 2,153), sehingga sosial ekonomi menjadi jalur utama yang menghubungkan registrasi dengan pendapatan.

Disarankan agar petani yang telah memperoleh nomor registrasi mengajukan sertifikasi produk, dan pemerintah menghubungkan petani teregistrasi dengan pasar yang lebih luas, koperasi, atau mitra industri, serta memperkuat pelatihan, akses modal, dan kelembagaan petani. Penelitian lanjutan disarankan

menambahkan variabel lain, membandingkan pendapatan aktual petani yang teregistrasi dan yang belum teregistrasi, dan melakukan studi jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada para petani pemilik kebun buah teregistrasi di Kota Palangka Raya yang bersedia menjadi responden, kepada Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah serta dinas terkait di Kota Palangka Raya yang menyediakan data, serta kepada para pembimbing dan penguji atas masukan yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

Adnyana, I.M. (2018) 'Penerapan Good Agricultural Practices (GAP) dalam pertanian berkelanjutan', *Jurnal AgriSains*, 10(2), hal. 123-130.

Aini, E.N., Isnaini, I., Sukamti, S. dan Amalia, L.N. (2018) 'Pengaruh tingkat pendidikan terhadap tingkat kesejahteraan masyarakat di Kelurahan Kesatrian Kota Malang', *Technomedia Journal*, 3(1), hal. 58-72. doi:10.33050/TMJ.V3I1.333.

Aktar, W., Sengupta, D. dan Chowdhury, A. (2009) 'Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards', *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), hal. 1-12. doi:10.2478/v10102-009-0001-7.

Badan Karantina Pertanian (2014) *Pedoman Registrasi Kebun*. Jakarta: Kementerian Pertanian.

Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya (2024) *Produksi Buah-buahan dan Sayuran Menurut Jenis Tanaman di Kota Palangka Raya, 2024*. Palangka Raya: Badan Pusat Statistik.

Baron, R.M. dan Kenny, D.A. (1986) 'The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations', *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), hal. 1173-1182.

Dinas Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Peternakan Provinsi Kalimantan Tengah (2023) *Data Kebun atau Lahan Usaha Hortikultura Teregistrasi di Kota Palangka Raya Tahun 2022 dan 2023*. Palangka Raya.

Ellis, F. (1993) *Peasant Economics: Farm Households and Agrarian Development*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ghozali, I. (2018) *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 25*, edisi 9. Semarang: Universitas Diponegoro.

Ghozali, I. dan Latan, H. (2020) *Partial Least Square: Konsep, Teknik dan Aplikasi Menggunakan Program Smart PLS 3.0*, edisi 2. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Gusti, I.M., Gayatri, S. dan Prasetyo, A.S. (2022) 'The affecting of farmer ages, level of education and farm experience of the farming knowledge about Kartu Tani beneficial and method of use in Parakan District, Temanggung Regency', *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(2), hal. 209-221. doi:10.36762/jurnaljateng.v19i2.926.

Hair, J., Hult, T., Ringle, C. dan Sarstedt, M. (2014) *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Haryanto, Y., Rusmono, M., Aminudin, A., Purboingtyas, T.P. dan Gunawan, G. (2022) 'Analisis penguatan kelembagaan ekonomi petani pada komunitas petani padi di lokasi food estate', *Jurnal Penyuluhan*, 18(2), hal. 323-335. doi:10.25015/18202241400.

Massarelli, C., Losacco, D., Tumolo, M., Campanale, C. dan Uricchio, V.F. (2021) 'Protection of water resources from agriculture pollution: an integrated methodological approach for the nitrates Directive 91/676/EEC implementation', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13323. doi:10.3390/ijerph182413323.

Mega, I.M., Soniari, N.N., Seminari, N.K. dan Wrasiati, L.P. (2020) 'Registrasi kebun di Desa Jelijih Punggang Kecamatan Pupuan dalam upaya menunjang ekspor buah manggis', *Buletin Udayana Mengabdi*, 19(1). doi:10.24843/bum.2020.v19.i01.p08.

Menteri Pertanian (2010) *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 62/Permentan/OT.140/10/2010 tentang Tata Cara Penerapan dan Registrasi Kebun atau Lahan Usaha dalam Budidaya Buah dan Sayur yang Baik*.

Mulanda, D., Fitrisia, A. dan Ofianto (2023) 'Penggunaan metode PLS dalam menganalisis data persepsi masyarakat terhadap pelayanan publik', *FisiPublik: Jurnal Ilmu Sosial dan Politik*, 8(1), hal. 1-16.

Munte, S.T. (2025) 'Pengaruh tingkat pendidikan petani terhadap adopsi teknologi pertanian', *Circle Archive*, 1(7).

Nugroho, S.B. (2021) 'Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi pendapatan petani padi (studi kasus: Kecamatan Godong, Kabupaten Grobogan)', *Diponegoro Journal of Economics*, 10(1), hal. 1-9.

Setiawan, E. (2024) 'Kesetaraan gender dalam pembangunan pertanian', *SETARA: Jurnal Studi Gender dan Anak*, 6(2). doi:10.32332/jsga.v6i01.

Sjamsijah, N., Kusparwanti, T.R. dan Rosdiana, E. (2022) 'Penerapan konsep Good Agriculture Practices (GAP) untuk memproduksi', *Proceedings National Conference for Community Service*, hal. 7-12.

Sugiyono (2017) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.

STRATEGI PENGEMBANGAN HUTAN KOTA NYARU MENTENG BERKAH DENGAN FUNGSI KONSERVASI DAN EKOWISATA DI KOTA PALANGKA RAYA

(Development Strategy of Nyaru Menteng Berkah Urban Forest with Conservation and Ecotourism Functions in Palangka Raya City)

Satya Nugraha Fernady[1)], Betrixia Barbara[1)], Sosilawaty[1)], Wilson Daud[1)], Susi Kresnatita[1)], dan Abdul Mukti [1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: nugarahasatya32@gmail.com

ABSTRACT

Urban forests are managed to maintain urban environmental quality while providing ecological, social, and educational benefits. Nyaru Menteng Berkah Urban Forest in Palangka Raya City is designated as a conservation area for peat swamp ecosystems, an environmental education facility, and a nature-based recreation space. In this study, the potential of the urban forest was identified and development strategies that integrate conservation and ecotourism functions were formulated. A mixed-method approach was applied from September to November 2025. The study location was determined purposively, and 15 key informants (managers, related agencies, academics, environmental observers, tourism actors, and local officials) as well as 10 community and visitor respondents were selected. Data were collected through observation, interviews, questionnaires, literature review, and documentation, and were analyzed using descriptive analysis, Internal Factor Evaluation (IFE), External Factor Evaluation (EFE), the Internal–External (IE) matrix, SWOT, and the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM). The strength and weakness scores were 3.156 and 2.997 (internal position index = 0.159), whereas the opportunity and threat scores were 3.543 and 3.000 (external position index = 0.543). The area was positioned in Quadrant I, i.e., an aggressive growth strategy. Ten SO strategies were formulated and ranked by QSPM. Conservation-based educational ecotourism on peat swamp (total attractiveness score = 6.117) was ranked first, followed by community-based ecotourism (5.567) and digital promotion (5.487). It was concluded that conservation and ecotourism functions need to be developed as mutually supportive functions through educational ecotourism, community participation, and multi-stakeholder collaboration.

Keywords: conservation; ecotourism; QSPM; SWOT analysis; urban forest

ABSTRAK

Hutan kota dikelola untuk menjaga kualitas lingkungan perkotaan sekaligus menyediakan manfaat ekologis, sosial, dan edukatif bagi masyarakat. Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah di Kota Palangka Raya diperuntukkan sebagai kawasan konservasi ekosistem rawa gambut, sarana pendidikan lingkungan, dan ruang rekreasi berbasis alam. Potensi kawasan tersebut diidentifikasi dan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata dirumuskan pada penelitian ini. Metode campuran diterapkan pada September sampai November 2025. Lokasi ditentukan secara purposif, dan 15 informan kunci (pengelola, instansi terkait, akademisi, pemerhati lingkungan, pelaku wisata, dan aparat setempat) serta 10 responden masyarakat dan pengunjung dipilih. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, kuesioner, studi pustaka, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif, *Internal Factor Evaluation* (IFE), *External Factor Evaluation* (EFE), matriks Internal–Eksternal (IE), SWOT, dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Skor kekuatan dan kelemahan masing-masing 3,156 dan 2,997 (indeks posisi internal 0,159), sedangkan skor peluang dan ancaman masing-masing 3,543 dan 3,000 (indeks posisi eksternal 0,543). Posisi kawasan ditempatkan pada Kuadran I, yaitu strategi pertumbuhan agresif. Sepuluh strategi SO dirumuskan dan diurutkan melalui QSPM. Ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (skor daya tarik total = 6,117) diprioritaskan pertama, diikuti model ekowisata berbasis masyarakat (5,567) dan promosi digital (5,487). Fungsi konservasi dan ekowisata disimpulkan perlu

dikembangkan secara saling mendukung melalui ekowisata edukatif, partisipasi masyarakat, dan kolaborasi multipihak.

Kata kunci: ekowisata; hutan kota; konservasi; QSPM; SWOT

PENDAHULUAN

Hutan kota didefinisikan sebagai hamparan lahan yang ditumbuhi pepohonan secara kompak dan rapat di dalam atau di pinggiran wilayah perkotaan, serta ditetapkan oleh pejabat yang berwenang sebagai hutan kota (Pemerintah Republik Indonesia, 2002). Fungsi ekologis, sosial, dan estetika dijalankan oleh hutan kota, antara lain penyerapan karbon dioksida, pengaturan tata air, pelestarian keanekaragaman hayati, dan penyediaan ruang rekreasi (Konijnendijk *et al*., 2005; Salbitano *et al*., 2016). Penyelenggaraan hutan kota diatur pula oleh Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.71/Menhut-II/2009 (Kementerian Kehutanan, 2009).

Cadangan karbon yang sangat besar disimpan oleh ekosistem rawa gambut tropis, tetapi ekosistem ini mudah terdegradasi oleh pengeringan dan kebakaran (Page *et al*., 2011). Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah ditetapkan oleh Gubernur Kalimantan Tengah pada 2 Januari 2023 pada Areal Penggunaan Lain (APL) di Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, dengan luas ±100 ha (Gubernur Kalimantan Tengah, 2023). Sebanyak 35 jenis flora dengan dominasi famili Dipterocarpaceae dan 45 spesies fauna dicatat pada kawasan yang sebelumnya dikenal sebagai Arboretum Nyaru Menteng ini, termasuk owa (*Hylobates abbotti*) dan bekantan (*Nasalis larvatus*) yang berstatus *Endangered* (Yulianto *et al*., 2023). Sebanyak 25 jenis pohon sarang dan pakan orang utan (*Pongo pygmaeus*) juga telah diidentifikasi di arboretum tersebut (Fauzi *et al*., 2017). Empat tujuan pembangunan kawasan ditetapkan oleh pengelola, yaitu mempertahankan tutupan lahan beserta fungsinya sebagai daya dukung lingkungan perkotaan, menyediakan sarana edukasi hutan rawa dan rawa gambut, mengembangkan ekowisata bagi masyarakat Kalimantan Tengah, dan menyediakan lokasi penelitian bagi mahasiswa.

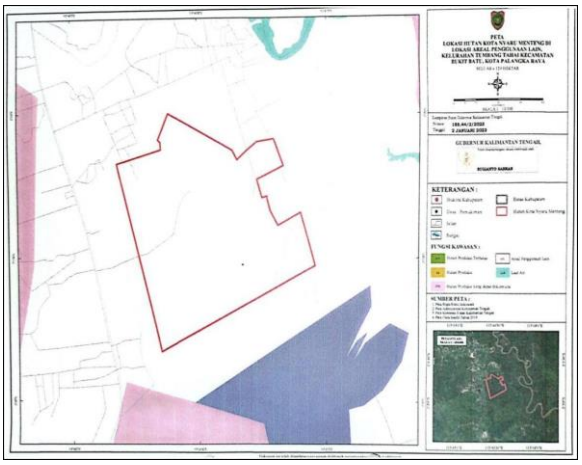
Dilema antara pemanfaatan dan perlindungan kawasan ditimbulkan oleh peningkatan kunjungan wisata. Manfaat konservasi tidak otomatis dijamin oleh ekowisata berbasis masyarakat, sehingga perencanaannya harus dilakukan secara hati-hati (Kiss, 2004). Pada lahan gambut Kalimantan Tengah, dukungan masyarakat terhadap ekowisata dipengaruhi oleh dampak ekonomi dan sosial yang dirasakan (Fernando *et al*., 2025), sedangkan pendapatan ekowisata yang masih rendah dikeluhkan oleh masyarakat di sekitar Taman Nasional Sebangau (Meilani *et al*., 2019). Strategi ekowisata Taman Nasional Sebangau telah dirumuskan melalui *Analytic Network Process*, dan penyediaan infrastruktur dihasilkan sebagai solusi utama, sedangkan kerja sama pemangku kepentingan serta promosi dihasilkan sebagai strategi utama (Setyadi *et al*., 2012).

Kajian pada Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah sejauh ini difokuskan pada aspek biologi, yaitu vegetasi, fauna, dan pohon pakan orang utan (Fauzi *et al*., 2017; Yulianto *et al*., 2023), sedangkan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata belum ditemukan pada penelusuran pustaka yang dilakukan penulis. Analisis SWOT dipilih karena faktor internal dan eksternal dipadukan menjadi alternatif strategi (Rangkuti, 2016), dan prioritas strategi ditentukan secara kuantitatif melalui *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM) (David dan David, 2017). Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi potensi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah, menganalisis faktor internal dan eksternal pengembangannya, serta merumuskan dan memprioritaskan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Lokasi, dan Alat

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu September sampai November 2025, di Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah, Jalan Tjilik Riwut Km 28, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1). Lokasi penelitian ditentukan secara purposif. Kamera digital, *Global Positioning System* (GPS), alat perekam, alat tulis, dan formulir kuesioner digunakan sebagai alat penelitian, sedangkan data diolah menggunakan Microsoft Office.



Gambar 1. Peta lokasi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah pada Areal Penggunaan Lain (Sumber: lampiran Keputusan Gubernur Kalimantan Tengah Nomor 188.44/2/2023)

Desain Penelitian dan Responden

Metode campuran (*mixed method*) diterapkan dengan menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (Sugiyono, 2017). Kondisi kawasan dan faktor pengembangan dikaji secara kualitatif, sedangkan faktor internal dan eksternal dinilai secara kuantitatif melalui matriks *Internal Factor Evaluation* (IFE) dan *External Factor Evaluation* (EFE). Informan kunci dipilih secara purposif sebanyak 15 orang (Tabel 1). Responden pengunjung dipilih secara insidental dan responden masyarakat sekitar ditentukan menggunakan rumus Slovin, sehingga jumlah responden masyarakat dan pengunjung ditetapkan sebanyak 10 orang.

Tabel 1. Kategori dan jumlah informan kunci

Kategori	Instansi/latar belakang	n
Pengelola	Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah/UPT Hutan Kota Nyaru Menteng	4
Instansi terkait	Dinas Pariwisata	1
Akademisi/peneliti	Perguruan tinggi (Universitas Palangka Raya dan lainnya)	1
Pemerhati lingkungan	Organisasi konservasi (WWF, Yayasan BOSF)	3
Pelaku wisata/komunitas lokal	Pengelola usaha wisata, pemandu lokal, tokoh masyarakat	4
Camat Bukit Batu	Pemerintah kecamatan	1
Lurah Tumbang Tahai	Pemerintah kelurahan	1
Jumlah		**15**

Keterangan: n = jumlah informan (orang).

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, kuesioner, studi pustaka, dan dokumentasi. Instrumen kuesioner disusun dari 42 pernyataan, yaitu 12 kekuatan, 13 kelemahan, 9 peluang, dan 8 ancaman, yang dirumuskan berdasarkan teori konservasi ekologi, *community-based conservation* (CBC), dan konsep ekowisata 4A (*attraction*, *accessibility*, *amenities*, dan *ancillary services*). Setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Likert 1 sampai 4 (sangat tidak setuju sampai sangat setuju). Data sekunder diperoleh dari dokumen dan catatan pengelola.

Analisis Data

Potensi kawasan dianalisis secara deskriptif pada lima aspek, yaitu ekologis dan konservasi, edukatif dan penelitian, ekowisata, kelembagaan dan kolaborasi, serta sosial-ekonomi masyarakat. Bobot setiap faktor ditetapkan berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya dari hasil kuesioner dan pertimbangan pakar, sedangkan rating diberikan pada skala 1 sampai 4 (Rangkuti, 2016; David dan David, 2017). Skor dihitung menggunakan Persamaan 1, dan indeks posisi dihitung sebagai selisih skor kekuatan dan kelemahan (sumbu X) serta selisih skor peluang dan ancaman (sumbu Y).

$$\text{Skor} = \text{Bobot} \times \text{Rating} \quad (1)$$

Posisi kawasan dipetakan pada matriks Internal–Eksternal (IE) berbentuk diagram kuadran, yaitu kuadran I (strategi agresif), kuadran II (diversifikasi), kuadran III (*turn around*), dan kuadran IV (defensif). Alternatif strategi dirumuskan melalui matriks SWOT (strategi SO, WO, ST, dan WT), kemudian diprioritaskan menggunakan QSPM. *Total Attractiveness Score* (TAS) dihitung menggunakan Persamaan 2 dengan *Attractiveness Score* (AS) 1 (tidak menarik) sampai 4 (sangat menarik), dan strategi dengan TAS tertinggi diprioritaskan (David dan David, 2017).

$$\text{TAS} = \Sigma\,(\text{Bobot} \times \text{AS}) \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah

Potensi dan keterbatasan utama kawasan pada lima aspek diringkas pada Tabel 2.

Potensi ekologis kawasan tergolong tinggi untuk ukuran hutan kota karena ekosistem rawa gambut, regenerasi alami, dan satwa terancam punah dipertahankan pada lahan yang berdekatan dengan permukiman. Regenerasi alami ditunjukkan oleh kerapatan semai 6.170 individu/ha, pancang 1.472 individu/ha, tiang 330 individu/ha, dan pohon 224 individu/ha,

dengan struktur tegakan berbentuk J terbalik (Yulianto *et al*., 2023). Meskipun demikian, tekanan antropogenik ditunjukkan oleh catatan pengelola, yaitu kebakaran kecil akibat pembakaran sampah atau puntung rokok pengunjung dan invasi spesies asing pada area terbuka. Pelemahan fungsi konservasi oleh aktivitas ekowisata yang tidak dikendalikan diindikasikan oleh penurunan perjumpaan satwa pada zona yang dekat dengan jalur wisata. Oleh karena itu, pengaturan zonasi dan kapasitas kunjungan perlu dilakukan sebelum pengembangan ekowisata dipercepat.

Potensi edukatif dan ekowisata dibentuk oleh daya tarik alam, edukasi konservasi satwa, dan budaya, yang dilengkapi oleh upacara adat penyambutan pengunjung pada kegiatan lingkungan. Pasar ekowisata edukatif dinilai besar karena kunjungan didominasi oleh pelajar (45%) dan 45% pengunjung datang untuk kegiatan edukatif dan penelitian. Pemanfaatan potensi tersebut dibatasi oleh keterbatasan fasilitas dan kelembagaan. Perbaikan fasilitas yang mendesak diproses secara lambat karena keputusan strategis harus disetujui oleh dinas induk, dan proyek infrastruktur besar bergantung pada hibah atau bantuan eksternal karena skema pembiayaan jangka panjang belum tersedia.

Tabel 2. Potensi dan keterbatasan Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah

Aspek	Potensi	Keterbatasan
Ekologis dan konservasi	Ekosistem hutan rawa gambut dengan 35 jenis flora (dominasi Dipterocarpaceae; H′ 2,30–2,74) dan 45 spesies fauna (6 mamalia, 25 burung, 7 herpetofauna, 7 serangga); owa dan bekantan berstatus *Endangered*	Tiga kebakaran kecil (<1 ha) pada 2020–2024; invasi *Chromolaena odorata* dan *Mimosa pigra* pada ±1,5 ha; penurunan perjumpaan owa dan rangkong rata-rata 22% dalam dua tahun di zona utara
Edukatif dan penelitian	Jalur interpretasi (*boardwalk*) ±1,3 km, pusat informasi, dan papan interpretasi; penelitian rutin (inventarisasi flora–fauna, kamera jebak, titik pengamatan burung) oleh peneliti lokal dan mahasiswa	Laboratorium lapangan belum tersedia; basis data biodiversitas terfragmentasi; ruang kelas dan alat peraga terbatas
Ekowisata	±65.800 pengunjung per tahun (pelajar 45%, wisatawan lokal 35%, peneliti dan mahasiswa 10%, wisatawan luar daerah 10%); jarak 28 km dari pusat kota (35–60 menit) dengan 85% jalur beraspal; 7 toilet, 11 gazebo, 3 warung, dan parkir 50 kendaraan	Hanya dua trayek angkutan kota dengan frekuensi rendah (kendaraan pribadi digunakan oleh 62% responden); promosi masih sederhana; 25 pemandu belum bersertifikat
Kelembagaan dan kolaborasi	Pengelolaan oleh unit pelaksana teknis di bawah Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah dengan 6 personel tetap, 12 tenaga kontrak/harian, dan Pokdarwis ±25 anggota; mitra: BKSDA, perguruan tinggi, dan LSM lingkungan	Anggaran operasional rutin ±Rp3 juta per bulan; 4 kegiatan kolaboratif dalam 14 bulan terakhir dengan hubungan kerja informal; perizinan penelitian berbelit; insentif bagi komunitas belum ada
Sosial-ekonomi	15 usaha mikro (warung, jasa pemanduan, penyewaan peralatan) di sekitar kawasan; partisipasi masyarakat melalui Pokdarwis	Pendapatan bruto rata-rata Rp1,8–2,6 juta per bulan dan berfluktuasi menurut musim kunjungan; usaha masih berskala mikro dan belum terstruktur

Keterangan: H′ = indeks keanekaragaman Shannon–Wiener. Data flora dan fauna bersumber dari Yulianto *et al*. (2023), sedangkan data lainnya diperoleh dari observasi, wawancara, dan dokumen pengelola.

Faktor Internal dan Eksternal

Faktor strategis internal dan eksternal beserta skornya disajikan pada Tabel 3.

Skor total kekuatan sebesar 3,156 dan skor total kelemahan sebesar 2,997 diperoleh dari analisis IFE. Kekuatan dengan skor tertinggi adalah kemudahan akses dari pusat kota (S5; 0,336), yang diikuti oleh keterlibatan instansi pemerintah dan lembaga pendidikan (S7; 0,288) serta dukungan kelembagaan Dinas Kehutanan dan jejaring konservasi (S12; 0,282). Kelemahan dengan skor tertinggi adalah belum kuatnya integrasi antara fungsi konservasi, penelitian, dan ekowisata (W12; 0,255), disusul keterbatasan kapasitas sumber daya manusia pengelola (W8; 0,249) dan kurangnya fasilitas keamanan dan mitigasi bencana (W13; 0,249). Pengelolaan kawasan ditunjukkan oleh kelemahan tersebut masih dijalankan secara sektoral, sehingga fungsi laboratorium alam dan destinasi ekowisata belum dimanfaatkan secara maksimal. Hambatan infrastruktur dan kerja sama pemangku kepentingan juga dilaporkan pada kawasan konservasi lain di Kalimantan Tengah (Setyadi *et al*., 2012).

Skor total peluang sebesar 3,543 dan skor total ancaman sebesar 3,000 diperoleh dari

analisis EFE. Peluang dengan skor tertinggi adalah dukungan program pemerintah terhadap pengembangan ekowisata berkelanjutan (O3; 0,480), yang diikuti oleh potensi kerja sama dengan universitas (O1; 0,444) dan peluang menjadi ikon ekowisata berbasis konservasi di Kalimantan Tengah (O7; 0,444). Ancaman dengan skor tertinggi adalah ketergantungan pada dana pemerintah (T3; 0,417), disusul pencemaran dan gangguan aktivitas manusia (T4; 0,405) serta dampak perubahan iklim terhadap ekosistem rawa (T8; 0,393). Ancaman pendanaan diperkuat oleh anggaran operasional rutin yang hanya ±Rp3 juta per bulan (Tabel 2), sehingga sumber pendanaan alternatif melalui kemitraan, lembaga donor, dan ekowisata berbasis masyarakat perlu dikembangkan. Manfaat konservasi dari ekowisata berbasis masyarakat, bagaimanapun, tidak otomatis dijamin (Kiss, 2004).

Tabel 3. Faktor strategis internal (IFE) dan eksternal (EFE) beserta skornya

Kode	Kekuatan (S)	Skor	Kode	Kelemahan (W)	Skor
S1	Keanekaragaman hayati khas rawa gambut terjaga	0,246	W1	Fasilitas wisata terbatas dan kurang terpelihara	0,213
S2	Hutan alami sebagai laboratorium alam	0,225	W2	Promosi dan publikasi belum optimal	0,210
S3	Dukungan masyarakat terhadap konservasi	0,237	W3	Partisipasi masyarakat belum merata	0,204
S4	Daya tarik ekowisata berbasis edukasi lingkungan	0,246	W4	SDM yang memahami konservasi gambut terbatas	0,222
S5	Akses mudah dari pusat kota	0,336	W5	Monitoring ekologis belum berkelanjutan	0,240
S6	Fasilitas dasar (jalan setapak, papan informasi, gazebo)	0,252	W6	Pengawasan aktivitas manusia terbatas	0,225
S7	Keterlibatan instansi pemerintah dan lembaga pendidikan	0,288	W7	Fasilitas edukasi dan penelitian minim	0,234
S8	Destinasi wisata Tangkiling sebagai daya tarik	0,237	W8	Kapasitas SDM pengelola terbatas	0,249
S9	Vegetasi dan tutupan lahan masih baik	0,267	W9	Keterlibatan masyarakat sporadis	0,225
S10	Lokasi strategis untuk pendidikan dan penelitian	0,273	W10	Pelatihan rutin belum tersedia	0,231
S11	Peran sosial-ekologis bagi masyarakat sekitar	0,267	W11	Evaluasi dampak wisata belum ada	0,240
S12	Dukungan kelembagaan Dinas Kehutanan dan jejaring konservasi	0,282	W12	Integrasi konservasi, penelitian, dan ekowisata lemah	0,255
			W13	Fasilitas keamanan dan mitigasi bencana kurang	0,249
	Skor total kekuatan	**3,156**		**Skor total kelemahan**	**2,997**
Kode	**Peluang (O)**	**Skor**	**Kode**	**Ancaman (T)**	**Skor**
O1	Kerja sama dengan universitas	0,444	T1	Alih fungsi lahan di sekitar kawasan	0,333
O2	Tren wisata alam dan edukasi meningkat	0,408	T2	Risiko kebakaran hutan dan lahan	0,357
O3	Dukungan program pemerintah untuk ekowisata	0,480	T3	Ketergantungan pada dana pemerintah	0,417
O4	Kolaborasi dengan lembaga donor atau LSM	0,306	T4	Pencemaran dan gangguan aktivitas manusia	0,405
O5	Kesadaran publik terhadap rawa gambut meningkat	0,408	T5	Persaingan dengan destinasi wisata buatan	0,345
O6	Teknologi digital dan media sosial	0,360	T6	Pembukaan lahan dan penebangan liar	0,369
O7	Peluang menjadi ikon ekowisata konservasi	0,444	T7	Vandalisme, perburuan, dan pengambilan ilegal	0,381
O8	Paket wisata edukatif	0,351	T8	Perubahan iklim terhadap ekosistem rawa	0,393
O9	Ekowisata berbasis masyarakat	0,342			
	Skor total peluang	**3,543**		**Skor total ancaman**	**3,000**

Keterangan: skor = bobot × rating. Rating 4 diberikan pada S5, O1, O2, O3, O5, dan O7, sedangkan rating 3 diberikan pada faktor lainnya. SDM = sumber daya manusia.

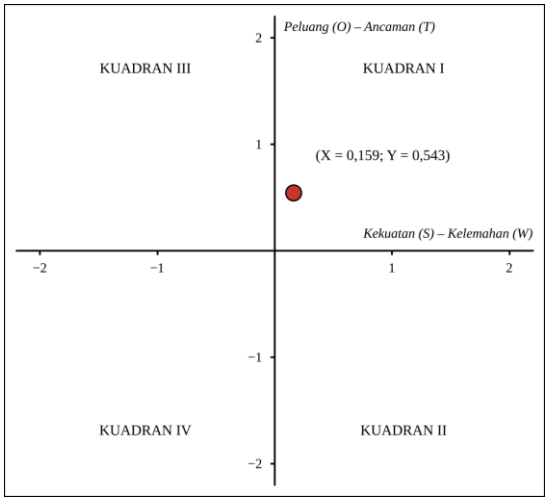
Posisi Strategis Kawasan

Indeks posisi internal sebesar 0,159 (3,156 − 2,997) dan indeks posisi eksternal sebesar 0,543 (3,543 − 3,000) diperoleh dari Tabel 4. Titik koordinat (0,159; 0,543) ditempatkan pada Kuadran I (Gambar 2), sehingga strategi pertumbuhan agresif (*growth and build*)

direkomendasikan. Pemanfaatan kekuatan internal untuk menangkap peluang eksternal ditunjukkan oleh posisi tersebut. Keunggulan internal yang belum besar ditunjukkan oleh indeks internal yang kecil, sehingga kelemahan pada integrasi fungsi, kapasitas sumber daya manusia, dan mitigasi bencana tetap harus diperbaiki bersamaan dengan pelaksanaan strategi SO.

Tabel 4. Skor dan indeks posisi faktor internal dan eksternal

Komponen	Skor	Indeks posisi
Kekuatan (S)	3,156	
Kelemahan (W)	2,997	
Faktor internal (X = S − W)		**0,159**
Peluang (O)	3,543	
Ancaman (T)	3,000	
Faktor eksternal (Y = O − T)		**0,543**



Gambar 2. Posisi strategi pengembangan Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah pada diagram kuadran matriks IE

Alternatif dan Prioritas Strategi

Sepuluh alternatif strategi SO dirumuskan melalui pemaduan kekuatan dan peluang, dan urutan prioritasnya ditentukan melalui QSPM (Tabel 5).

Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (SO1) diprioritaskan pertama dengan TAS 6,117 karena keanekaragaman hayati (S1) dan daya tarik edukatif (S4) dipadukan dengan tren wisata alam dan edukasi (O2) serta peluang paket wisata edukatif (O8). Prioritas tersebut sesuai dengan komposisi pengunjung yang didominasi oleh pelajar, tetapi pelaksanaannya harus disertai zonasi dan pembatasan kapasitas kunjungan agar penurunan perjumpaan satwa pada zona wisata tidak berlanjut. Model ekowisata berbasis masyarakat (SO5; 5,567) diprioritaskan kedua karena dukungan masyarakat (S3) dan peluang kolaborasi komunitas (O9) dimanfaatkan, dan keterlibatan masyarakat yang masih sporadis (W9) diharapkan dapat sekaligus dikurangi. Dukungan masyarakat terhadap ekowisata gambut dipengaruhi oleh manfaat ekonomi dan sosial (Fernando *et al*., 2025), dan peningkatan pengetahuan dan keterampilan lokal dibutuhkan untuk keterlibatan yang bermakna (Meilani *et al*., 2019). Karena itu, pelatihan bagi pemandu dan pelaku usaha (W10) perlu dijadikan prasyarat.

Promosi digital dengan merek "*Green Heart of Palangka Raya*" (SO4; 5,487) ditempatkan pada prioritas ketiga karena daya tarik wisata alam (S4), aksesibilitas (S5), dan kemajuan teknologi digital (O6) dimanfaatkan untuk memperkuat citra kawasan sebagai ikon ekowisata (O7). Sistem informasi biodiversitas terintegrasi (SO9; 5,442) dan kolaborasi konservasi dan riset (SO3; 5,199) ditempatkan pada prioritas keempat dan kelima. Kedua strategi tersebut diarahkan pada kelemahan monitoring ekologis (W5) dan basis data yang terfragmentasi (Tabel 2). Strategi penetapan pusat riset dan pendidikan lingkungan perkotaan (SO2; 5,178), kampanye restorasi gambut berbasis pendidikan (SO7; 5,105), dan model hutan kota berkelanjutan (SO10; 5,018) berada pada prioritas menengah dan berfungsi sebagai penguat fungsi riset dan pendidikan dalam jangka panjang.

Strategi yang berkaitan dengan prasarana dan jejaring destinasi, yaitu peningkatan fasilitas ramah lingkungan (SO8; 4,781) dan integrasi jaringan wisata regional (SO6; 4,487), ditempatkan pada prioritas terendah. Produk, partisipasi masyarakat, dan promosi dinilai lebih mendesak daripada penambahan prasarana. Urutan ini berbeda dari Taman Nasional Sebangau, yaitu penyediaan infrastruktur dan aksesibilitas dinyatakan sebagai masalah dan solusi utama (Setyadi *et al*., 2012). Perbedaan tersebut dapat dijelaskan oleh aksesibilitas Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah yang telah baik (S5).

Tabel 5. Alternatif strategi SO dan prioritas penerapannya berdasarkan QSPM

Prioritas	Kode	Strategi	Faktor pendukung	TAS
1	SO1	Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut	S1, S4; O2, O8	6,117
2	SO5	Pengembangan model ekowisata berbasis masyarakat (*Community-Based Ecotourism*)	S3; O9	5,567
3	SO4	Promosi digital berbasis konservasi dengan merek "*Green Heart of Palangka Raya*"	S4, S5; O6, O7	5,487
4	SO9	Pengembangan sistem informasi biodiversitas terintegrasi dan basis data riset kawasan	S2; O1, O6	5,442
5	SO3	Kolaborasi konservasi dan riset bersama pemerintah, universitas, dan LSM	S3, S7, S12; O3, O4	5,199
6	SO2	Penetapan kawasan sebagai pusat riset dan pendidikan lingkungan perkotaan (*Urban Environmental Learning Center*)	S2, S12; O1	5,178
7	SO7	Kampanye restorasi gambut dan konservasi berbasis pendidikan	S7, S10, S11; O5	5,105
8	SO10	Model hutan kota berkelanjutan berbasis konservasi rawa gambut di Kalimantan Tengah	S9, S11; O3, O7	5,018
9	SO8	Peningkatan fasilitas dan infrastruktur wisata ramah lingkungan	S6, S12; O3	4,781
10	SO6	Integrasi kawasan ke jaringan wisata alam regional (Tangkiling)	S8; O7	4,487

Keterangan: TAS = *Total Attractiveness Score*. Kode faktor pendukung dirujuk dari Tabel 3.

Fungsi konservasi dan ekowisata dapat dikembangkan secara saling mendukung apabila ekowisata edukatif dijadikan produk utama, sebagian hasil kunjungan dialokasikan untuk pendanaan dan pengawasan konservasi, dan dampak kunjungan dimonitor secara berkelanjutan (W5, W11). Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Bobot dan rating dinilai oleh 25 responden dan bersifat subjektif, data dikumpulkan dalam satu periode tiga bulan sehingga variasi musiman belum terwakili, dan hanya strategi SO yang dirumuskan, sedangkan strategi WO, ST, dan WT belum dielaborasi. Daya dukung kawasan dan zonasi ekowisata juga belum dikaji.

KESIMPULAN

1. Potensi kawasan teridentifikasi tinggi pada aspek ekologis dan edukatif, sedang pada aspek sosial-ekonomi, serta perlu diperkuat pada aspek kelembagaan dan infrastruktur.
2. Skor kekuatan sebesar 3,156 dan skor kelemahan sebesar 2,997 diperoleh dari IFE (indeks posisi internal 0,159), sedangkan skor peluang sebesar 3,543 dan skor ancaman sebesar 3,000 diperoleh dari EFE (indeks posisi eksternal 0,543). Posisi kawasan ditempatkan pada Kuadran I (strategi pertumbuhan agresif).
3. Sepuluh strategi SO dirumuskan dan diprioritaskan melalui QSPM. Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (TAS 6,117), model ekowisata berbasis masyarakat (TAS 5,567), dan promosi digital (TAS 5,487) ditempatkan pada tiga prioritas teratas.
4. Pengembangan ekowisata disarankan disertai zonasi, pembatasan kapasitas kunjungan, dan monitoring ekologis berkelanjutan. Daya dukung kawasan serta strategi WO, ST, dan WT disarankan dikaji pada penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Palangka Raya; Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah beserta pengelola Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah; Kelompok Sadar Wisata "Nyaru Menteng Batuah"; serta seluruh informan kunci dan responden yang telah memfasilitasi dan berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

David, F.R. dan David, F.R. (2017) *Strategic management: a competitive advantage approach, concepts and cases*. Edisi ke-16. Harlow: Pearson Education.

Fauzi, F., Penyang dan Hidayat, N. (2017) 'Identifikasi jenis pohon sarang dan pakan orangutan (*Pongo pygmaeus*) di Arboretum

Nyaru Menteng, Palangka Raya', *Jurnal Hutan Tropika*, 12(2), hal. 51-60.

Fernando, D., Marpaung, F., Eugenie, A., Latuheru, T.G.F. dan Amaliyah, R. (2025) 'Dukungan masyarakat untuk pengembangan ekowisata di lahan gambut Kalimantan Tengah: perspektif ekonomi, sosial, dan lingkungan', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 26(1), hal. 9-18.

Gubernur Kalimantan Tengah (2023) *Keputusan Gubernur Kalimantan Tengah Nomor 188.44/2/2023 tentang Lokasi Hutan Kota Nyaru Menteng di Lokasi Areal Penggunaan Lain, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dengan Luas ±100 Hektar*. Palangka Raya: Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah.

Kementerian Kehutanan (2009) *Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.71/Menhut-II/2009 tentang Pedoman Penyelenggaraan Hutan Kota*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Kiss, A. (2004) 'Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds?', *Trends in Ecology and Evolution*, 19(5), hal. 232-237.

Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T.B. dan Schipperijn, J. (eds.) (2005) *Urban forests and trees: a reference book*. Berlin: Springer.

Meilani, M.M., Andayani, W., Faida, L.R.W. dan Maryudi, A. (2019) 'Ecotourism in Sebangau National Park: an avenue to enhance local community livelihoods while protecting the ecosystem', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1), 012112.

Page, S.E., Rieley, J.O. dan Banks, C.J. (2011) 'Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool', *Global Change Biology*, 17(2), hal. 798-818.

Pemerintah Republik Indonesia (2002) *Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002 tentang Hutan Kota*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Rangkuti, F. (2016) *Analisis SWOT: teknik membedah kasus bisnis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. dan Chen, Y. (2016) *Guidelines on urban and peri-urban forestry*. FAO Forestry Paper No. 178. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Setyadi, I.A., Hartoyo, Maulana, A. dan Muntasib, E.K.S.H. (2012) 'Strategi pengembangan ekowisata di Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah', *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 9(1), hal. 1-12.

Sugiyono (2017) *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Yulianto, S., Arianto, R.A., Setiawan, M.A. dan Yulianti, R. (2023) 'Penilaian keanekaragaman hayati Hutan Kota Nyaru Menteng, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah', *Jurnal Hutan Tropika*, 18(2), hal. 325-340.

ANALISIS KUALITAS AIR BAKU TANGKILING, DEPOT AIR MINUM, DAN HIGIENE SANITASI PADA DEPOT AIR MINUM DI KECAMATAN JEKAN RAYA, KOTA PALANGKA RAYA

(Analysis of Raw Water Quality from Tangkiling, Drinking Water Refill Depots, and Hygiene and Sanitation at Drinking Water Refill Depots in Jekan Raya District, Palangka Raya City)

Maria Regina Dwi Astuti[1)], Soaloon Sinaga[1)], Aryani[1)], Vera Amelia[1)], Zafrullah Damanik[1)], Fengky F. Adji[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Kontak person: astutiregina@gmail.com

ABSTRACT

Drinking water must meet health standards to prevent waterborne diseases. This study analyzed the quality of raw water from Tangkiling, the quality of drinking water produced by refill depots, and the hygiene and sanitation conditions of the depots in Jekan Raya District, Palangka Raya City. A descriptive quantitative and qualitative design was used. Raw water was sampled from five drilled wells in Banturung Village, and drinking water from ten depots. *Escherichia coli*, pH, total dissolved solids (TDS), iron, and color were tested in an accredited laboratory and compared with the Regulation of the Minister of Health No. 2 of 2023 using a one sample t-test ($\alpha = 5\%$). Hygiene and sanitation were assessed using the Environmental Health Inspection (IKL) form. All raw water samples were free of *E. coli*, and TDS and iron met the standards, but pH (4.43 to 5.56) and color (20.4 to 29.1 TCU) did not. Six of ten depots (60%) contained *E. coli* (1 to 3 CFU/100 mL), and all depots failed to meet the standards for pH (4.56 to 5.69) and color (13.7 to 32.0 TCU), whereas TDS and iron complied. IKL scores of all depots ranged from 46.1 to 72.7, below the reference value of 80, and none of the depots provided a handwashing facility. Because the raw water was free of *E. coli*, contamination most likely occurred after the source, during distribution and processing at the depots. Monitoring from source to point of sale and improved depot hygiene and sanitation are required.

Keywords: drinking water refill depot; *Escherichia coli*; hygiene and sanitation; raw water quality; Tangkiling

ABSTRAK

Air minum merupakan kebutuhan pokok manusia yang harus memenuhi standar kesehatan untuk mencegah penyakit bawaan air. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air baku Tangkiling, kualitas air minum pada depot air minum (DAM), dan higiene sanitasi DAM di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya. Penelitian dilakukan secara deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Sampel air baku diambil dari lima sumur bor di Kelurahan Banturung, dan sampel air minum dari sepuluh depot. Parameter *Escherichia coli*, pH, total padatan terlarut (TDS), besi, dan warna diuji di laboratorium terakreditasi, kemudian dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 menggunakan uji t satu sampel ($\alpha = 5\%$). Higiene sanitasi dinilai menggunakan formulir Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL). Seluruh sampel air baku bebas *E. coli*, serta TDS dan besi memenuhi baku mutu, tetapi pH (4,43 sampai 5,56) dan warna (20,4 sampai 29,1 TCU) tidak memenuhi syarat. Enam dari sepuluh depot (60%) mengandung *E. coli* (1 sampai 3 CFU/100 mL), dan seluruh depot tidak memenuhi syarat pH (4,56 sampai 5,69) dan warna (13,7 sampai 32,0 TCU), sedangkan TDS dan besi memenuhi syarat. Skor IKL seluruh depot berkisar 46,1 sampai 72,7, di bawah nilai acuan 80, dan tidak ada depot yang memiliki fasilitas cuci tangan. Karena air baku bebas *E. coli*, pencemaran diduga terjadi setelah sumber air, yaitu pada proses distribusi dan pengolahan di depot. Pengawasan berkelanjutan dari sumber air hingga titik penjualan serta perbaikan higiene sanitasi DAM sangat diperlukan.

Kata kunci: air baku; depot air minum; *Escherichia coli*; higiene sanitasi; Tangkiling

PENDAHULUAN

Air minum merupakan kebutuhan pokok manusia yang wajib memenuhi persyaratan kesehatan. Air minum didefinisikan sebagai air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, dan setiap penyelenggara air minum diwajibkan menjamin keamanan air yang diproduksinya (Kementerian Kesehatan, 2023). Air minum yang tidak memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologi, kimiawi, dan radioaktif dapat

menyebabkan penyakit seperti diare, kolera, tifus, hepatitis, disentri, dan gastroenteritis, dengan koliform sebagai indikator keberadaan bakteri patogen (Selomo dkk., 2018).

Pertambahan jumlah penduduk dan pola hidup yang serba praktis meningkatkan kebutuhan air minum, sehingga air minum isi ulang dipilih sebagai alternatif yang murah. Harga satu galon air isi ulang di depot air minum (DAM) berkisar Rp 5.000 sampai Rp 6.000, sedangkan harga air minum dalam kemasan (AMDK) di agen resmi mencapai Rp 22.000 sampai Rp 55.000 per galon tergantung merek (Mairizki, 2017). DAM didefinisikan sebagai usaha yang mengolah air baku menjadi air minum dan menjualnya langsung kepada konsumen (Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, 2004). Kualitas air baku merupakan salah satu penentu mutu air minum yang dihasilkan, sehingga air baku wajib memenuhi syarat fisika, mikrobiologi, dan kimia berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium.

Sebagian besar DAM di Kota Palangka Raya menggunakan air baku dari wilayah Tangkiling yang dipercaya menghasilkan air kaya mineral (Tobing, 2024). Kota Palangka Raya memiliki luas 2.853,52 km² yang terbagi menjadi lima kecamatan, yaitu Pahandut, Sabangau, Jekan Raya, Bukit Batu, dan Rakumpit (BPS Provinsi Kalimantan Tengah, 2023). Jumlah DAM di kota ini meningkat dari 376 depot pada tahun 2020 menjadi 438 depot pada tahun 2022 (Dinas Kesehatan Kota Palangka Raya, 2022). Menurut Asosiasi Pengelola Air Minum Isi Ulang (Apdanum), sekitar 75 persen DAM di Palangka Raya belum memenuhi standar higiene sanitasi yang diwajibkan Kementerian Kesehatan (Zakaria, 2023).

Pencemaran air minum dapat terjadi pada tahap pengolahan, penyimpanan, maupun distribusi, sehingga pengawasan higiene dan sanitasi DAM menjadi langkah penting untuk menekan risiko tersebut. Higiene berfokus pada kebersihan perorangan, sedangkan sanitasi berfokus pada pencegahan penyakit melalui perbaikan dan pengawasan kesehatan lingkungan (Marsanti dan Widiarini, 2018). Penelitian terdahulu melaporkan ketidaksesuaian DAM terhadap persyaratan tersebut. Seluruh lima depot di Kecamatan Mariso, Makassar, tidak memenuhi syarat higiene sanitasi maupun bakteriologis (Baharuddin, 2018). Empat dari 11 sampel air isi ulang di Banda Aceh positif mengandung *E. coli* (Winandar dkk., 2020), dan 10 dari 11 DAM di Bengkulu tidak memenuhi persyaratan kelayakan higiene sanitasi (Lestari dkk., 2022).

Kajian yang mengintegrasikan pengujian laboratorium air baku dan air minum dengan penilaian higiene sanitasi DAM di Kecamatan Jekan Raya belum pernah dilakukan, dan penelitian terdahulu mengacu pada ketentuan sebelum Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Penelitian ini bertujuan (1) menganalisis kualitas air baku Tangkiling, (2) menganalisis kualitas air minum pada DAM di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, serta (3) menganalisis higiene sanitasi DAM berdasarkan sarana dan prasarananya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2024 yang mencakup observasi, pengambilan sampel, dan pengujian laboratorium. Air baku diambil dari lima sumur bor di Kelurahan Banturung, Kecamatan Bukit Batu, yang airnya dibeli oleh agen penyalur, sedangkan air minum diambil dari 10 DAM di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, yang menggunakan air baku Tangkiling (Gambar 1 dan Gambar 2). Pengujian dilakukan di UPT Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Provinsi Kalimantan Tengah yang telah terakreditasi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kualitas air baku dan air minum berdasarkan hasil pengukuran lapangan dan uji laboratorium, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk menilai higiene sanitasi DAM melalui pengisian formulir Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) dengan pemilik DAM sebagai responden. Formulir IKL mengacu pada lampiran Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 14 Tahun 2021 (Kementerian Kesehatan, 2021).

Pengambilan Sampel

Titik pengambilan sampel air baku dan DAM ditentukan dengan teknik *simple random sampling* (Sugiyono, 2019). Pengambilan sampel mengikuti SNI 8995:2021 dan dilakukan pada satu hari oleh petugas yang sama, baik untuk air baku maupun untuk DAM. Untuk pemeriksaan mikrobiologi, kran dibersihkan dengan tisu dan alkohol 70%, dialirkan selama 2 sampai 3 menit, dipanaskan dengan lampu Bunsen selama 5 menit, kemudian air ditampung dalam botol steril hingga dua pertiga volume. Untuk uji fisika dan kimia, air dialirkan 1 sampai 2 menit, lalu ditampung dalam botol 1 L. Parameter pH dan TDS diukur segera di lapangan menggunakan Horiba Multi Water Quality Checker U-50 Series. Sampel untuk logam terlarut

disaring menggunakan penyaring vakum dan diawetkan dengan HNO_3. Seluruh sampel disimpan dalam kotak pendingin pada suhu ≤ 6°C.

Parameter Uji

Parameter yang diuji mewakili aspek mikrobiologi (*E. coli*), fisik (TDS dan warna), serta kimia (pH dan besi) sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Baku mutu dan metode pengujian disajikan pada Tabel 1. Kadar besi ditentukan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

Tabel 1. Parameter uji, baku mutu, dan metode pengujian laboratorium

No.	Parameter	Baku mutu	Metode pengujian
1	*E. coli*	0 CFU/100 mL	SM APHA 23rd Ed. 9221 B, C, dan F (2017)
2	TDS	< 300 mg/L	IK/6.4.1/LKK-PKY
3	pH	6,5 sampai 8,5	IK/6.4.1/LKK-PKY
4	Besi (Fe)	0,2 mg/L	SNI 6989.84:2019
5	Warna	10 TCU	SNI 6989.80:2011

Keterangan: Baku mutu mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Metode pengujian berasal dari UPT Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Provinsi Kalimantan Tengah. Satu TCU setara dengan 1 mg/L PtCo (Effendi, 2024).

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan persentase, kemudian dibandingkan dengan baku mutu. Hipotesis diuji menggunakan uji t satu sampel (*one sample t-test*), yaitu prosedur yang membandingkan rata-rata suatu variabel dengan nilai konstanta tertentu berupa baku mutu, dengan rumus:

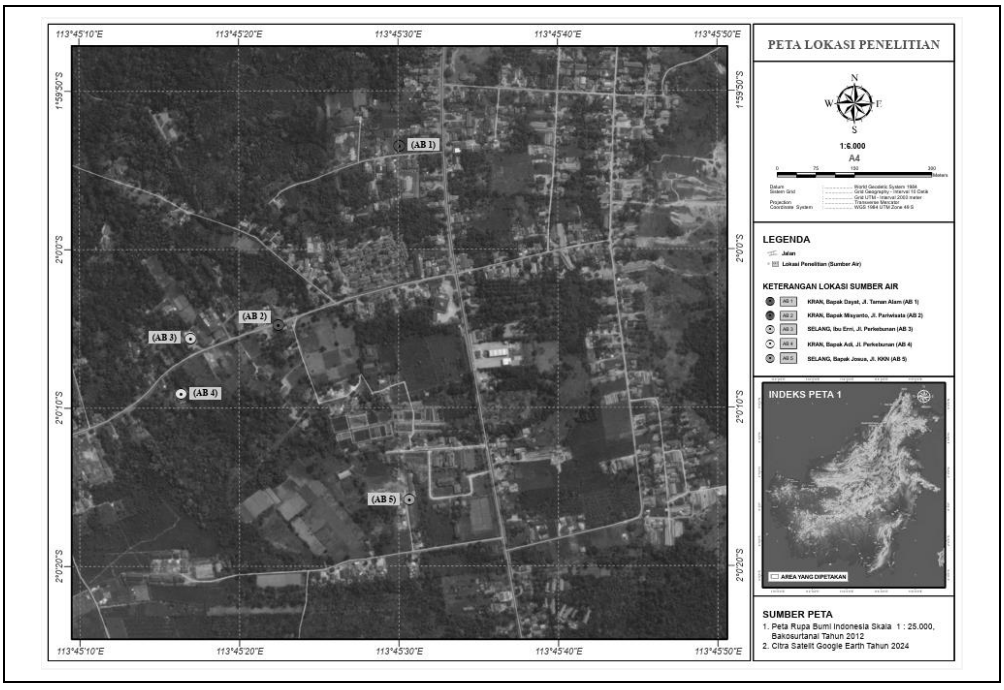
$$t = (\bar{x} - \mu_0) / (s / \sqrt{n})$$

dengan t adalah nilai t hitung, $\bar{x}$ adalah rata-rata sampel, μ_0 adalah nilai baku mutu, s adalah standar deviasi sampel, dan n adalah jumlah sampel. Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa kualitas air memenuhi baku mutu, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa kualitas air tidak memenuhi baku mutu. H_0 ditolak apabila nilai signifikansi < 0,05. Skor IKL dibandingkan dengan nilai acuan 80.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air Baku Tangkiling

Berdasarkan hasil pendataan dan peninjauan lapangan, terdapat lima titik sumber air baku yang airnya dibeli oleh agen penyalur untuk depot di Kota Palangka Raya, seluruhnya berada di Kelurahan Banturung, Kecamatan Bukit Batu (Gambar 1). Hasil pengujian air baku dari kelima sumber disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1. Lokasi lima titik sumber air baku (AB 1 sampai AB 5) di Kelurahan Banturung

Tabel 2. Hasil laboratorium kualitas air baku Tangkiling

Kode	Lokasi sumur bor	Kedalaman (m)	pH	Warna (TCU)	*E. coli* (CFU/100 mL)	Besi (mg/L)	TDS (mg/L)
AB 1	Jl. Taman Alam	12	**4,86**	**29,1**	0	< 0,041	17,9
AB 2	Jl. Pariwisata	14	**4,64**	**25,1**	0	< 0,041	7,65
AB 3	Jl. Perkebunan	12	**5,56**	**20,4**	0	< 0,041	5,9
AB 4	Jl. Perkebunan	14	**4,76**	**22,4**	0	< 0,041	7,02
AB 5	Jl. KKN	12	**4,43**	**21,2**	0	< 0,041	7,99
	Baku mutu		6,5 sampai 8,5	10	0	0,2	< 300

Keterangan: Angka cetak tebal tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Kedalaman sumur bor menurut hasil pendataan lapangan.

pH. Kelima sumber air baku bersifat asam dengan pH 4,43 sampai 5,56 (rerata 4,85 ± 0,43), berada di bawah rentang baku mutu 6,5 sampai 8,5. Uji t satu sampel menunjukkan bahwa rerata pH berbeda nyata dari batas bawah baku mutu ($t = -8,62$; $p = 0,001$), sehingga H_1 diterima. Kondisi ini sejalan dengan pH air tanah dangkal di Kota Palangka Raya yang rendah, yaitu 3,5 sampai 6,3, sebagai ciri khas wilayah gambut (Marlina, 2018). Keasaman air baku di Banturung perlu mendapat perhatian khusus dalam proses pengolahannya. Nilai pH dipengaruhi oleh suhu, kandungan oksigen, dan aktivitas biologi (Rosita, 2014), dan pH yang rendah dapat memengaruhi rasa air serta menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut apabila dikonsumsi (Bella dkk., 2022).

Warna. Nilai warna air baku berkisar 20,4 sampai 29,1 TCU (rerata 23,64 ± 3,53), sehingga seluruh sumber melampaui baku mutu 10 TCU ($t = 8,63$; $p = 0,001$). Warna air disebabkan oleh zat organik seperti humus dan plankton, bahan anorganik seperti logam besi dan mangan, serta tanin dan lignin dari pembusukan tanaman yang dapat mengubah warna air menjadi cokelat (Atikah dkk., 2023).

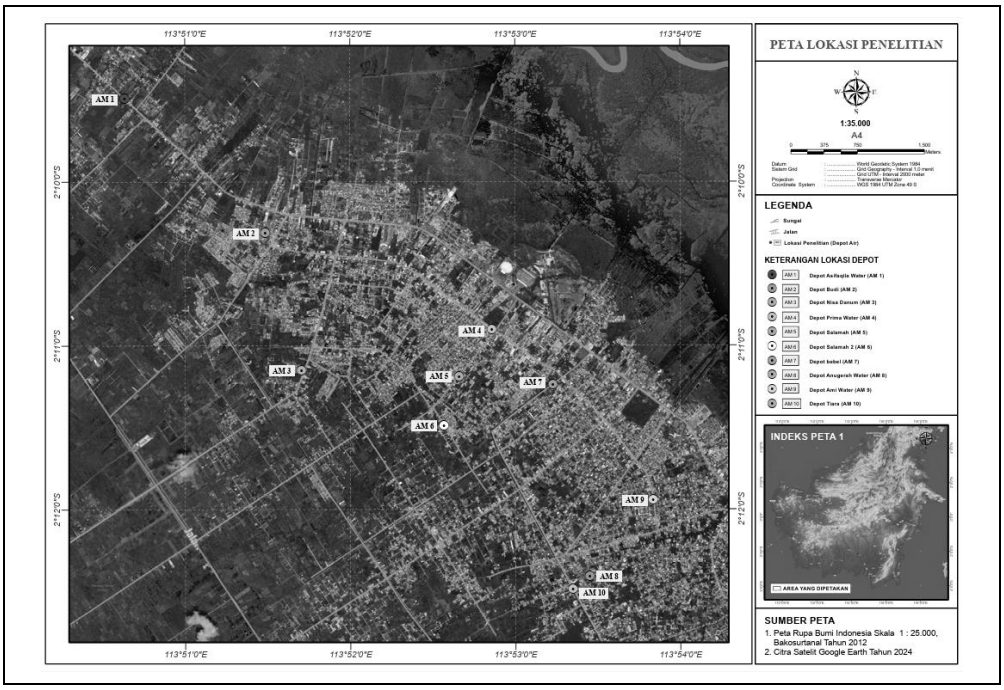
E. coli. Seluruh sampel air baku bebas *E. coli* (0 CFU/100 mL) sehingga memenuhi persyaratan mikrobiologi. Hal ini diduga berkaitan dengan kedalaman sumur bor yang mencapai 12 sampai 14 m, karena air yang masuk ke sumur terlebih dahulu melewati lapisan tanah sehingga mikroba tersaring (Muchlis dkk., 2017).

Besi dan TDS. Kadar besi pada kelima sumber kurang dari 0,041 mg/L, jauh di bawah baku mutu 0,2 mg/L. Kadar besi yang rendah diduga berkaitan dengan kedalaman sumur bor, karena sumur yang lebih dalam cenderung mengandung besi lebih rendah daripada sumur dangkal (Misa dkk., 2019). Nilai TDS berkisar 5,9 sampai 17,9 mg/L, tertinggi pada AB 1 dan terendah pada AB 3, dan seluruhnya berada di bawah baku mutu 300 mg/L. TDS menggambarkan jumlah zat padat terlarut di dalam air, antara lain mineral, garam, logam, dan senyawa organik (WHO, 2003; Aneta dkk., 2021).

Secara keseluruhan, air baku Tangkiling memenuhi parameter mikrobiologi, besi, dan TDS, tetapi tidak memenuhi parameter pH dan warna pada seluruh sumber.

Kualitas Air Minum pada Depot Air Minum

Air minum diambil dari 10 DAM yang tersebar di Kecamatan Jekan Raya (Gambar 2) dan diuji untuk parameter yang sama dengan air baku. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3, sedangkan ringkasan uji t terhadap baku mutu disajikan pada Tabel 4.



Gambar 2. Lokasi 10 depot air minum (AM 1 sampai AM 10) di Kecamatan Jekan Raya

Tabel 3. Hasil laboratorium kualitas air minum pada depot air minum

Kode	Depot air minum	*E. coli* (CFU/100 mL)	pH	TDS (mg/L)	Besi (mg/L)	Warna (TCU)
AM 1	Asifaqila Water	0	**5,5**	12,4	< 0,041	**14,2**
AM 2	Budi	**2**	**4,56**	12,9	< 0,041	**13,7**
AM 3	Nisa Danum	**2**	**5,06**	5,62	< 0,041	**22,2**
AM 4	Prima Water	0	**5,2**	7,86	< 0,041	**28,2**
AM 5	Salamah	**2**	**5,69**	8,97	< 0,041	**27,4**
AM 6	Salamah 2	0	**5,64**	8,74	< 0,041	**28,2**
AM 7	Bebel	**2**	**5,44**	9,18	< 0,041	**26,1**
AM 8	Anugerah Water	0	**5,08**	8,39	< 0,041	**32,0**
AM 9	Ami Water	**1**	**5,64**	9,05	< 0,041	**26,6**
AM 10	Tiara	**3**	**5,35**	8,86	< 0,041	**27,5**
	Baku mutu	0	6,5 sampai 8,5	< 300	0,2	10

Keterangan: Angka cetak tebal tidak memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023.

E. coli. Bakteri ini terdeteksi pada enam dari 10 depot (60%), yaitu AM 2, AM 3, AM 5, AM 7, AM 9, dan AM 10, dengan jumlah 1 sampai 3 CFU/100 mL (rerata 1,2). Rerata ini lebih besar dari baku mutu 0 CFU/100 mL ($t = 3{,}34$; $p = 0{,}009$), sehingga air minum pada depot tersebut tidak memenuhi syarat menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023. Keberadaan bakteri ini berisiko menimbulkan diare, kolera, dan infeksi saluran pencernaan lainnya (Winandar dkk., 2020). Seluruh air baku bebas *E. coli*, sehingga kontaminasi diduga terjadi setelah air meninggalkan sumbernya, yaitu pada proses distribusi dan pengolahan di depot. Kebersihan lingkungan serta peralatan filtrasi dan pengolahan di depot merupakan faktor yang dapat menyebabkan pencemaran oleh bakteri tersebut (Baharuddin dkk., 2023).

pH. Nilai pH air minum pada seluruh depot berkisar 4,56 sampai 5,69 (rerata 5,32 ± 0,35), berada di bawah rentang baku mutu 6,5 sampai 8,5 ($t = -10{,}68$; $p < 0{,}001$). Nilai ini tidak jauh berbeda dari pH air baku (4,43 sampai 5,56), yang menunjukkan bahwa proses pengolahan di depot belum mampu menaikkan pH secara berarti (Sudarto dkk., 2015). Proses pengolahan dan peralatan filtrasi pada depot perlu mendapat perhatian agar pH air hasil olahan dapat ditingkatkan.

TDS. Nilai TDS seluruh depot berkisar 5,62 sampai 12,9 mg/L (rerata 9,20 ± 2,10), jauh di bawah baku mutu 300 mg/L ($t = -438{,}40$; $p < 0{,}001$), sehingga memenuhi persyaratan. Nilai ini tidak jauh berbeda dari TDS air baku (5,9 sampai 17,9 mg/L), yang menunjukkan bahwa pengolahan di depot tidak banyak mengubah kandungan zat

terlarut. Semakin rendah nilai TDS, semakin baik kualitas air, sehingga peralatan pengolahan perlu dirawat dengan baik (Zamzami dkk., 2024).

Warna. Nilai warna air minum pada seluruh depot berkisar 13,7 sampai 32,0 TCU (rerata 24,61 ± 6,11), melebihi baku mutu 10 TCU ($t = 7,56$; $p < 0,001$). Nilai terendah ditemukan pada Depot Budi (13,7 TCU) dan tertinggi pada Depot Anugerah Water (32,0 TCU). Nilai warna dipengaruhi oleh senyawa organik, zat besi, mangan, dan bahan kimia terlarut lainnya (Misa dkk., 2019). Warna air minum tidak jauh berbeda dari warna air baku (20,4 sampai 29,1 TCU), sehingga sistem pengolahan atau filtrasi pada depot tampak belum mampu menurunkan warna air.

Besi. Kadar besi pada seluruh depot kurang dari 0,041 mg/L, di bawah baku mutu 0,2 mg/L, dan setara dengan kadar besi air baku. Hal ini menunjukkan bahwa kadar besi terjaga dari air baku hingga air minum di depot. Kadar besi yang rendah juga menguntungkan proses desinfeksi, karena besi dalam jumlah tinggi mengikat klor sehingga sisa klor berkurang (Said, 2007).

Tabel 4. Ringkasan uji t satu sampel kualitas air minum pada 10 depot air minum terhadap baku mutu ($\alpha = 5\%$)

Parameter	Baku mutu	Rerata ± SD	t hitung	p	Kesimpulan
E. coli (CFU/100 mL)	0	1,20 ± 1,14	3,34	0,009	Tidak memenuhi
pH	6,5 sampai 8,5	5,32 ± 0,35	−10,68	< 0,001	Tidak memenuhi
TDS (mg/L)	< 300	9,20 ± 2,10	−438,40	< 0,001	Memenuhi
Warna (TCU)	10	24,61 ± 6,11	7,56	< 0,001	Tidak memenuhi
Besi (mg/L)	0,2	< 0,041	tidak dihitung		Memenuhi

Keterangan: n = 10; uji dua sisi. Nilai pH dibandingkan dengan batas bawah baku mutu (6,5). Kadar besi seluruh sampel berada di bawah batas deteksi (< 0,041 mg/L) sehingga uji t tidak dihitung.

Higiene Sanitasi Depot Air Minum

Skor IKL kesepuluh DAM berkisar 46,1 sampai 72,7 (rerata 59,76 ± 7,78), seluruhnya di bawah nilai acuan 80 (Tabel 5), sehingga belum ada depot yang laik higiene sanitasi. Skor terendah dijumpai pada Depot Salamah 2 (AM 6; 46,1) dan tertinggi pada Depot Ami Water (AM 9; 72,7). Skor IKL yang rendah tidak selalu sejalan dengan hasil uji *E. coli*, misalnya AM 6 dengan skor terendah tetapi bebas *E. coli*, sehingga hubungan antara skor IKL dan kualitas mikrobiologis air perlu dikaji lebih lanjut.

Tabel 5. Skor Inspeksi Kesehatan Lingkungan (IKL) pada depot air minum

Kode	Depot air minum	Skor IKL	Nilai acuan	Status
AM 1	Asifaqila Water	59,4	80	Tidak laik
AM 2	Budi	57,6	80	Tidak laik
AM 3	Nisa Danum	57,6	80	Tidak laik
AM 4	Prima Water	51,5	80	Tidak laik
AM 5	Salamah	63,0	80	Tidak laik
AM 6	Salamah 2	46,1	80	Tidak laik
AM 7	Bebel	61,2	80	Tidak laik
AM 8	Anugerah Water	69,7	80	Tidak laik
AM 9	Ami Water	72,7	80	Tidak laik
AM 10	Tiara	58,8	80	Tidak laik

Keterangan: Skor IKL dihitung berdasarkan formulir Inspeksi Kesehatan Lingkungan (Kementerian Kesehatan, 2021). Depot dinyatakan laik apabila skor mencapai nilai acuan.

Hasil pengisian formulir IKL menunjukkan bahwa seluruh depot tidak memiliki wastafel untuk cuci tangan dan tidak ditemukan tempat sampah tertutup di semua lokasi depot. Ketiadaan fasilitas cuci tangan dengan air mengalir dan sabun dapat mencemari air minum yang diproduksi serta menghambat higiene personal penjamah, khususnya sebelum pengisian galon (Khairinnisa dkk., 2024). Tempat sampah yang tidak tertutup dapat dihinggapi lalat, dan air isi ulang dapat tercemar oleh lalat apabila depot dalam kondisi terbuka selama proses pengisian (Khairinnisa dkk., 2024; Novroza dkk., 2020).

Rendahnya skor higiene sanitasi diduga berkaitan dengan kurangnya pemeliharaan fasilitas, minimnya sarana sanitasi yang sesuai standar, belum diterapkannya prosedur kebersihan yang ketat, serta terbatasnya pengawasan dan pengelolaan DAM. Tanpa standar operasional prosedur (SOP) dan pengawasan rutin, risiko kontaminasi oleh bakteri atau zat berbahaya pada air minum meningkat. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa sekitar 75 persen DAM di Palangka Raya belum memenuhi standar higiene sanitasi (Zakaria, 2023) dan dengan penelitian di Bengkulu yang menemukan 10 dari 11 DAM tidak laik (Lestari dkk., 2022). Perbaikan dapat ditempuh melalui peningkatan pemeliharaan sarana dan prasarana sanitasi, penerapan SOP kebersihan, pelatihan operator DAM, dan pengawasan rutin oleh instansi terkait.

Hasil penelitian ini berasal dari satu kali pengambilan sampel pada bulan Juni sampai Agustus 2024 dengan jumlah sampel yang terbatas (lima sumber air baku dan 10 depot), sehingga generalisasi hasil perlu dilakukan dengan hati-hati.

KESIMPULAN

1. Air baku Tangkiling memenuhi syarat mikrobiologi (0 CFU/100 mL), besi (< 0,041 mg/L), dan TDS (< 300 mg/L), tetapi tidak memenuhi syarat pH (4,43 sampai 5,56) dan warna (20,4 sampai 29,1 TCU).
2. Air minum pada depot tidak memenuhi syarat pada parameter pH (4,56 sampai 5,69) dan warna (13,7 sampai 32,0 TCU) di seluruh depot, serta pada parameter *E. coli* (1 sampai 3 CFU/100 mL) di enam dari 10 depot, tetapi memenuhi syarat untuk parameter besi dan TDS.
3. Higiene sanitasi seluruh depot belum memenuhi standar, dengan skor IKL 46,1 sampai 72,7 yang berada di bawah nilai acuan 80. Aspek kebersihan, peralatan, dan perilaku penjamah menjadi poin penting dalam kondisi higiene sanitasi tersebut.

Disarankan agar pemerintah daerah dan instansi terkait meningkatkan pengawasan berkala terhadap kualitas air baku Tangkiling dan memberikan pelatihan higiene sanitasi kepada pengelola depot. Pengelola depot disarankan merawat peralatan produksi secara rutin dan memeriksakan kualitas air secara berkala, terutama parameter mikrobiologi. Masyarakat diharapkan selektif dalam memilih depot. Penelitian lanjutan dengan cakupan waktu dan sampel yang lebih luas diperlukan, termasuk untuk mengkaji efektivitas teknologi pengolahan yang digunakan depot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada UPT Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Provinsi Kalimantan Tengah yang telah melaksanakan pengujian sampel, kepada para pemilik sumber air baku dan pengelola depot air minum di Kecamatan Jekan Raya yang telah bersedia menjadi tempat pengambilan sampel dan responden penelitian, serta kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Aneta, R., Umboh, J.M.L. dan Sondakh, R.C. (2021) 'Analisis tingkat kekeruhan, total dissolved solids (TDS) dan kandungan *Escherichia coli* pada air sumur di Desa Arakan Kecamatan Tatapaan', *Jurnal KESMAS*, 10(4), hal. 106-111.

Apriyanti, E., Ihwan, A. dan Jumarang, M.I. (2016) 'Analisis kualitas air di Parit Besar Sungai Jawi Kota Pontianak', *PRISMA FISIKA*, 4(3), hal. 101-108.

Atikah, U., Purnaini, R., Govira, D. dan Asbanu, C. (2023) 'Analisis kualitas air baku dan kualitas air hasil produksi pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Unit Mukok PDAM Tirta Pancur Aji Kota Sanggau', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11.

Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah (2023) *Provinsi Kalimantan Tengah dalam Angka 2023*. Tersedia di: https://kalteng.bps.go.id/indicator/153/41/1/luas-daerah-menurut-kabupaten-kota.html.

Baharuddin, A. (2018) 'Pelaksanaan hygiene sanitasi depot dan pemeriksaan bakteri *Escherichia coli* pada air minum isi ulang di Kecamatan Mariso Kota Makassar', *Lingkungan dan Kesehatan Kerja*, 1(1).

Baharuddin, A., Rizki Amelia AP, K.A. dan Multazam, A. (2023) 'Cemaran bakteri *E. coli* dan hygiene sanitasi pada air minum isi ulang (AMIU) di masa pandemi Covid-19', hal. 20-29. Tersedia di: http://jurnal.fkmumi.ac.id/index.php/woh/article/view/woh6103 (Diakses: 12 Februari 2025).

Bella, A.S., Marlina, S. dan Santoso, A.I. (2022) 'Pengolahan air gambut menjadi air bersih dengan teknologi sederhana di Kecamatan Sabangau Kelurahan Bangkirai Kota Palangka Raya', *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), hal. 56-62. doi:10.33084/mitl.v7i2.3554.

Dinas Kesehatan Kota Palangka Raya (2022) *Data Tempat Pengelolaan Makanan (TPM) Memenuhi Syarat Kesehatan Menurut Kecamatan dan Puskesmas Kota Palangka Raya*.

Effendi, H. (2024) *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, edisi revisi. Yogyakarta: Kanisius.

Kementerian Kesehatan (2021) *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 14 Tahun 2021 tentang Standar Kegiatan Usaha dan Produk pada Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko Sektor Kesehatan*.

Kementerian Kesehatan (2023) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Perindustrian dan Perdagangan (2004) *Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum dan Perdagangannya*.

Khairinnisa, S.K., Setiyono, A. dan Gustaman, R.A. (2024) 'Gambaran higiene sanitasi depot air minum isi ulang dan kualitas air minum isi ulang sesuai standar mikrobiologi (studi pada depot air minum isi ulang di wilayah kerja UPTD Puskesmas Mangkubumi Kota Tasikmalaya)', *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 20(2).

Lestari, T., Amin, M. dan Afriyanto, A. (2022) 'Higiene sanitasi pada depot air minum isi ulang (DAMIU) di wilayah kerja Puskesmas Lingkar Barat', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Miracle*, 2(1).

Mairizki, F. (2017) 'Analisis kualitas air minum isi ulang di sekitar kampus Universitas Islam Riau', *Jurnal Katalisator*, 2(1).

Marlina, S. (2018) 'Air tanah dangkal sebagai sumber air bersih Kota Palangka Raya', *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 3(1).

Marsanti, A.S. dan Widiarini, R. (2018) *Buku Ajar Higiene Sanitasi Makanan*. Buku elektronik, vol. 1.

Misa, A., Duka, R.S., Layuk, S. dan Kawatu, Y.T. (2019) 'Hubungan kedalaman sumur bor dengan kadar besi (Fe) dan mangan (Mn) di Kelurahan Malendeng Kecamatan Paal 2 Kota Manado', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), hal. 62-68. doi:10.47718/jkl.v9i1.644.

Muchlis, Thamrin dan Siregar, S.H. (2017) 'Analisis faktor yang mempengaruhi jumlah bakteri *Escherichia coli* pada sumur gali penderita diare di Kelurahan Sidomulyo Barat Kota Pekanbaru', *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 4(1), hal. 18-28.

Rosita, N. (2014) 'Analisis kualitas air minum isi ulang beberapa depot air minum isi ulang (DAMIU) di Tangerang Selatan', *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2), hal. 134-141.

Said, N.I. (2007) 'Disinfeksi untuk proses pengolahan air minum', *Jurnal Air Indonesia*, 3(1), hal. 15-28.

Selomo, M., Natsir, M.F., Birawida, A.B. dan Nurhaedah, S. (2018) 'Hygiene dan sanitasi depot air minum isi ulang di Kecamatan Campalagian Kabupaten Polewali Mandar', *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).

Sudarto, Retnowaty, S.F., Fitri, Y. dan Suroso, A. (2015) 'Uji pH dan fisik air minum isi ulang di Kecamatan Tapung Kabupaten Kampar', *Jurnal Photon*, 5(2), hal. 63-70.

Sugiyono (2019) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*, edisi kedua. Alfabeta.

Tobing, M.M.H.L. (2024) *Menilik kualitas air di depot isi ulang Tangkiling Kota Palangka Raya*. Disunting oleh Supriani. RRI.co.id, 24 Oktober 2024. Tersedia di: https://rri.co.id/daerah/1067501/menilik-kualitas-air-di-depot-isi-ulang-tangkiling-kota-palangka-raya.

WHO (2003) *Total Dissolved Solids in Drinking-water*. Geneva: World Health Organization.

Winandar, A., Muhammad, R. dan Irmansyah, I. (2020) 'Analisis *Escherichia coli* dalam air minum isi ulang pada depot air minum (DAM) di wilayah kerja Puskesmas Kuta Alam Banda Aceh', *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 8(1). doi:10.32672/jss.v8i1.2071.

Zakaria, I. (2023) '75 persen depot air minum di Palangka Raya banyak belum standar', *Prokal.co*, 24 November 2023. Tersedia di: https://www.prokal.co/kalimantan-tengah/1773861256/75-persen-depot-air-minum-di-palangka-raya-banyak-belum-standar.

Zamzami, M.R., Azizah, R.N. dan Munandar, A. (2024) 'Studi kualitas air minum dan pengolahannya di depot air minum isi ulang Kota Bandar Lampung (studi kasus: Kecamatan Tanjung Karang Timur, Bumi Waras, dan Way Halim)', *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 18(1), hal. 48-55. doi:10.26630/rj.v18i1.4419.

ANALISIS SPASIAL PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN STOK KARBON TERHADAP DAYA DUKUNG LINGKUNGAN EKOSISTEM GAMBUT (STUDI KASUS: KECAMATAN JEKAN RAYA, KOTA PALANGKA RAYA)

(Spatial Analysis of Land Cover Change and Carbon Stock on the Environmental Carrying Capacity of Peatland Ecosystems (Case Study: Jekan Raya Sub-district, Palangka Raya City))

Aulia Rahmi[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Kontak person: auliarahmiworld@gmail.com

ABSTRACT

Peatland ecosystems have a strategic role as carbon storage, and land cover change due to anthropogenic activities may reduce their ability to store carbon. This study analyzed land cover change during 2015 to 2025, the distribution of carbon stocks, and the environmental carrying capacity (ECC) of peatland ecosystems in Jekan Raya District, Palangka Raya City, especially the urban cluster in the Peat Ecosystem Protection and Management Plan (RPPEG) 2023 to 2053. A quantitative descriptive approach based on geographic information systems (GIS) and remote sensing was applied using Landsat 8 OLI/TIRS imagery, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and the Natural Breaks Jenks method. Above-ground and below-ground carbon stocks were estimated following IPCC guidelines. The accuracy test produced an overall accuracy of 91.5% and a Kappa coefficient of 88.00%. Land cover fluctuated significantly, with the sharpest vegetation decline in 2019 due to peatland fires. Below-ground carbon stock dominated the total stock (84.5 to 90.5%) and ranged from 4.59 to 5.03 million tons, whereas above-ground carbon stock ranged from 479,290 to 918,943 tons. The ECC index was highest in high greenness units of every peat category (shallow, medium, deep) and lowest in unvegetated land. The 2053 prediction for the urban cluster showed a decline in ECC on shallow and medium peat due to development pressure. Spatial-based management is required to maintain environmental sustainability.

Keywords: carbon stock; environmental carrying capacity; land cover; NDVI; peat

ABSTRAK

Ekosistem gambut memiliki peran strategis sebagai penyimpan karbon, dan perubahan tutupan lahan akibat aktivitas antropogenik berpotensi menurunkan kemampuan penyimpanan tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan tutupan lahan periode 2015 sampai 2025, distribusi stok karbon, dan daya dukung lingkungan (DDL) ekosistem gambut di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, khususnya klaster perkotaan dalam dokumen Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (RPPEG) Tahun 2023 sampai 2053. Pendekatan deskriptif kuantitatif berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan penginderaan jauh diterapkan menggunakan citra Landsat 8 OLI/TIRS, dengan teknik *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan metode *Natural Breaks Jenks*. Stok karbon atas dan bawah permukaan diestimasi mengacu pada pedoman IPCC. Uji akurasi menghasilkan *Overall Accuracy* 91,5% dan koefisien Kappa 88,00%. Tutupan lahan berfluktuasi signifikan, dengan penurunan vegetasi terbesar pada tahun 2019 akibat kebakaran lahan gambut. Stok karbon bawah permukaan mendominasi cadangan karbon (84,5 sampai 90,5% dari total) dan berkisar 4,59 sampai 5,03 juta ton, sedangkan stok karbon atas permukaan berkisar 479.290 sampai 918.943 ton. Indeks DDL tertinggi dijumpai pada unit kehijauan tinggi pada setiap kategori gambut (dangkal, sedang, dalam) dan terendah pada lahan tidak bervegetasi. Prediksi DDL klaster perkotaan tahun 2053 menunjukkan penurunan pada gambut dangkal dan sedang akibat tekanan pembangunan. Pengelolaan berbasis spasial diperlukan untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kata kunci: daya dukung lingkungan; gambut; NDVI; stok karbon; tutupan lahan

PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan ekosistem yang memiliki peran ekologis sangat penting, yaitu sebagai pengatur tata air, habitat keanekaragaman hayati, serta penyedia jasa pengaturan iklim global melalui kemampuan penyimpanan karbon. Indonesia memiliki sekitar 13,43 juta hektare lahan gambut yang tersebar terutama di Sumatra, Kalimantan, dan Papua, dan berfungsi sebagai penyimpan karbon terbesar di daratan tropis dengan cadangan karbon diperkirakan mencapai 57

sampai 60 gigaton atau sekitar 30% dari total cadangan karbon gambut dunia (Page dkk., 2011). Lahan gambut dataran rendah Asia Tenggara juga menjadi salah satu ekosistem yang paling terancam oleh alih fungsi lahan (Page dkk., 2006; Agus dan Subiksa, 2008).

Kota Palangka Raya, khususnya Kecamatan Jekan Raya, sebagian besar berada di atas bentang lahan gambut tropis dengan luas ekosistem gambut mencapai 45.128 ha, yang terdiri atas fungsi lindung seluas 30.904 ha dan fungsi budidaya seluas 14.225 ha (Pemerintah Kota Palangka Raya, 2023). Perkembangan kawasan perkotaan yang pesat mendorong konversi lahan gambut menjadi kawasan terbangun, sehingga berpotensi menurunkan fungsi *carbon sink* gambut.

Penelitian yang mengintegrasikan perubahan tutupan lahan, estimasi stok karbon, dan penilaian daya dukung lingkungan secara spasial pada ekosistem gambut fungsi budidaya di wilayah perkotaan masih sangat terbatas. Penelitian terdahulu umumnya memisahkan kajian pemetaan gambut (Agus dkk., 2011), estimasi karbon (Murdiyarso dkk., 2010), atau perubahan tutupan lahan (Ardianto dkk., 2022; Miettinen dkk., 2016). Penelitian ini bertujuan mengisi kesenjangan tersebut dengan menganalisis secara komprehensif (1) dinamika perubahan tutupan lahan secara spasial periode 2015 sampai 2025, (2) distribusi stok karbon pada komponen atas dan bawah permukaan, serta (3) indeks daya dukung lingkungan ekosistem gambut di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan luas wilayah sekitar 387,54 km² (38.754 ha). Wilayah ini dipilih karena berada di atas ekosistem gambut yang mengalami tekanan pembangunan perkotaan yang intensif. Penelitian berlangsung selama enam bulan, dari Oktober 2025 sampai April 2026.

Bahan dan Alat

Bahan penelitian meliputi (1) citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dari *Google Earth Engine* tahun 2015, 2018, 2019, 2022, dan 2025 dengan tutupan awan di wilayah penelitian kurang dari 1%, (2) peta kedalaman gambut dari Kementerian Pertanian tahun 2019 dalam format *shapefile*, (3) data batas administrasi Kecamatan Jekan Raya, serta (4) data *bulk density* dan ketebalan gambut hasil pengukuran lapangan. Pengolahan data spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS versi 10.8.

Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berbasis pita 4 (merah) dan pita 5 (inframerah dekat) citra Landsat 8 (Rouse dkk., 1974; Pettorelli dkk., 2005). Metode *Natural Breaks* (Jenks) (Jenks, 1967) diterapkan pada data NDVI tahun 2025 untuk menghasilkan empat kelas kehijauan, yaitu (1) tidak bervegetasi (NDVI −1 sampai 0,193), (2) kehijauan rendah (0,193 sampai 0,288), (3) kehijauan sedang (0,288 sampai 0,357), dan (4) kehijauan tinggi (0,357 sampai 0,54). Ambang batas yang sama diterapkan pada seluruh tahun pengamatan untuk memastikan konsistensi temporal.

Klasifikasi disempurnakan melalui dua indeks tambahan, yaitu *Automated Water Extraction Index* dengan koreksi bayangan (AWEIsh) untuk mengidentifikasi tubuh air (Feyisa dkk., 2014) dan *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) untuk mengidentifikasi area terbangun (Zha dkk., 2003). Hasil klasifikasi divalidasi melalui uji Kappa menggunakan 200 titik *ground truth* yang tersebar representatif di seluruh wilayah penelitian (Wulder dkk., 2018).

Estimasi Stok Karbon

Estimasi stok karbon dilakukan pada dua komponen mengacu pada pedoman IPCC (2006). Stok karbon atas permukaan (*above ground carbon*, AGC) dihitung dari nilai biomassa setiap kelas kehijauan vegetasi yang diperoleh dari studi literatur gambut tropis Kalimantan dengan faktor konversi 0,47 sesuai standar IPCC. Nilai biomassa yang digunakan adalah kehijauan tinggi 250 ton/ha, kehijauan sedang 125 ton/ha, kehijauan rendah 40 ton/ha, dan non vegetasi 0 ton/ha.

Stok karbon bawah permukaan (*below ground carbon*, BGC) dihitung menggunakan rumus:

$$C_{tm} = K_d \times \rho \times \%\text{C-organik}$$

dengan C_{tm} adalah kandungan karbon tanah gambut (ton/ha), K_d adalah ketebalan gambut (m), ρ adalah *bulk density* gambut (ton/m³), dan %C-organik adalah persentase karbon organik gambut. Nilai rata-rata C-organik gambut Kalimantan sebesar 51,58% digunakan berdasarkan Agus dkk. (2011). Analisis dibatasi pada lahan gambut fungsi budidaya (ketebalan kurang dari 3 m).

Model Daya Dukung Lingkungan

Model Daya Dukung Lingkungan (DDL) disusun berdasarkan adaptasi kerangka DPSIR (*Driving Forces, Pressure, State, Impact, Response*) dengan tiga komponen, yaitu Indeks Kapasitas Karbon (IKK) yang menggambarkan kemampuan gambut menyimpan karbon, Indeks Resiliensi Vegetasi (IRV) yang menggambarkan kemampuan

pemulihan vegetasi berdasarkan nilai piksel NDVI, dan Indeks Tekanan Lahan (ITL) yang menggambarkan laju perubahan tutupan lahan per tahun. Nilai DDL dinormalisasi pada rentang 0 sampai 1 dan dikategorikan menjadi sangat rendah (kurang dari 0,20), rendah (0,20 sampai 0,50), sedang (0,50 sampai 0,80), dan tinggi (lebih dari 0,80). Prediksi DDL klaster perkotaan untuk 28 tahun ke depan (tahun 2053) dilakukan berdasarkan laju perubahan tutupan lahan hasil analisis temporal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Tutupan Lahan 2015 sampai 2025

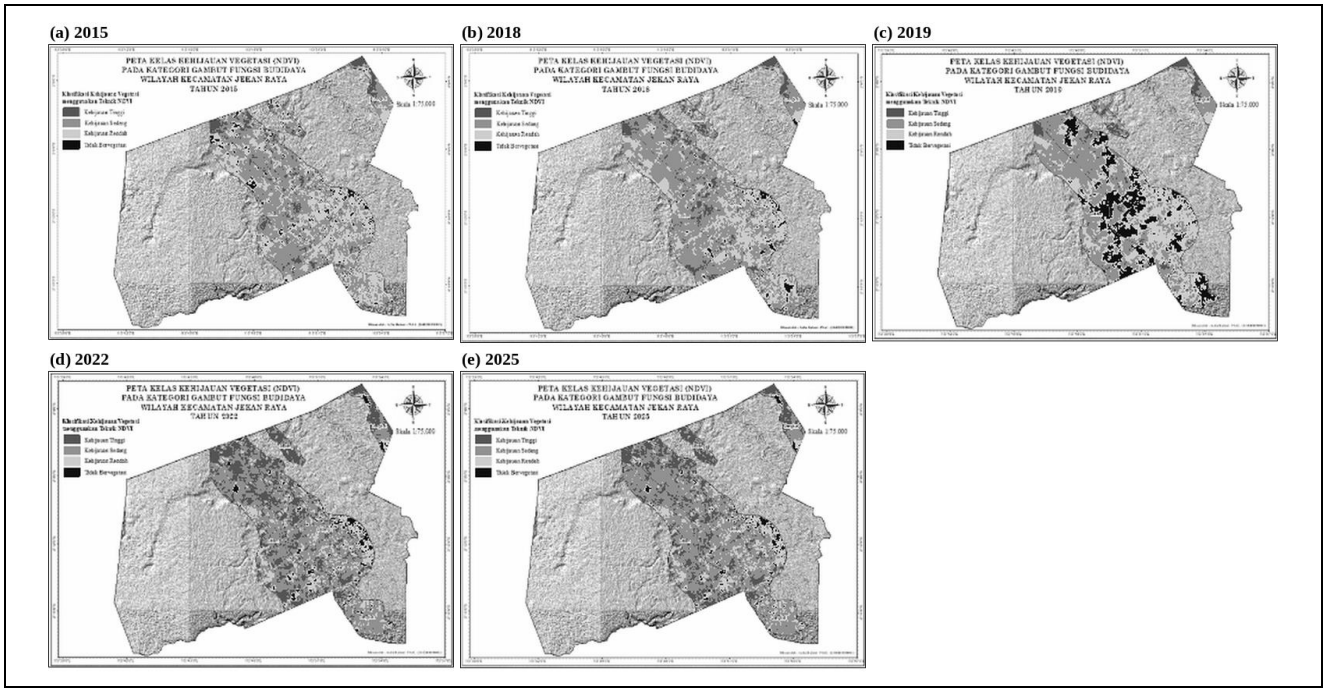
Akurasi klasifikasi. Uji akurasi klasifikasi NDVI menunjukkan *Overall Accuracy* sebesar 91,5% dan koefisien Kappa sebesar 88,00%. Nilai Kappa tersebut termasuk kategori kesepakatan substansial hingga hampir sempurna (*substantial to almost perfect agreement*) menurut kriteria Landis dan Koch (1977), sehingga hasil klasifikasi layak digunakan sebagai dasar analisis spasial. Integrasi AWEIsh berhasil mengidentifikasi 7,6% dari kelas NDVI terendah sebagai tubuh air, sedangkan NDBI mengidentifikasi lahan terbangun 1,77% lebih besar dibandingkan estimasi NDVI semata (8,20% terhadap 6,43% dari total wilayah).

Dinamika tutupan lahan. Dinamika luasan tutupan lahan pada lahan gambut fungsi budidaya di Kecamatan Jekan Raya selama 2015 sampai 2025 disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Luasan perubahan tutupan lahan di Kecamatan Jekan Raya tahun 2015 sampai 2025

Kelas tutupan lahan	2015 (ha)	2018 (ha)	2019 (ha)	2022 (ha)	2025 (ha)
Tidak bervegetasi	2.741,97	1.805,65	**4.856,75**	2.907,83	2.517,02
Kehijauan rendah	8.156,12	7.931,97	8.298,25	5.283,98	4.440,93
Kehijauan sedang	9.552,11	12.885,50	10.522,30	9.378,06	10.317,13
Kehijauan tinggi	18.298,10	16.124,10	15.069,89	21.177,13	21.473,50
Total	**38.748,30**	**38.747,22**	**38.747,19**	**38.747,00**	**38.748,58**

Keterangan: Angka cetak tebal pada kelas tidak bervegetasi menunjukkan nilai tertinggi (tahun 2019). Sumber: hasil analisis penulis, 2026.



Gambar 1. Peta kelas kehijauan vegetasi (NDVI) pada lahan gambut fungsi budidaya di Kecamatan Jekan Raya tahun 2015 sampai 2025. Tingkat keabuan pada peta: hitam = tidak bervegetasi, abu terang = kehijauan rendah, abu sedang = kehijauan sedang, abu gelap = kehijauan tinggi

Dinamika tutupan lahan pada periode pengamatan sangat dipengaruhi oleh kejadian kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Pada tahun 2019, lahan tidak bervegetasi melonjak drastis menjadi 4.856,75 ha, yang berkorelasi kuat dengan karhutla besar di Kalimantan. Setelah tahun 2019, tren pemulihan vegetasi terlihat jelas pada periode 2022 sampai 2025, ditandai dengan meningkatnya kelas kehijauan sedang dan tinggi. Namun, tren peningkatan lahan tidak bervegetasi kembali muncul di bagian timur dan tengah Kecamatan Jekan Raya pada tahun 2022 sampai 2025, yang tidak berkaitan dengan kebakaran melainkan dengan tekanan pembangunan dan urbanisasi yang semakin intensif.

Stok Karbon Ekosistem Gambut

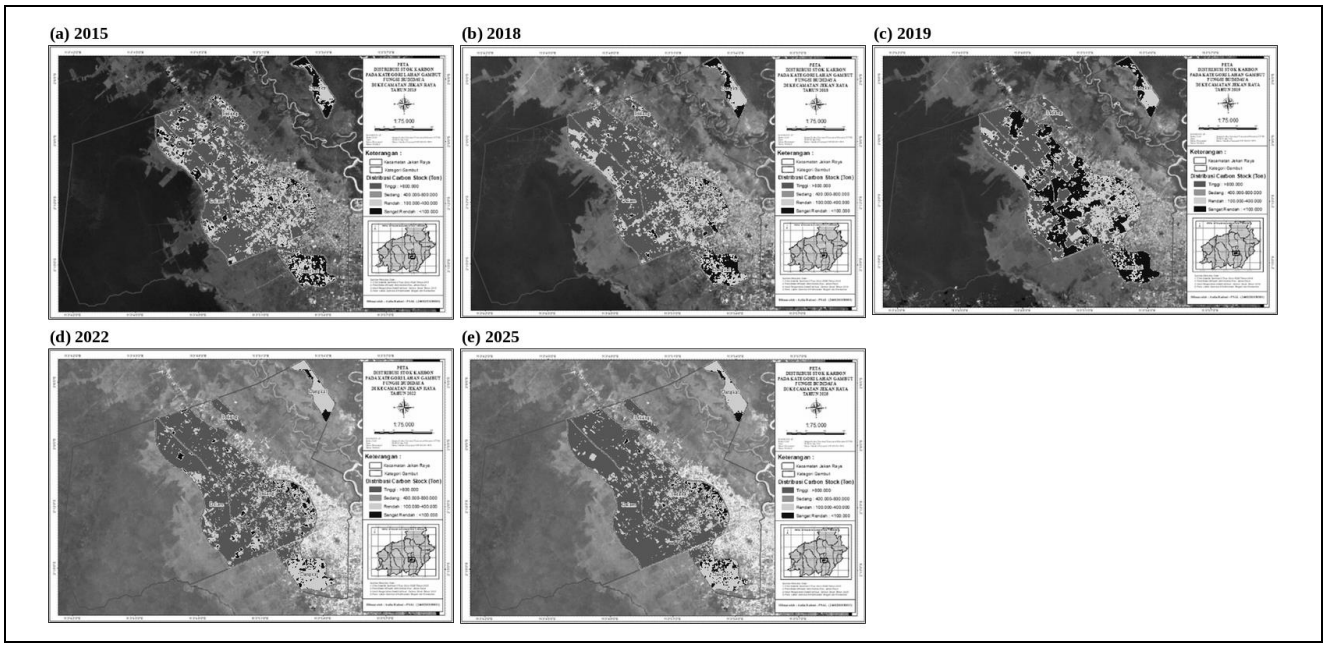
Stok karbon bawah permukaan. Perhitungan stok karbon bawah permukaan berdasarkan data *bulk density* dan ketebalan gambut di lapangan menghasilkan potensi karbon per kategori kedalaman sebesar 101,77 ton C/ha pada gambut dangkal (ketebalan 0,18 m), 302,66 ton C/ha pada gambut sedang (0,54 m), dan 782,63 ton C/ha pada gambut dalam (2,70 m). Total stok karbon bawah permukaan pada lahan gambut fungsi budidaya berkisar 4.591.720 ton (2019) sampai 5.028.351 ton (2018), dengan kontribusi terbesar dari gambut dalam (± 57%), gambut sedang (± 40%), dan gambut dangkal (± 3%).

Stok karbon atas permukaan. Estimasi stok karbon atas permukaan berbasis NDVI menunjukkan fluktuasi yang lebih dinamis dibandingkan stok karbon bawah permukaan. Total stok karbon atas permukaan menurun drastis pada tahun 2019 menjadi 479.290 ton (penurunan ± 29% dari tahun 2018), berkaitan langsung dengan hilangnya biomassa vegetasi akibat kebakaran. Pemulihan signifikan terlihat pada tahun 2022 dengan nilai tertinggi 918.943 ton, sebelum menurun sedikit pada tahun 2025 (898.210 ton) akibat peningkatan lahan terbangun. Neraca stok karbon total (atas dan bawah permukaan) per tahun penelitian disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Neraca stok karbon lahan gambut fungsi budidaya di Kecamatan Jekan Raya

Tahun	Stok karbon bawah permukaan (ton)	Stok karbon atas permukaan (ton)	Total stok karbon (ton)	Perubahan (%)
2015	4.976.738,95	653.434,35	5.630.173,30	
2018	5.028.350,84	679.162,76	5.707.513,60	+1,37
2019	4.591.720,02	479.290,09	5.071.010,11	−11,15
2022	5.010.490,77	918.942,90	5.929.433,67	+16,93
2025	4.998.122,84	898.210,30	5.896.333,14	−0,56

Keterangan: Perubahan (%) dihitung terhadap tahun pengamatan sebelumnya. Sumber: hasil analisis penulis, 2026.



Gambar 2. Peta distribusi stok karbon pada lahan gambut fungsi budidaya di Kecamatan Jekan Raya tahun 2015 sampai 2025 (kategori tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah sesuai legenda pada peta)

Gambar 2 menunjukkan distribusi stok karbon dalam kategori tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Gambut dangkal didominasi kategori rendah dan sangat rendah, sedangkan gambut sedang didominasi kategori tinggi dan rendah, dengan kategori sangat rendah di sisi timur yang merupakan wilayah perkotaan. Gambut dalam didominasi kategori tinggi kecuali pada tahun 2019, yang merupakan tahun kebakaran lahan gambut besar sehingga banyak bercak kategori sangat rendah pada tahun tersebut.

Karakteristik khas ekosistem gambut terkonfirmasi dalam penelitian ini, yaitu stok karbon bawah permukaan mendominasi 84,5 sampai 90,5% dari total cadangan karbon. Kondisi ini sejalan dengan Page dkk. (2011) yang menegaskan bahwa sebagian besar cadangan karbon gambut tropis tersimpan dalam lapisan tanah organik, bukan pada biomassa vegetasi. Penurunan stok karbon total pada tahun 2019 sebesar 11,15% mencerminkan dampak karhutla yang tidak hanya membakar biomassa permukaan, tetapi juga mengoksidasi

lapisan gambut bagian atas (Murdiyarso dkk., 2010), dan kehilangan karbon pada gambut yang mengalami drainase dan penurunan permukaan juga dilaporkan oleh Hooijer dkk. (2012).

Daya Dukung Lingkungan Ekosistem Gambut

Hasil perhitungan Indeks Daya Dukung Lingkungan (DDL) pada tahun 2025 menunjukkan variasi spasial yang jelas berdasarkan kategori kedalaman gambut dan kondisi tutupan vegetasi (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai indeks daya dukung lingkungan ekosistem gambut di Kecamatan Jekan Raya tahun 2025

Kategori gambut	Tutupan lahan	IKK	IRV	ITL	DDL normalisasi	Kategori DDL
Dangkal	Tidak bervegetasi	0,00	0,22	0,054	0,000	Sangat rendah
	Kehijauan rendah	0,12	0,51	0,054	0,434	Rendah
	Kehijauan sedang	0,31	0,65	0,054	0,783	Sedang
	Kehijauan tinggi	0,31	0,86	0,054	1,000	Tinggi
Sedang	Tidak bervegetasi	0,00	0,22	0,055	0,000	Sangat rendah
	Kehijauan rendah	0,12	0,51	0,055	0,406	Rendah
	Kehijauan sedang	0,35	0,65	0,055	0,763	Sedang
	Kehijauan tinggi	0,38	0,86	0,055	1,000	Tinggi
Dalam	Tidak bervegetasi	0,00	0,22	0,002	0,000	Sangat rendah
	Kehijauan rendah	0,06	0,51	0,002	0,333	Rendah
	Kehijauan sedang	0,47	0,65	0,002	0,844	Tinggi
	Kehijauan tinggi	0,42	0,86	0,002	1,000	Tinggi

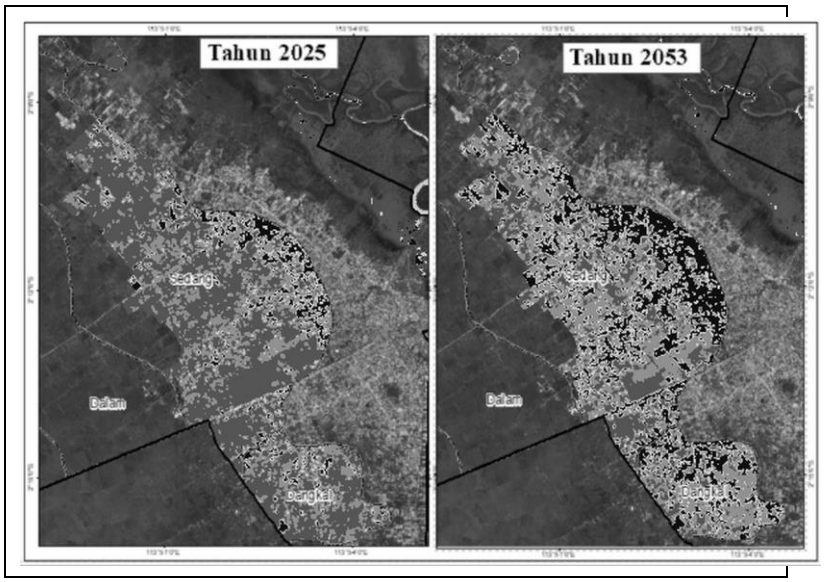
Keterangan: IKK = Indeks Kapasitas Karbon; IRV = Indeks Resiliensi Vegetasi; ITL = Indeks Tekanan Lahan. Sumber: hasil analisis penulis, 2026.

Nilai DDL sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu ketebalan gambut dan kondisi tutupan vegetasi. Gambut dalam dengan kehijauan tinggi menunjukkan DDL tertinggi (1,000), karena memiliki IKK yang tinggi, IRV maksimum, dan ITL yang sangat rendah (0,002). Sebaliknya, lahan tidak bervegetasi pada gambut dangkal dan sedang menunjukkan DDL nol, yang mencerminkan hilangnya kapasitas penyimpanan karbon akibat konversi lahan dan dominasi lahan terbangun.

Secara spasial, bagian barat Kecamatan Jekan Raya yang berbatasan dengan Taman Nasional Sebangau menunjukkan nilai DDL tinggi karena masih didominasi vegetasi gambut alami dan gambut dalam yang relatif tidak terganggu. Sementara itu, bagian timur dan tengah kecamatan, yang merupakan pusat pertumbuhan perkotaan, didominasi nilai DDL rendah hingga sangat rendah akibat konversi lahan menjadi kawasan terbangun, permukiman, dan infrastruktur.

Prediksi DDL Klaster Perkotaan Tahun 2053

Berdasarkan proyeksi laju perubahan tutupan lahan dalam 28 tahun ke depan (tahun 2053) sesuai kebijakan klaster perkotaan dalam RPPEG Kota Palangka Raya (Gambar 3), gambut dangkal menunjukkan kondisi paling rentan, dengan lahan tidak bervegetasi yang diprediksi mencapai ± 166,08 ha (17,42% dari total gambut dangkal di klaster perkotaan) dan nilai indeks DDL sangat rendah.



Gambar 3. Peta distribusi DDL tahun 2025 dan prediksi tahun 2053 pada klaster perkotaan lahan gambut fungsi budidaya

Pada gambut sedang, lahan tidak bervegetasi diprediksi mencapai ± 552,05 ha (14,77% dari total gambut sedang), tetapi masih terdapat area kehijauan tinggi pada setiap kategori gambut dengan indeks DDL tinggi (0,942 sampai 1,000). Gambut dalam menunjukkan kondisi paling stabil dengan nilai ITL sangat rendah (0,00) dan seluruh kelas memiliki indeks DDL positif (0,00 sampai 0,692).

Temuan ini mengimplikasikan perlunya strategi pengelolaan yang berbeda berdasarkan kategori gambut, yaitu (1) gambut dangkal memerlukan prioritas rehabilitasi melalui revegetasi dan pengendalian drainase, (2) gambut sedang memerlukan pengendalian pemanfaatan ruang secara terbatas dengan pembangunan rendah emisi, dan (3) gambut dalam harus ditetapkan sebagai zona perlindungan ketat dalam dokumen RTRW dan RPPEG. Pengelolaan berbasis bukti juga diperlukan untuk menghadapi tekanan terhadap lahan gambut tropis (Murdiyarso dkk., 2019).

Hasil penelitian perlu ditafsirkan dengan mempertimbangkan bahwa stok karbon atas permukaan diestimasi dari nilai biomassa setiap kelas NDVI yang bersumber dari literatur, bukan dari inventarisasi lapangan, dan bahwa prediksi tahun 2053 didasarkan pada ekstrapolasi laju perubahan tutupan lahan.

KESIMPULAN

1. Dinamika perubahan tutupan lahan di Kecamatan Jekan Raya selama 2015 sampai 2025 sangat fluktuatif dan dipengaruhi dua faktor dominan, yaitu kebakaran lahan gambut (2015 dan 2019) serta tekanan pembangunan perkotaan. Penurunan vegetasi terbesar terjadi pada tahun 2019 (lahan tidak bervegetasi mencapai 4.856,75 ha), diikuti pemulihan pada 2022 sampai 2025, tetapi tekanan urbanisasi menjaga proporsi lahan tidak bervegetasi tetap tinggi di bagian timur dan tengah kecamatan.
2. Stok karbon bawah permukaan mendominasi 84,5 sampai 90,5% total cadangan karbon ekosistem gambut fungsi budidaya (4,59 sampai 5,03 juta ton), sedangkan stok karbon atas permukaan berkisar 479.290 sampai 918.943 ton. Gambut dalam memiliki kapasitas penyimpanan karbon tertinggi dan relatif stabil, sedangkan gambut dangkal dan sedang lebih rentan terhadap perubahan tutupan lahan.
3. DDL ekosistem gambut sangat ditentukan oleh stok karbon pada setiap kategori gambut dan kelas tutupan vegetasi. Nilai DDL tertinggi dicapai pada kehijauan tinggi, sedangkan lahan tidak bervegetasi pada gambut dangkal dan sedang menunjukkan DDL sangat rendah. Prediksi DDL klaster perkotaan 28 tahun ke depan mengindikasikan kecenderungan penurunan daya dukung gambut kategori dangkal dan sedang pada kelas kehijauan rendah dan sedang akibat tekanan pembangunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya, para pembimbing dan penguji atas arahan dan masukan, serta pihak yang menyediakan data peta kedalaman gambut, data batas administrasi, dan data pengukuran lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agus, F., Hairiah, K. dan Mulyani, A. (2011) *Measuring Carbon Stock in Peat Soils*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF).

Agus, F. dan Subiksa, I.G.M. (2008) *Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*. Bogor: Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF).

Ardianto, G., Segah, H., Aguswan, Y., Triyadi, A. dan Siska, G. (2022) 'Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan citra Sentinel 2 areal Laboratorium Alam Hutan Gambut CIMTROP Universitas Palangka Raya', *Journal of Peat Science and Innovation*, 1(1).

Feyisa, G.L., Meilby, H., Fensholt, R. dan Proud, S.R. (2014) 'Automated Water Extraction Index: a new technique for surface water mapping using Landsat imagery', *Remote Sensing of Environment*, 140, hal. 23-35.

Hooijer, A., Page, S., Jauhiainen, J., Lee, W.A., Lu, X.X., Idris, A. dan Anshari, G. (2012) 'Subsidence and carbon loss in drained tropical peatlands', *Biogeosciences*, 9(3), hal. 1053-1071.

IPCC (2006) *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies.

Jenks, G.F. (1967) 'The data model concept in statistical mapping', *International Yearbook of Cartography*, 7, hal. 186-190.

Landis, J.R. dan Koch, G.G. (1977) 'The measurement of observer agreement for categorical data', *Biometrics*, 33(1), hal. 159-174.

Miettinen, J., Shi, C. dan Liew, S.C. (2016) 'Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990', *Global Ecology and Conservation*, 6, hal. 67-78.

Murdiyarso, D., Hergoualc'h, K. dan Verchot, L. (2010) 'Opportunities for reducing greenhouse gas emissions in tropical peatlands', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(46), hal. 19655-19660.

Murdiyarso, D., Lilleskov, E. dan Kolka, R. (2019) 'Tropical peatlands under siege: the need for evidence-based policies and strategies', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 24(4), hal. 493-505.

Page, S.E., Rieley, J.O. dan Banks, C.J. (2011) 'Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool', *Global Change Biology*, 17(2), hal. 798-818.

Page, S.E., Rieley, J.O. dan Wüst, R.A.J. (2006) 'Lowland tropical peatlands of Southeast Asia', *Developments in Earth Surface Processes*, 9, hal. 145-172.

Pemerintah Kota Palangka Raya (2023) *Dokumen Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (RPPEG) Kota Palangka Raya Tahun 2023 sampai 2053*. Palangka Raya.

Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J. dan Stenseth, N.C. (2005) 'Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change', *Trends in Ecology and Evolution*, 20(9), hal. 503-510.

Rouse, J.W., Haas, R.H., Deering, D.W., Schell, J.A. dan Harlan, J.C. (1974) 'Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation', *Remote Sensing Center*, laporan No. E75-10354.

Wulder, M.A., Coops, N.C., Roy, D.P., White, J.C. dan Hermosilla, T. (2018) 'Land cover 2.0', *International Journal of Remote Sensing*, 39(12), hal. 4254-4284.

Zha, Y., Gao, J. dan Ni, S. (2003) 'Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery', *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), hal. 583-594.

ANALISIS PENERAPAN BANGUNAN HIJAU (*GREEN BUILDING*) PABRIK KELAPA SAWIT DI KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR: STUDI KASUS PT BORNEO INDAH SAWITINDO

(Analysis of Green Building Implementation in a Palm Oil Mill in Kotawaringin Timur Regency: A Case Study of PT Borneo Indah Sawitindo)

Apriyanto[1)], Herwin Sutrisno[1)], Vera Amelia[1)], Abdul Mukti[1)], Betrixia Barbara[1)], Soaloon Sinaga [1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Central Kalimantan has a significant concentration of palm oil mills, and applying green building principles in mill areas is important to reduce environmental impacts and improve operational efficiency. This study assessed the level of green building implementation in the main building and the office building of PT Borneo Indah Sawitindo in Kotawaringin Timur Regency using the Greenship for New Building version 1.2 rating tool of the Green Building Council Indonesia (GBCI). A descriptive evaluative design with a mixed methods approach was applied, combining field observation, technical document analysis, semi-structured interviews, and a perception survey of 27 employees. Six categories were assessed: appropriate site development (ASD), energy efficiency and conservation (EEC), water conservation (WAC), material resources and cycle (MRC), indoor health and comfort (IHC), and building and environmental management (BEM). The main building obtained 76 of 101 points (75.2%) and the office building obtained 82 points (81.2%), both above the Platinum threshold of 74 points. EEC was the lowest category (15 of 26 points) in both buildings because renewable energy had not been planned. Employees rated the implementation very highly (mean 4.80 of 5). The results show that green building principles can be applied in palm oil mill buildings, and that renewable energy, rainwater harvesting, and digital monitoring would further improve performance. The scores are the authors' assessment and have not been verified by GBCI.

Keywords: energy efficiency; green building; Greenship for New Building; palm oil mill; water conservation

ABSTRAK

Kalimantan Tengah memiliki konsentrasi pabrik kelapa sawit yang signifikan, sehingga penerapan prinsip bangunan hijau pada kawasan pabrik penting untuk mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan menilai tingkat penerapan bangunan hijau pada bangunan utama dan bangunan kantor PT Borneo Indah Sawitindo di Kabupaten Kotawaringin Timur menggunakan perangkat Greenship for New Building versi 1.2 dari Green Building Council Indonesia (GBCI). Penelitian deskriptif evaluatif dengan pendekatan *mixed methods* dilaksanakan melalui observasi lapangan, analisis dokumen teknis, wawancara semi terstruktur, dan survei persepsi terhadap 27 karyawan. Enam kategori dinilai, yaitu tepat guna lahan (ASD), efisiensi dan konservasi energi (EEC), konservasi air (WAC), sumber dan siklus material (MRC), kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (IHC), serta manajemen lingkungan bangunan (BEM). Bangunan utama memperoleh 76 dari 101 poin (75,2%) dan bangunan kantor memperoleh 82 poin (81,2%), keduanya di atas batas peringkat Platinum sebesar 74 poin. EEC merupakan kategori terendah (15 dari 26 poin) pada kedua bangunan karena energi terbarukan belum direncanakan. Karyawan menilai penerapan bangunan hijau sangat baik (rerata 4,80 dari 5). Hasil ini menunjukkan bahwa prinsip bangunan hijau dapat diterapkan pada bangunan pabrik kelapa sawit, dan bahwa energi terbarukan, pemanenan air hujan, dan pemantauan digital akan meningkatkan kinerja bangunan. Skor tersebut merupakan hasil penilaian penulis dan belum diverifikasi oleh GBCI.

Kata kunci: bangunan hijau; efisiensi energi; Greenship for New Building; konservasi air; pabrik kelapa sawit

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Isnur, 2025), dan Kabupaten Kotawaringin Timur di Provinsi Kalimantan Tengah merupakan salah satu daerah dengan perkebunan dan pabrik kelapa sawit yang signifikan. Industri ini berkontribusi besar terhadap perekonomian daerah, tetapi juga menghadapi tantangan pengelolaan lingkungan, sehingga

keseimbangan antara kemajuan industri dan dampak lingkungannya perlu dijaga. Pilihan keberlanjutan lingkungan pada industri minyak sawit mentah (*crude palm oil*, CPO) telah dikaji di berbagai negara (Chavalparit dkk., 2006).

Bangunan hijau (*green building*) merupakan pendekatan untuk mengurangi dampak bangunan terhadap lingkungan melalui efisiensi penggunaan energi, air, dan sumber daya lain sepanjang tahap perencanaan, pelaksanaan, pengoperasian, dan pemeliharaan. Penyelenggaraan bangunan gedung hijau di Indonesia diatur melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02/PRT/M/2015 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015). Manfaat bangunan hijau dapat dikelompokkan ke dalam kategori lingkungan, ekonomi, operasional, sosial, serta psikologis dan edukatif (Durmus-Pedini dan Ashuri, 2010).

Di Indonesia, penilaian bangunan hijau antara lain dilakukan menggunakan perangkat Greenship dari Green Building Council Indonesia (GBCI). Greenship for New Building versi 1.2 menilai bangunan baru pada enam kategori, yaitu tepat guna lahan (*Appropriate Site Development*, ASD), efisiensi dan konservasi energi (*Energy Efficiency and Conservation*, EEC), konservasi air (*Water Conservation*, WAC), sumber dan siklus material (*Material Resources and Cycle*, MRC), kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (*Indoor Health and Comfort*, IHC), serta manajemen lingkungan bangunan (*Building and Environmental Management*, BEM), dengan nilai maksimum 101 poin pada tahap penilaian akhir (GBCI, 2016).

Penelitian terdahulu umumnya menilai gedung pendidikan, perkantoran, atau hotel dengan hasil yang beragam, misalnya pencapaian kriteria ASD sebesar 41,18% pada sebuah gedung pascasarjana (Komalasari dkk., 2013), peringkat Gold (65,22%) pada sebuah gedung universitas (Huda dkk., 2013), dan hanya 34% hotel kelas menengah yang memenuhi kriteria *green hotel* (Anggita dkk., 2016). Kajian pada sektor kelapa sawit masih terbatas, misalnya pada rancangan pusat penelitian dan pengembangan kelapa sawit (Sahroini dkk., 2017), dan penilaian Greenship pada bangunan pabrik kelapa sawit di Kalimantan Tengah belum banyak dilaporkan. Penelitian ini bertujuan (1) menilai penerapan prinsip bangunan hijau pada bangunan utama (*main building*) dan bangunan kantor (*office*) pabrik PT Borneo Indah Sawitindo menggunakan Greenship for New Building versi 1.2, serta (2) menentukan peringkat dan kategori yang masih perlu ditingkatkan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2025 di kawasan pabrik PT Borneo Indah Sawitindo, Kelurahan Bapanggang, Kecamatan Mentawa Baru Ketapang, Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Perusahaan ini bergerak pada pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi CPO dengan izin lokasi seluas ± 85,69 ha dan luasan terbangun 41,2 ha. Bangunan yang dinilai adalah bangunan utama (*main building*) seluas ± 1.584 m² yang memuat area produksi, laboratorium mutu, ruang kontrol proses, ruang operator, gudang bahan baku, dan ruang pembangkit listrik, serta bangunan kantor (*office*) seluas 727 m² dengan struktur beton bertulang, dinding bata merah, dan tinggi 4,5 m.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif evaluatif dengan pendekatan *mixed methods*. Penilaian mengacu pada Greenship for New Building versi 1.2 (GBCI, 2016) pada tahap penilaian akhir (*final assessment*) dengan nilai maksimum 101 poin. Titik pengamatan ditentukan secara purposif pada zona bangunan yang penting, dan informan wawancara dipilih berdasarkan jabatan dan keterlibatan dalam pengelolaan bangunan, yaitu kepala teknik, manajer operasional, dan supervisor K3.

Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui observasi langsung menggunakan formulir indikator ASD, EEC, WAC, MRC, IHC, dan BEM, pengukuran lapangan, dokumentasi udara dan pemetaan, wawancara semi terstruktur, serta kuesioner persepsi pengguna. Pengukuran lapangan menggunakan *thermohygrometer*, *lux meter*, *carbon monoxide meter*, *sound level meter*, pengukur jarak laser, *earth tester*, *clamp meter*, GPS, dan drone. Kuesioner memuat 13 pernyataan berskala Likert 1 sampai 5 dan diisi oleh 27 karyawan divisi teknik dan administrasi. Data sekunder berupa dokumen desain (*detail engineering design*), gambar teknis, *bill of quantity*, rencana kerja dan syarat, dokumen AMDAL atau UKL-UPL, serta laporan konsumsi energi dan air.

Analisis Data

Data dianalisis per kategori Greenship. Setiap kriteria diberi poin sesuai ketentuan GBCI, kemudian poin dijumlahkan untuk memperoleh skor total dan dibandingkan dengan nilai maksimum untuk memperoleh persentase pencapaian. Peringkat ditentukan berdasarkan nilai minimal setiap peringkat (Tabel 1). Hasil survei

dianalisis menggunakan rerata skor setiap pernyataan, dan data wawancara dianalisis melalui pengkodean tematik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Kawasan dan Bangunan

Kawasan pabrik terdiri atas bangunan utama dan bangunan pendukung. Bangunan utama meliputi bangunan pengolahan (*mill building*), ruang pembangkit (*genset*, transformator, dan *boiler*), *workshop*, gudang, *apron loading ramp*, jembatan timbang, dan tangki timbun CPO. Bangunan pendukung meliputi pos satpam, area parkir kantor, kantor, musala, tempat penyimpanan limbah B3, instalasi pengolahan air, rumah pompa, instalasi pengolahan air limbah, waduk, saluran drainase, jalan, dan *fire fitting*.

Bangunan utama berstruktur baja ringan dengan atap *metal sheet* dan menggunakan sistem penghawaan kombinasi alami dan buatan (AC inverter). Bangunan dikelilingi vegetasi alami dengan orientasi yang baik terhadap arah matahari dan angin. Peringkat bangunan ditentukan berdasarkan total poin pada tahap penilaian akhir (Tabel 1).

Tabel 1. Peringkat Greenship for New Building versi 1.2 berdasarkan nilai minimal

Peringkat	Nilai minimal (poin)	Persentase dari 101 poin (%)
Platinum	74	73,3
Gold	58	57,4
Silver	47	46,5
Bronze	35	34,7

Keterangan: Persentase dihitung dari nilai maksimum 101 poin. Sumber: GBCI (2016).

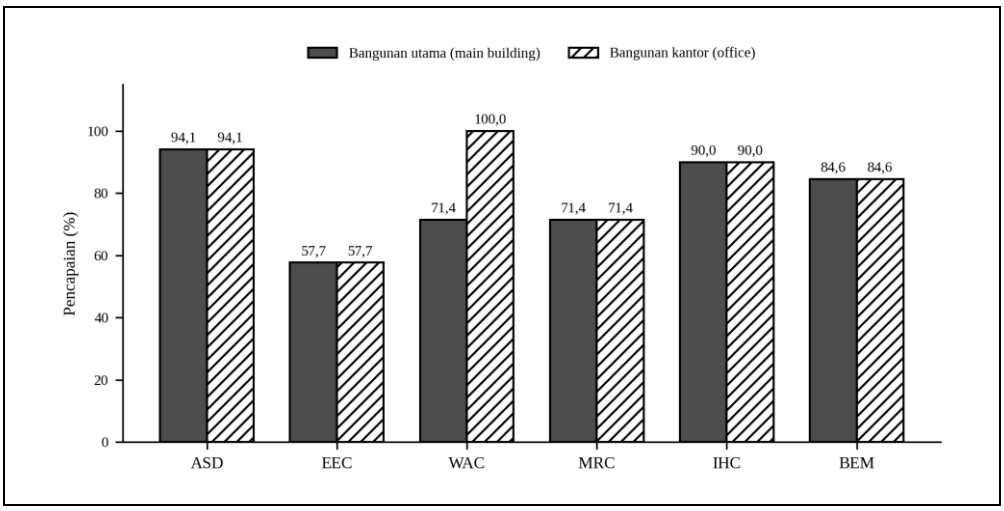
Hasil Penilaian Final Assessment

Hasil penilaian disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Bangunan utama memperoleh 76 dari 101 poin (75,2%), sedangkan bangunan kantor memperoleh 82 poin (81,2%). Keduanya melampaui nilai minimal peringkat Platinum (74 poin) sehingga berada pada peringkat Platinum. Selisih 6 poin antara kedua bangunan seluruhnya berasal dari kategori WAC. Skor tersebut merupakan hasil penilaian penulis berdasarkan observasi lapangan, dokumen teknis, dan survei, dan belum melalui verifikasi serta sertifikasi oleh GBCI.

Tabel 2. Hasil penilaian final assessment Greenship for New Building versi 1.2 pada bangunan utama dan bangunan kantor

Kategori	Nilai maksimum	Bangunan utama (poin)	(%)	Bangunan kantor (poin)	(%)
Tepat guna lahan (ASD)	17	16	94,1	16	94,1
Efisiensi dan konservasi energi (EEC)	26	15	57,7	15	57,7
Konservasi air (WAC)	21	15	71,4	21	100,0
Sumber dan siklus material (MRC)	14	10	71,4	10	71,4
Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (IHC)	10	9	90,0	9	90,0
Manajemen lingkungan bangunan (BEM)	13	11	84,6	11	84,6
Total	**101**	**76**	**75,2**	**82**	**81,2**
Peringkat		**Platinum**		**Platinum**	

Keterangan: Persentase dihitung dari nilai maksimum setiap kategori. Sumber: hasil analisis penulis, 2025.



Gambar 1. Pencapaian setiap kategori Greenship pada bangunan utama dan bangunan kantor (% dari nilai maksimum)

Pencapaian per Kategori

Tepat guna lahan (ASD). Kategori ASD mencapai 94,1% (16 dari 17 poin) pada kedua bangunan. Pada bangunan utama, kriteria yang belum penuh adalah angkutan umum (1 dari 2 poin), prasarana bagi pengguna sepeda (1 dari 2 poin), dan pengelolaan air hujan pada permukaan lahan (2 dari 3 poin) (Tabel 3). Tapak yang dikelilingi vegetasi alami dan berorientasi baik terhadap matahari dan angin mendukung prinsip tapak berkelanjutan.

Efisiensi dan konservasi energi (EEC). EEC merupakan kategori terendah pada kedua bangunan, yaitu 15 dari 26 poin (57,7%). Penyebab utamanya adalah belum adanya perencanaan energi terbarukan, sehingga penerapan sumber energi terbarukan pada lokasi bangunan hanya memperoleh 1 dari 5 poin, dan strategi efisiensi energi baru memperoleh 8 dari 20 poin. Sebaliknya, penerangan alami (4 dari 4 poin), pengelolaan ventilasi (1 dari 1 poin), dan efek perubahan iklim terhadap lingkungan (1 dari 1 poin) memperoleh nilai penuh.

Konservasi air (WAC). Pada bangunan utama, WAC memperoleh 15 dari 21 poin (71,4%) karena pemanfaatan kembali air dan sistem penampungan air hujan belum memperoleh poin (masing-masing 0 dari 3 poin). Optimalisasi pemanfaatan air (8 dari 8 poin), sarana dan fasilitas berbasis air (3 dari 3 poin), sumber air cadangan (2 dari 2 poin), dan pengelolaan air lanskap yang efisien (2 dari 2 poin) memperoleh nilai penuh. Bangunan kantor memperoleh nilai sempurna (21 dari 21 poin) karena penggunaan air terbatas pada cuci tangan dan kebutuhan kamar mandi.

Material dan kesehatan ruang (MRC dan IHC). Kategori MRC memperoleh 10 dari 14 poin (71,4%). Refrigeran bebas ODP, kayu bersertifikat, bahan bangunan prafabrikasi, dan bahan bangunan setempat memperoleh nilai penuh, sedangkan pemanfaatan bangunan dan material daur ulang belum memperoleh poin dan material dengan dampak lingkungan minimal hanya memperoleh 1 dari 3 poin. Kategori IHC mencapai 90,0% (9 dari 10 poin) dengan hanya kriteria bahan kimia pencemar lingkungan yang belum penuh (2 dari 3 poin).

Manajemen lingkungan bangunan (BEM). Kategori BEM memperoleh 11 dari 13 poin (84,6%). Prosedur komisioning yang standar (3 dari 3 poin), pengendalian dampak pencemaran aktivitas konstruksi (2 dari 2 poin), dan pengelolaan limbah lanjutan (2 dari 2 poin) memperoleh nilai penuh. Kriteria yang belum terpenuhi adalah partisipasi *Green Professional* dalam tim pelaksana proyek (0 dari 1 poin) dan pengumpulan serta penyerahan data bangunan hijau (1 dari 2 poin).

Tabel 3. Kriteria Greenship dengan perolehan di bawah nilai maksimum pada bangunan utama

Kategori	Kriteria	Nilai maksimum	Diperoleh
ASD 3	Angkutan umum	2	1
ASD 4	Prasarana bagi pengguna sepeda	2	1
ASD 7	Pengelolaan air hujan pada permukaan lahan	3	2
EEC 1	Strategi efisiensi energi	20	8
EEC 5	Penerapan sumber energi terbarukan pada lokasi bangunan	5	1
WAC 3	Pemanfaatan kembali air	3	0
WAC 5	Sistem penampungan air hujan	3	0
MRC 1	Pemanfaatan bangunan gedung dan material daur ulang	2	0
MRC 2	Material dengan dampak lingkungan minimal	3	1
IHC 3	Bahan kimia pencemar lingkungan	3	2
BEM 1	Partisipasi *Green Professional* dalam tim pelaksana proyek	1	0
BEM 5	Pengumpulan dan penyerahan data bangunan hijau	2	1

Keterangan: Hanya kriteria dengan perolehan di bawah nilai maksimum yang ditampilkan. Sumber: hasil analisis penulis, 2025.

Persepsi Pengguna Bangunan

Survei persepsi dilakukan terhadap 27 karyawan divisi teknik dan administrasi dengan 13 pernyataan berskala Likert 1 sampai 5 (Tabel 4). Rerata skor keseluruhan adalah 4,80 dengan rentang 4,59 sampai 4,89, sehingga penerapan bangunan hijau dipersepsikan sangat baik. Aspek yang paling menonjol adalah ketersediaan tempat sampah terpisah untuk limbah organik dan anorganik (4,89), serta kebiasaan mematikan lampu dan peralatan listrik, akses pejalan kaki atau sepeda yang aman, dan dukungan manajemen terhadap program pelestarian lingkungan (masing-masing 4,85).

Skor terendah dijumpai pada pelatihan atau sosialisasi terkait *green building* (4,59). Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan frekuensi dan kualitas pelatihan perlu menjadi prioritas, meskipun skor tersebut tetap berada pada kategori sangat baik.

Tabel 4. Rerata skor persepsi karyawan terhadap penerapan bangunan hijau (n = 27)

No.	Pernyataan	Rerata skor (1 sampai 5)
1	Saya dapat mengakses fasilitas pejalan kaki atau sepeda dengan aman	4,85
2	Lingkungan sekitar tidak mudah tergenang saat hujan	4,81
3	Tersedia ruang terbuka hijau yang cukup di sekitar kawasan pabrik	4,78
4	Lampu dan peralatan listrik dimatikan saat tidak digunakan	4,85
5	Sistem pencahayaan di ruang kerja cukup terang tanpa bantuan lampu tambahan	4,81
6	Ruang kerja terasa sejuk tanpa menggunakan pendingin ruangan berlebih	4,78
7	Fasilitas air dilengkapi sistem hemat air seperti sensor otomatis	4,78
8	Saya mengetahui adanya upaya daur ulang air (*grey water*) di pabrik	4,81
9	Tersedia tempat sampah terpisah untuk limbah organik dan anorganik	4,89
10	Saya melihat upaya daur ulang atau pengolahan limbah dilakukan secara rutin	4,81
11	Saya pernah mengikuti pelatihan atau sosialisasi terkait *green building*	4,59
12	Manajemen pabrik mendorong partisipasi karyawan dalam program pelestarian lingkungan	4,85
13	Tersedia sistem pemantauan energi atau air secara digital	4,78

Keterangan: Rerata keseluruhan 4,80. Sumber: data primer diolah, 2025.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Pencapaian bangunan utama (75,2%) dan bangunan kantor (81,2%) lebih tinggi daripada hasil penelitian terdahulu pada gedung pendidikan, perkantoran, dan hotel. Penelitian terdahulu melaporkan pencapaian kriteria ASD sebesar 41,18% (Komalasari dkk., 2013), peringkat Gold dengan 65,22% (Huda dkk., 2013), 34% hotel yang memenuhi kriteria (Anggita dkk., 2016), 33 dari 117 poin pada gedung administrasi universitas (Sari, 2016), serta 44,44% pada kriteria EEC dan 50% pada kriteria IHC pada sebuah balai kota (Prataksita, 2018). Pada penelitian ini, ASD mencapai 94,1%, EEC 57,7%, dan IHC 90,0%. Perbandingan ini perlu ditafsirkan dengan hati-hati karena perbedaan jenis bangunan dan versi perangkat Greenship yang digunakan, sebagian di antaranya merupakan perangkat untuk bangunan terbangun.

Temuan ini menunjukkan bahwa prinsip bangunan hijau dapat diterapkan pada bangunan pabrik kelapa sawit, terutama pada aspek tapak, kenyamanan ruang, dan manajemen lingkungan, sedangkan energi dan air menjadi aspek yang masih dapat ditingkatkan. Integrasi energi terbarukan, seperti panel surya dan pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit (*palm oil mill effluent*, POME) sebagai sumber energi, serta pemanenan air hujan dan pemanfaatan kembali air, berpotensi meningkatkan skor EEC dan WAC sekaligus mengurangi ketergantungan pada listrik dari PLN dan *genset*.

Penelitian ini memiliki keterbatasan. Skor merupakan hasil penilaian penulis dan belum diverifikasi oleh GBCI, penilaian dibatasi pada dua bangunan, dan persepsi pengguna diperoleh dari 27 karyawan dengan pemilihan responden yang tidak acak. Selain itu, perangkat Greenship for New Building versi 1.2 menilai emisi karbon hanya di dalam bangunan, sehingga penilaian emisi karbon skala kawasan memerlukan standar lain.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan penilaian Greenship for New Building versi 1.2, bangunan utama memperoleh 76 dari 101 poin (75,2%) dan bangunan kantor memperoleh 82 poin (81,2%), sehingga keduanya berada pada peringkat Platinum dengan nilai minimal 74 poin.
2. Kategori ASD, IHC, dan BEM memperoleh pencapaian tinggi (84,6% sampai 94,1%), sedangkan EEC merupakan kategori terendah pada kedua bangunan (57,7%) karena energi terbarukan belum direncanakan. Kategori WAC bernilai penuh pada bangunan kantor, tetapi hanya 71,4% pada bangunan utama karena pemanfaatan kembali air dan penampungan air hujan belum diterapkan.
3. Karyawan menilai penerapan bangunan hijau sangat baik (rerata 4,80 dari 5), dengan skor terendah pada pelatihan atau sosialisasi terkait bangunan hijau.

Disarankan agar perusahaan meningkatkan pelatihan dan sosialisasi bangunan hijau, mengembangkan sistem pemantauan digital (*building management system*), memperbaiki ventilasi alami, insulasi panas, dan peredam kebisingan pada area produksi, memperluas ruang terbuka hijau, serta mengintegrasikan energi terbarukan. Perusahaan juga disarankan mengajukan sertifikasi resmi kepada GBCI dan melakukan pemantauan serta evaluasi penerapan bangunan hijau setiap tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Ir. Abdul Mukti, M.Si., Dr. Betrixia Barbara, S.P., M.Si., dan Dr. Ir. Soaloon Sinaga, M.Si. selaku dosen penguji atas saran dan masukan, kepada manajemen dan karyawan PT Borneo Indah Sawitindo yang telah menjadi responden dan menyediakan data, serta kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Anggita, D., Wardhani, A. dan Danusastro, Y. (2016) 'Penilaian aspek green hotel kelas menengah (hotel bintang 1, 2, dan 3)', *MODUL*, 16(1), hal. 21-28. doi:10.14710/mdl.16.1.2016.21-28.

Chavalparit, Y., Rulkens, W.H., Mol, A.P.J. dan Khaodhair, S. (2006) 'Options for environmental sustainability of the crude palm oil industry in Thailand: a case study in environmental engineering and management', *Journal of Environmental Management*, 80(4), hal. 201-214.

Durmus-Pedini, A. dan Ashuri, B. (2010) 'An overview of the benefits and risk factors of going green in existing buildings', *International Journal of Facility Management*, 1(1), hal. 1-15.

Green Building Council Indonesia (2016) *Greenship Rating Tools for New Building Version 1.2*. Jakarta: GBCI.

Huda, M., Rini, T.S., Paing, J. dan Purwito, A. (2013) 'Analysis of important factors evaluation criteria for green building', *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 2(12), hal. 41-47.

Isnur, P. (2025) *Indonesia produsen minyak sawit terbesar di dunia*. Indonesiabaik.id, Februari 2025. Tersedia di: https://indonesiabaik.id/infografis/indonesia-produsen-minyak-sawit-terbesar-di-dunia.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2015) *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau*. Jakarta: Kementerian PUPR.

Komalasari, R.I., Purwanto dan Suharyanto (2013) 'Kajian green building berdasarkan kriteria tepat guna lahan (appropriate site development) pada Gedung Pascasarjana B Universitas Diponegoro Semarang', *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, hal. 422-429. Semarang: Universitas Diponegoro.

Prataksita, A.S. (2018) *Penilaian green building berdasarkan Greenship gedung terbangun kriteria efisiensi energi serta kesehatan dan kenyamanan dalam ruang pada Gedung Balai Kota Among Tani Batu*. Universitas Brawijaya.

Sahroini, L., Firzal, Y. dan Susilawati, M.D. (2017) 'Penerapan arsitektur hijau pada rancangan pusat penelitian dan pengembangan kelapa sawit di Rokan Hulu', *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*.

Sari, S.A. (2016) *Penilaian kriteria green building pada bangunan gedung (studi kasus: Gedung Biro Pusat Administrasi Universitas Sumatera Utara)*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan.

HUBUNGAN KARAKTERISTIK, PENGETAHUAN, DAN PERSEPSI TERHADAP PERILAKU PETANI DALAM PENGGUNAAN PESTISIDA PADA USAHA TANI HORTIKULTURA DI KELURAHAN KALAMPANGAN, KOTA PALANGKA RAYA

(Relationship between Farmers' Characteristics, Knowledge, and Perceptions and Pesticide Use Behavior in Horticultural Farming in Kalampangan Village, Palangka Raya City)

Ernawatie[1)], Evi Feronika Elbaar[1)], Tri Prajawahyudo[1)], Yuni Erlina[1)], Rahmawati Budi Mulyani[1)], Abdul Syahid[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Pesticides play a vital role in horticultural crop protection, but improper use endangers human health, the environment, and agricultural sustainability. This study examined the relationships between farmers' characteristics, knowledge, and perceptions and their pesticide use behavior in horticultural farming in Kalampangan Village, Palangka Raya City. A quantitative survey was conducted with 90 farmers drawn from 33 farmer groups (population of 934 members) using a structured questionnaire. Data were analyzed descriptively, and relationships with behavior were tested using Spearman's rank correlation and chi-square tests (α = 5%). Most respondents were aged 40 to 59 years (57.8%), had completed junior or senior high school (86.7%), and had farmed for more than 10 years (62.2%), and 94.4% cultivated their own land. Knowledge was moderate (mean correct answers 73,8%), with misconceptions about dosage, spraying time, and expired pesticides. Perceptions were generally positive, and pesticides were widely regarded as essential for yield (90.0% agreed). Behavior was generally good (mean score 4,28 of 5), but glove use, avoidance of pesticide mixing, and knowing to seek health care after poisoning were inconsistent. Behavior was significantly related to age (r_s = 0.312), education (0.528), farming experience (0.405), farm size (0.276), commodity type, land tenure, knowledge (0.672), and perception (0.582) ($p < 0.05$). Extension that strengthens knowledge and corrects misperceptions is key to safer pesticide use.

Keywords: behavior; farmer characteristics; horticulture; knowledge; pesticide

ABSTRAK

Pestisida berperan penting dalam perlindungan tanaman hortikultura, tetapi penggunaan yang tidak tepat membahayakan kesehatan manusia, lingkungan, dan keberlanjutan pertanian. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan karakteristik, pengetahuan, dan persepsi petani dengan perilaku penggunaan pestisida pada usaha tani hortikultura di Kelurahan Kalampangan, Kota Palangka Raya. Survei kuantitatif dilaksanakan terhadap 90 petani dari 33 kelompok tani (populasi 934 anggota) menggunakan kuesioner terstruktur. Data dianalisis secara deskriptif, sedangkan hubungan dengan perilaku diuji menggunakan korelasi Spearman dan uji khi kuadrat (α = 5%). Sebagian besar responden berusia 40 sampai 59 tahun (57,8%), berpendidikan SMP atau SMA (86,7%), dan telah bertani lebih dari 10 tahun (62,2%), serta 94,4% mengelola lahan milik sendiri. Pengetahuan petani tergolong cukup (rerata jawaban benar 73,8%) dengan miskonsepsi mengenai dosis, waktu penyemprotan, dan pestisida kedaluwarsa. Persepsi petani umumnya positif, dan pestisida dipandang penting bagi hasil panen (90,0% setuju). Perilaku petani tergolong baik (rerata skor 4,28 dari 5), tetapi penggunaan sarung tangan, penghindaran pencampuran pestisida, dan pengetahuan tentang penanganan keracunan belum konsisten. Perilaku berhubungan nyata dengan usia (r_s = 0,312), pendidikan (0,528), lama bertani (0,405), luas lahan (0,276), jenis komoditas, status kepemilikan lahan, pengetahuan (0,672), dan persepsi (0,582) ($p < 0,05$). Penyuluhan yang memperkuat pengetahuan dan meluruskan persepsi menjadi kunci penggunaan pestisida yang lebih aman.

Kata kunci: hortikultura; karakteristik petani; pengetahuan; perilaku; pestisida

PENDAHULUAN

Pestisida digunakan secara luas untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman sehingga dipandang sebagai penyelamat hasil pertanian. Namun, penggunaannya di lapangan menimbulkan berbagai masalah, antara lain resistensi dan resurgensi hama, kematian musuh alami, gangguan kesehatan petani dan konsumen, serta pencemaran tanah, air, udara, dan tanaman

(Aktar dkk., 2009; Damalas dan Eleftherohorinos, 2011).

Kelurahan Kalampangan di Kecamatan Sabangau merupakan permukiman transmigran yang dibuka pada tahun 1982 dan ditetapkan oleh Pemerintah Kota Palangka Raya sebagai Kawasan Agrowisata pada tahun 2015. Wilayah ini didominasi lahan gambut tropis dan menjadi sentra sayuran, dengan usaha tani hortikultura pada lahan terbuka yang dikelola secara semi intensif. Kelembapan udara yang tinggi (80 sampai 90%) dan curah hujan 2.500 sampai 3.000 mm per tahun meningkatkan risiko serangan hama dan penyakit, sehingga ketergantungan terhadap pestisida menjadi perhatian penting.

Perilaku penggunaan pestisida dipengaruhi oleh karakteristik petani, pengetahuan, dan persepsi. Menurut teori perilaku kesehatan, pengetahuan membentuk kesadaran dan sikap yang pada akhirnya memengaruhi tindakan (Notoatmodjo, 2014), sedangkan persepsi risiko yang akurat mendorong tindakan pencegahan yang tepat (Rogers, 2003). Hubungan karakteristik petani dengan intensitas penggunaan pestisida serta peran pengetahuan dan persepsi telah dikaji di berbagai daerah (Sari dkk., 2019; Pertiwi dan Supriyadi, 2020; Widyastuti dkk., 2021).

Di Kelurahan Kalampangan, penelitian terdahulu telah mengkaji persepsi dan perilaku petani dalam penanganan risiko pestisida (Rario dkk., 2020) serta pengaruh penggunaan pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan (Sutanto, 2022). Kajian yang menghubungkan karakteristik, pengetahuan, dan persepsi secara bersamaan dengan perilaku petani hortikultura masih perlu dilengkapi. Penelitian ini bertujuan (1) mendeskripsikan karakteristik, pengetahuan, persepsi, dan perilaku petani dalam penggunaan pestisida pada usaha tani hortikultura di Kelurahan Kalampangan, serta (2) menganalisis hubungan karakteristik, pengetahuan, dan persepsi dengan perilaku petani tersebut.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Kalampangan, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah, dengan pengumpulan data pada bulan Maret sampai Mei 2025. Kelurahan ini beriklim tropis basah (suhu harian 24 sampai 32°C) dengan lahan gambut tropis (organosol dan histosol) yang memiliki pH 3,5 sampai 4,5.

Populasi dan Sampel

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei. Populasi adalah seluruh anggota kelompok tani hortikultura pengguna pestisida di Kelurahan Kalampangan, yaitu 934 anggota dari 33 kelompok tani. Ukuran sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan batas kesalahan 10% ($n = 934 / [1 + 934 \times 0{,}1^2] = 90$), dialokasikan secara proporsional pada setiap kelompok tani, dan responden dipilih secara acak sederhana (Sugiyono, 2019). Responden adalah petani hortikultura yang masih aktif berusaha tani (aktivitas terakhir tidak lebih dari tiga bulan sebelum penelitian), berstatus pemilik atau penggarap, dan berusia di atas 18 tahun.

Instrumen dan Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur yang diisi dengan mendatangi rumah responden setelah responden menyatakan persetujuan, dan dilengkapi wawancara semi terstruktur. Kuesioner memuat karakteristik responden (usia, pendidikan, lama bertani, luas lahan, jenis komoditas, dan status kepemilikan lahan), 10 pernyataan pengetahuan (benar atau salah), 15 pernyataan persepsi (skala Likert 1 sampai 5, dari sangat tidak setuju sampai sangat setuju), dan 10 pernyataan perilaku (skala Likert 1 sampai 5, dari tidak pernah sampai selalu) (Likert, 1932).

Validitas butir diuji dengan korelasi Pearson product moment (r tabel = 0,207; $\alpha = 5\%$), dan reliabilitas diuji dengan Cronbach's Alpha. Seluruh butir pengetahuan (r = 0,2087 sampai 0,5104), persepsi (0,493 sampai 0,711), dan perilaku (0,425 sampai 0,672) dinyatakan valid. Nilai Alpha untuk pengetahuan, persepsi, dan perilaku berturut-turut adalah 0,742, 0,475, dan 0,834. Nilai pada variabel persepsi berada di bawah batas 0,60 sehingga hasilnya perlu ditafsirkan dengan hati-hati.

Analisis Data

Data karakteristik, pengetahuan, persepsi, dan perilaku dianalisis secara deskriptif menggunakan SPSS dalam bentuk frekuensi dan persentase. Hubungan karakteristik berskala ordinal (usia, pendidikan, lama bertani, dan luas lahan), pengetahuan, dan persepsi dengan perilaku diuji menggunakan korelasi Spearman rank (r_s), sedangkan hubungan jenis komoditas dan status kepemilikan lahan dengan perilaku diuji menggunakan uji khi kuadrat (χ^2). Kekuatan hubungan ditafsirkan sebagai sangat lemah (0,00 sampai 0,199), lemah (0,20 sampai 0,399), sedang (0,40 sampai 0,599), kuat (0,60 sampai 0,799), dan sangat kuat (0,80 sampai 1,00). Hubungan dinyatakan signifikan apabila $p < 0{,}05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Responden berjumlah 90 petani dari 33 kelompok tani dengan rentang usia 21 sampai 72 tahun.

Karakteristik responden disajikan pada Tabel 1. Sebagian besar responden berusia 40 sampai 49 tahun (30,0%) dan 50 sampai 59 tahun (27,8%), sehingga 57,8% berada pada usia produktif, sedangkan petani berusia 60 tahun ke atas mencapai 23,3% dan petani di bawah 30 tahun hanya 5,6%. Pendidikan responden didominasi lulusan SMA (45,6%) dan SMP (41,1%), sedangkan lulusan sarjana hanya 2,2%. Sebanyak 62,2% responden telah bertani lebih dari 10 tahun.

Tabel 1. Karakteristik responden petani hortikultura di Kelurahan Kalampangan (n = 90)

Karakteristik	Kategori	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Usia (tahun)	< 30	5	5,6
	30 sampai 39	12	13,3
	40 sampai 49	27	30,0
	50 sampai 59	25	27,8
	≥ 60	21	23,3
Pendidikan	Tidak tamat SD	3	3,3
	Tamat SD	7	7,8
	Tamat SMP	37	41,1
	Tamat SMA	41	45,6
	Sarjana	2	2,2
Lama bertani (tahun)	≤ 5	9	10,0
	6 sampai 10	25	27,8
	11 sampai 20	29	32,2
	21 sampai 30	13	14,4
	31 sampai 40	8	8,9
	> 40	6	6,7
Luas lahan garapan (ha)	≤ 0,25	12	13,3
	0,26 sampai 0,50	23	25,6
	0,51 sampai 1,00	38	42,2
	1,01 sampai 2,00	15	16,7
	> 2,00	2	2,2
Status kepemilikan lahan	Milik sendiri	85	94,4
	Pinjam pakai	4	4,4
	Sewa	1	1,1

Keterangan: Data primer diolah, 2025.

Lahan garapan umumnya berukuran kecil: 42,2% responden mengelola 0,51 sampai 1,00 ha dan 38,9% mengelola 0,50 ha atau kurang. Komoditas yang paling banyak diusahakan adalah sawi (72,2%), jagung (65,6%), dan cabai (64,4%), disusul bayam (44,4%) dan terung (25,6%). Komoditas tersebut merupakan tanaman semusim yang memerlukan pengendalian hama dan penyakit secara intensif. Sebanyak 94,4% responden mengelola lahan milik sendiri. Petani yang memiliki lahan sendiri umumnya lebih leluasa menentukan input produksi, termasuk pestisida (Sutrisno, 2020).

Komposisi ini menunjukkan bahwa usaha tani hortikultura di Kalampangan dikelola oleh petani aktif dengan pengalaman yang cukup lama, tetapi berpendidikan menengah ke bawah. Kondisi tersebut berpotensi membatasi pemahaman terhadap label dan istilah teknis pestisida, sehingga sebagian petani cenderung bergantung pada pengalaman pribadi atau meniru petani lain.

Pengetahuan Petani

Hasil penilaian pengetahuan disajikan pada Tabel 2. Rerata ketepatan jawaban pada 10 pernyataan adalah 73,8%, sehingga pengetahuan petani tergolong cukup menurut kriteria 65% sampai kurang dari 85%. Pengetahuan dasar sangat baik: 98,9% responden mengetahui fungsi pestisida, 97,8% mengetahui bahwa informasi dosis tertera pada label, 98,9% mengetahui pentingnya alat pelindung diri (APD), dan 95,6% menyadari bahaya mencampur pestisida tanpa pengetahuan teknis.

Tabel 2. Hasil penilaian pengetahuan petani dalam penggunaan pestisida

No.	Pernyataan	Benar (%)	Salah (%)
1	Pestisida digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit tanaman	98,89	1,11
2	Semua jenis pestisida bisa digunakan untuk semua jenis hama dan penyakit	51,11	48,89
3	Semakin tinggi dosis pestisida, semakin cepat dan aman hasilnya	32,22	67,78
4	Informasi cara pakai dan dosis pestisida tertera pada label kemasan	97,78	2,22
5	Saat menyemprot pestisida sebaiknya menggunakan APD seperti masker dan sarung tangan	98,89	1,11
6	Mencampur beberapa jenis pestisida tanpa pengetahuan teknis bisa membahayakan	95,56	4,44
7	Menyemprot pestisida sebaiknya dilakukan saat cuaca panas agar cepat kering	42,22	57,78
8	Pestisida kedaluwarsa tetap bisa digunakan jika belum berubah warna	37,78	62,22
9	Pestisida nabati (alami) cenderung lebih aman bagi lingkungan dan kesehatan	100,00	0,00
10	Penggunaan pestisida berlebihan bisa menyebabkan hama menjadi kebal atau resisten	83,33	16,67

Keterangan: Persentase responden yang menjawab benar atau salah pada setiap pernyataan (n = 90). Rerata jawaban benar dihitung dari seluruh butir.

Namun, masih terdapat miskonsepsi pada aspek teknis. Hanya 51,1% responden yang menjawab benar bahwa tidak semua pestisida dapat digunakan untuk semua jenis hama dan penyakit, dan hanya 32,2% yang menjawab benar bahwa dosis yang lebih tinggi tidak membuat hasil lebih cepat dan aman. Waktu penyemprotan yang tepat dijawab benar oleh 42,2% responden, sedangkan 62,2% responden masih menganggap pestisida kedaluwarsa dapat digunakan selama warnanya belum berubah. Temuan ini menunjukkan bahwa penguatan pengetahuan perlu difokuskan pada dosis, waktu penyemprotan, dan penanganan pestisida kedaluwarsa, bukan pada pemahaman umum.

Persepsi Petani

Persepsi petani diukur dengan 15 pernyataan (Tabel 3). Pestisida dipersepsikan sangat bermanfaat: 90,0% responden setuju bahwa pestisida membuat hasil panen lebih maksimal dan 95,5% setuju bahwa pestisida membantu mengendalikan hama dan penyakit. Sebanyak 63,3% responden setuju bahwa tanpa pestisida usaha tani akan merugi, sedangkan 25,5% tidak setuju. Pandangan ini menunjukkan ketergantungan terhadap pestisida kimia yang masih tinggi, meskipun alternatif seperti pestisida nabati dan pengendalian hayati tersedia.

Tabel 3. Persepsi petani dalam penggunaan pestisida

No.	Pernyataan	Tidak setuju (%)	Netral (%)	Setuju (%)
1	Penggunaan pestisida membuat hasil panen saya lebih maksimal	5,5	4,4	90,0
2	Pestisida sangat membantu mengendalikan hama dan penyakit tanaman	2,2	2,2	95,5
3	Tanpa pestisida, usaha tani saya akan merugi	25,5	11,1	63,3
4	Penggunaan pestisida dapat membahayakan kesehatan saya	17,8	12,2	70,0
5	Penggunaan pestisida terus-menerus merusak lingkungan	7,8	14,4	77,8
6	Saya takut akan dampak jangka panjang paparan pestisida	3,3	13,3	83,3
7	Saya mudah memahami cara penggunaan pestisida dari label atau informasi lain	2,2	8,9	88,9
8	Pestisida mudah didapatkan di toko pertanian sekitar	2,2	2,2	95,5
9	Saya tidak kesulitan mencampur atau mengaplikasikan pestisida	10,0	8,9	81,1
10	Penggunaan pestisida menguntungkan secara ekonomi	6,7	22,2	71,1
11	Harga pestisida masih terjangkau bagi saya	17,7	17,8	64,4
12	Saya percaya pada informasi dari penyuluh pertanian	0,0	14,4	85,5
13	Saya percaya pada saran sesama petani dalam penggunaan pestisida	10,0	13,3	76,6
14	Saya ragu terhadap informasi pestisida di media sosial	33,4	24,4	42,2
15	Saya merasa cukup informasi untuk menggunakan pestisida secara benar	8,9	14,4	76,7

Keterangan: Tidak setuju = sangat tidak setuju + tidak setuju; setuju = setuju + sangat setuju (n = 90). Pernyataan nomor 3, 4, 5, 6, dan 14 bernuansa risiko atau keraguan sehingga persetujuan tidak selalu berarti persepsi positif.

Petani juga menyadari risiko pestisida. Sebanyak 70,0% responden setuju bahwa pestisida dapat membahayakan kesehatan, 77,8% setuju bahwa pemakaian terus-menerus merusak lingkungan, dan 83,3% takut terhadap dampak jangka panjang paparan pestisida. Meskipun demikian, kesadaran terhadap risiko tersebut belum sepenuhnya diikuti perubahan perilaku pencegahan atau penggantian

bahan kimia yang berbahaya. Kepercayaan petani terhadap penyuluh pertanian (85,5%) lebih tinggi daripada kepercayaan terhadap saran sesama petani (76,6%), dan 42,2% responden meragukan informasi pestisida di media sosial.

Perilaku Petani

Perilaku petani diukur dengan 10 pernyataan berskala Likert (Tabel 4). Rerata skor perilaku adalah 4,28 dari 5 (85,5% dari skor maksimum), yang termasuk kategori sangat baik (80 sampai 100%). Praktik yang paling konsisten adalah menyimpan pestisida di tempat aman dari jangkauan anak-anak (85,6% selalu), mencuci dan menyimpan alat semprot (80,0% selalu), dan memakai pakaian lengan panjang (70,0% selalu). Sebanyak 84,5% responden sering atau selalu menyemprot sesuai dosis anjuran pada label.

Tabel 4. Perilaku petani dalam penggunaan pestisida

No.	Pernyataan	Tidak pernah atau jarang (%)	Kadang-kadang (%)	Sering atau selalu (%)
1	Saya menyemprot pestisida sesuai dosis anjuran pada label	6,6	8,9	84,5
2	Saya mengikuti jadwal penyemprotan sesuai petunjuk teknis	11,1	11,1	77,8
3	Saya memakai pakaian lengan panjang saat menyemprot	0,0	13,3	86,7
4	Saya menggunakan sarung tangan saat menangani pestisida	14,4	26,7	58,9
5	Saya langsung mandi dan ganti pakaian setelah menyemprot	10,0	7,8	82,2
6	Saya menyimpan pestisida di tempat khusus yang aman dari anak-anak	0,0	0,0	100,0
7	Saya membuang wadah bekas pestisida sesuai petunjuk atau tempat khusus	6,6	2,2	91,1
8	Saya tidak mencampur dua atau lebih pestisida tanpa petunjuk teknis	32,2	10,0	57,8
9	Saya tahu harus ke puskesmas jika mengalami gejala keracunan	17,7	3,3	78,9
10	Saya mencuci dan menyimpan alat semprot dengan baik setelah digunakan	4,4	2,2	93,3

Keterangan: Tidak pernah atau jarang = jawaban 1 dan 2; sering atau selalu = jawaban 4 dan 5 (n = 90).

Namun, beberapa praktik keselamatan belum konsisten. Hanya 38,9% responden yang selalu menggunakan sarung tangan dan 12,2% tidak pernah menggunakannya. Sebanyak 22,2% responden tidak pernah menghindari pencampuran dua atau lebih pestisida tanpa petunjuk teknis, dan 14,4% tidak mengetahui bahwa gejala keracunan perlu ditangani di puskesmas. Pencampuran pestisida tanpa pengetahuan teknis dapat membahayakan, sehingga edukasi tentang APD, pencampuran pestisida, dan penanganan keracunan tetap perlu diperkuat.

Hubungan Karakteristik, Pengetahuan, dan Persepsi dengan Perilaku

Hasil uji hubungan disajikan pada Tabel 5. Seluruh karakteristik petani berhubungan nyata dengan perilaku penggunaan pestisida ($p < 0,05$) dengan arah positif. Tingkat pendidikan ($r_s = 0,528$) dan lama bertani ($r_s = 0,405$) menunjukkan hubungan sedang, sedangkan usia ($r_s = 0,312$), luas lahan ($r_s = 0,276$), jenis komoditas, dan status kepemilikan lahan menunjukkan hubungan lemah.

Tabel 5. Hasil uji korelasi Spearman dan khi kuadrat antara karakteristik, pengetahuan, dan persepsi dengan perilaku petani (n = 90)

Variabel	r_s	p	Kekuatan hubungan	χ^2 (p)
Usia petani	0,312	0,003	Lemah	
Tingkat pendidikan formal	0,528	< 0,001	Sedang	
Lama bertani	0,405	0,001	Sedang	
Luas lahan garapan	0,276	0,012	Lemah	
Jenis komoditas hortikultura	0,298	0,008	Lemah	9,832 (0,021)
Status kepemilikan lahan	0,342	0,002	Lemah	11,206 (0,004)
Pengetahuan	0,672	< 0,001	Kuat	
Persepsi	0,582	< 0,001	Sedang	

Keterangan: r_s = koefisien korelasi Spearman; seluruh hubungan bernilai positif dan signifikan pada $\alpha = 5\%$. Jenis komoditas dan status kepemilikan lahan diubah menjadi skala ordinal untuk uji Spearman.

Pendidikan formal membantu petani memahami label, dosis, dan prosedur keselamatan, sehingga petani berpendidikan lebih tinggi cenderung lebih patuh pada prosedur penggunaan pestisida. Lama

bertani berhubungan dengan perilaku yang lebih baik karena pengalaman, termasuk pengalaman negatif seperti keracunan atau kerugian akibat dosis berlebihan, mendorong petani lebih waspada. Hubungan usia dengan perilaku bersifat lemah dan sejalan dengan laporan bahwa pengaruh usia terhadap perilaku penggunaan pestisida tergolong moderat (Yuantari dkk., 2015). Pada petani yang lebih tua, kebiasaan lama yang kurang tepat dapat bertahan apabila tidak disertai pembaruan pengetahuan melalui edukasi. Petani pemilik lahan cenderung berorientasi jangka panjang terhadap keberlanjutan lahannya sehingga lebih selektif dalam penggunaan pestisida (Sutrisno, 2020).

Pengetahuan memiliki hubungan terkuat dengan perilaku (r_s = 0,672; p < 0,001). Petani yang lebih memahami dosis, waktu aplikasi, APD, dan risiko pestisida cenderung berperilaku lebih aman, sejalan dengan teori perilaku kesehatan (Notoatmodjo, 2014). Hasil ini konsisten dengan penelitian di Kabupaten Brebes yang melaporkan hubungan positif yang signifikan antara pengetahuan dan perilaku (r = 0,691) (Yuantari dkk., 2015) dan dengan penelitian di Kalimantan Selatan yang melaporkan bahwa penyuluhan terpadu meningkatkan pengetahuan sekaligus memperbaiki perilaku petani (Rahmawati, 2019).

Persepsi berhubungan sedang dengan perilaku (r_s = 0,582; p < 0,001), lebih lemah daripada pengetahuan karena persepsi bersifat subjektif dan dipengaruhi pengalaman, informasi lingkungan, dan kebiasaan setempat. Temuan ini sejalan dengan penelitian pada petani cabai di Jawa Barat yang melaporkan hubungan sedang antara persepsi risiko dan perilaku (r = 0,561) (Putra dkk., 2017) serta dengan konsep bahwa persepsi risiko yang akurat mendorong tindakan pencegahan (Rogers, 2003). Persepsi yang positif tidak selalu menghasilkan tindakan yang tepat tanpa pengetahuan yang memadai, misalnya petani yang menyadari bahaya pestisida tetapi tidak memahami dosis yang sesuai.

Temuan ini berimplikasi pada penyuluhan. Materi sebaiknya disesuaikan dengan tingkat pendidikan petani, menggunakan bahasa sederhana, media visual, dan demonstrasi lapangan, serta difokuskan pada miskonsepsi dosis, waktu penyemprotan, pestisida kedaluwarsa, penggunaan sarung tangan, dan pencampuran pestisida. Pengawasan penggunaan pestisida di lapangan dan promosi pengendalian hama terpadu serta pestisida nabati juga diperlukan. Penelitian ini bersifat potong lintang dengan perilaku yang dilaporkan sendiri oleh responden, uji korelasi tidak menunjukkan hubungan sebab akibat, dan reliabilitas instrumen persepsi tergolong rendah, sehingga hasil perlu ditafsirkan dengan hati-hati.

KESIMPULAN

1. Responden berada pada usia produktif, sebagian besar berpendidikan SMP dan SMA, berpengalaman bertani lebih dari 10 tahun, mengelola lahan kecil milik sendiri, dan mengusahakan sawi, jagung, dan cabai sebagai komoditas utama.
2. Pengetahuan petani tergolong cukup (rerata jawaban benar 73,8%) dengan miskonsepsi pada dosis, waktu penyemprotan, dan pestisida kedaluwarsa. Persepsi petani umumnya positif dengan ketergantungan yang tinggi terhadap pestisida. Perilaku petani tergolong baik, tetapi penggunaan sarung tangan, penghindaran pencampuran pestisida, dan penanganan keracunan belum konsisten.
3. Usia, pendidikan, lama bertani, luas lahan, jenis komoditas, status kepemilikan lahan, pengetahuan, dan persepsi berhubungan positif dan signifikan dengan perilaku penggunaan pestisida. Hubungan terkuat ditunjukkan oleh pengetahuan (r_s = 0,672), diikuti persepsi (r_s = 0,582) dan pendidikan (r_s = 0,528).

Disarankan agar Dinas Pertanian dan penyuluh lapangan memberikan penyuluhan berkelanjutan yang disesuaikan dengan tingkat pendidikan petani, memperkuat pengawasan penggunaan pestisida, dan mendorong pengendalian hama terpadu serta pestisida nabati. Petani diharapkan aktif mengikuti pelatihan, membaca label, dan menggunakan APD secara lengkap. Penelitian lanjutan dengan cakupan wilayah dan responden yang lebih luas serta kajian efektivitas intervensi pelatihan diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada para petani dan kelompok tani di Kelurahan Kalampangan yang bersedia menjadi responden, kepada Balai Penyuluhan Pertanian Kalampangan dan Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Palangka Raya yang menyediakan data kelompok tani, serta kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Aktar, M.W., Sengupta, D. dan Chowdhury, A. (2009) 'Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards', *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), hal. 1-12.

Damalas, C.A. dan Eleftherohorinos, I.G. (2011) 'Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators', *International Journal of*

Environmental Research and Public Health, 8(5), hal. 1402-1419.

Likert, R. (1932) 'A technique for the measurement of attitudes', *Archives of Psychology*, 22(140), hal. 1-55.

Notoatmodjo, S. (2014) *Ilmu Perilaku Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Pertiwi, N. dan Supriyadi, S. (2020) 'The influence of farmers' knowledge and perceptions on pesticide use in agriculture', *Jurnal Pertanian dan Lingkungan*, 12(1), hal. 15-25.

Putra, A., Prasetyo, B. dan Handayani, S. (2017) 'Hubungan persepsi risiko dengan perilaku penggunaan pestisida pada petani cabai di Jawa Barat', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), hal. 121-130.

Rahmawati, E. (2019) 'Pengaruh program penyuluhan terpadu terhadap pengetahuan dan perilaku petani dalam penggunaan pestisida di Kalimantan Selatan', *Jurnal Agribisnis dan Penyuluhan*, 5(2), hal. 101-112.

Rario, B., Kasto, K. dan Ritohardoyo, S. (2020) 'Persepsi dan perilaku petani dalam penanganan risiko pestisida pada lingkungan di Kelurahan Kalampangan, Palangka Raya', *Jurnal Manusia dan Lingkungan*.

Rogers, R.W. (2003) 'Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: a revised theory of protection motivation', dalam Cacioppo, J. dan Petty, R. (ed.) *Social Psychophysiology: A Sourcebook*. New York: Guilford Press, hal. 153-176.

Sari, D.P., Mulyani, N. dan Ramadhan, Y. (2019) 'Hubungan karakteristik petani dengan intensitas penggunaan pestisida', *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 14(1), hal. 47-55.

Sugiyono (2019) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sutanto, R. (2022) 'Pengaruh penggunaan pestisida terhadap kesehatan dan lingkungan di Kelurahan Kalampangan', *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 7(1), hal. 23-35.

Sutrisno, H. (2020) 'Kepemilikan lahan dan adopsi teknologi pertanian modern pada usaha tani hortikultura', *Jurnal Agribisnis dan Pembangunan Pertanian*, 8(1), hal. 45-57.

Widyastuti, H., Susanto, S. dan Siti, N. (2021) 'The role of education in enhancing farmer knowledge and attitudes towards pesticide use in Indonesia', *Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(4), hal. 405-417.

Yuantari, M.G.C., Widianarko, B. dan Sunoko, H.R. (2015) 'Analisis risiko pajanan pestisida terhadap kesehatan petani', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (KEMAS)*, 10(2), hal. 239-245.

INTEGRASI DIMENSI BIOFISIK DAN SOSIAL DALAM PENILAIAN KEBERHASILAN REHABILITASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DI SUB-DAS LAHUNG, KABUPATEN MURUNG RAYA

(Integration of Biophysical and Social Dimensions in Assessing the Success of Watershed Rehabilitation in the Lahung Sub-Watershed, Murung Raya Regency)

Trisran Meidi Jaya[1)], Johanna Maria Rotinsulu[1)], dan Penyang[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Forest cover in the upper watershed regulates surface runoff and reduces flood and landslide risks; therefore, rehabilitation planting is required from holders of forest-area-use approvals (PPKH). The success of this obligation is usually judged by plant survival alone, whereas the social support that sustains maintenance is seldom integrated. Plant growth, survival, health, the factors affecting planting success, and community perception were evaluated at the PT Bharinto Ekatama site in the Lahung Sub-Watershed, Murung Raya Regency, Central Kalimantan. Six 25 m × 40 m plots (two each in shrub, imperata-grassland, and forest cover) were selected purposively, and height, basal diameter, survival, and health of five species planted in 2024–2025 (*Rubroshorea leprosula*, *Parkia speciosa*, *Archidendron pauciflorum*, *Artocarpus integer*, and *A. heterophyllus*) were measured. Perception and participation of all 18 households of Bitan hamlet were surveyed using a 25-item Likert questionnaire and analysed with descriptive statistics and multiple linear regression. Mean survival (79.23%) exceeded the 75% regulatory threshold, whereas mean health was 61.28%. Survival was highest in shrub cover (87.69%), health was highest in forest cover (73.08%), and height growth was best in imperata grassland, where survival was lowest (66.15%). Seedling quality, land preparation, planting technique and timing, and maintenance were identified as the main factors. All respondents expressed positive perceptions (61.11% agreed; 38.89% strongly agreed), and participation was very high (84.31%). Perception significantly affected participation ($p = 0.035$), whereas socio-economic benefits did not ($p = 0.561$). Rehabilitation quality is expected to improve through maintenance supported by community involvement.

Keywords: community perception; Lahung Sub-watershed; plant survival; seedling quality; watershed rehabilitation

ABSTRAK

Tutupan hutan di bagian hulu daerah aliran sungai (DAS) mengendalikan limpasan permukaan dan menurunkan risiko banjir serta longsor, sehingga penanaman rehabilitasi diwajibkan kepada pemegang persetujuan penggunaan kawasan hutan (PPKH). Keberhasilan kewajiban tersebut umumnya dinilai hanya dari kelangsungan hidup tanaman, sedangkan dukungan sosial yang menopang pemeliharaan jarang diintegrasikan. Pertumbuhan, persentase tumbuh, dan kesehatan tanaman, faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penanaman, serta persepsi masyarakat terhadap rehabilitasi dievaluasi di lokasi PT Bharinto Ekatama, Sub-DAS Lahung, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah. Enam petak ukur berukuran 25 m × 40 m (masing-masing dua petak pada tutupan semak, ilalang, dan hutan) dipilih secara purposif, kemudian tinggi, diameter pangkal batang, kelangsungan hidup, dan kesehatan lima jenis tanaman yang ditanam pada 2024–2025 (*Rubroshorea leprosula, Parkia speciosa*, *Archidendron pauciflorum, Artocarpus integer,* dan *A. heterophyllus*) diukur. Persepsi dan partisipasi seluruh 18 kepala keluarga Dusun Bitan disurvei menggunakan kuesioner Likert 25 butir dan dianalisis secara deskriptif serta dengan regresi linier berganda. Persentase tumbuh rata-rata (79,23%) melampaui ambang regulasi 75%, sedangkan persentase kesehatan rata-rata 61,28%. Persentase tumbuh tertinggi dicatat pada tutupan semak (87,69%), kesehatan tertinggi pada hutan (73,08%), dan pertumbuhan tinggi terbaik pada areal ilalang yang persentase tumbuhnya terendah (66,15%). Kualitas bibit, penyiapan lahan, teknik dan waktu penanaman, serta pemeliharaan diidentifikasi sebagai faktor utama. Seluruh responden memberikan persepsi positif (61,11% setuju; 38,89% sangat setuju) dan tingkat partisipasi tergolong sangat tinggi (84,31%). Partisipasi dipengaruhi signifikan oleh persepsi ($p = 0,035$), sedangkan oleh manfaat sosial-ekonomi tidak signifikan ($p = 0,561$). Peningkatan kualitas rehabilitasi diharapkan dicapai melalui pemeliharaan yang didukung pelibatan masyarakat.

Kata kunci: kelangsungan hidup tanaman; kualitas bibit; persepsi masyarakat; rehabilitasi DAS; Sub-DAS Lahung

PENDAHULUAN

Tutupan hutan yang baik di bagian hulu daerah aliran sungai (DAS) dikenal sebagai sistem alami penahan dan penyerap air hujan, sehingga limpasan permukaan dikendalikan dan risiko banjir serta tanah longsor diturunkan. Fungsi tersebut diganggu oleh deforestasi, perambahan, dan eksploitasi sumber daya alam yang tidak lestari, sehingga penurunan kualitas DAS serta peningkatan frekuensi banjir, kekeringan, dan longsor dialami di berbagai wilayah (Fadeliansyah *et al*., 2024). Ambang kritis tutupan hutan, yang apabila dilampaui menyebabkan dampak hidrologis meningkat secara tidak linier, juga dibahas dalam kajian kebijakan pengendalian dampak pertambangan di DAS Indonesia (Azka, 2026).

Rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) dilaksanakan untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan serta diprioritaskan pada lahan kritis di hulu DAS (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021; Hamidah *et al*., 2023). Penanaman dalam rangka rehabilitasi DAS diwajibkan kepada pemegang persetujuan penggunaan kawasan hutan (PPKH), dan luas lokasi penanamannya ditetapkan sama dengan luas persetujuan ditambah paling banyak 25% (Pemerintah Republik Indonesia, 2021; Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019). Keberhasilan pemulihan ekosistem pada areal bekas pertambangan di kawasan hutan wajib dievaluasi (Sudarmadji dan Hartati, 2023).

Persetujuan penggunaan kawasan hutan untuk operasi produksi batu bara dan sarana penunjangnya seluas ±110,04 ha pada kawasan hutan produksi terbatas di Kabupaten Barito Utara diberikan kepada PT Bharinto Ekatama (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023a). Lokasi penanaman rehabilitasi DAS seluas 130 ha di Desa Bahitom, Kabupaten Murung Raya, kemudian ditetapkan melalui Keputusan Menteri LHK Nomor SK.11695/Menlhk-PDASRH/KTA/DAS.1/11/2023 tanggal 3 November 2023 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023b). Penutupan lahan di lokasi tersebut didominasi oleh hutan lahan kering sekunder, diikuti semak/belukar dan lahan terbuka, sedangkan kehidupan masyarakat Dayak setempat masih sangat dipengaruhi oleh interaksi dengan hutan.

Keberhasilan rehabilitasi DAS umumnya dinilai berdasarkan persentase tumbuh dan kesehatan tanaman (Alfajri *et al*., 2025; Alfayed *et al*., 2025; Yusuf *et al*., 2023). Indikator sosial ekonomi jarang diintegrasikan, padahal kriteria penilaian DAS dikelompokkan ke dalam dimensi biofisik dan sosial ekonomi, dan sebagian besar kajian difokuskan pada parameter biofisik (Narendra *et al*., 2021). Efektivitas rehabilitasi dilaporkan rendah ketika pemeliharaan terbatas, tata kelola lemah, dan keterlibatan masyarakat minim (Soumena dan Susilowati, 2025), sedangkan keberhasilan pertumbuhan tanaman dipengaruhi pula oleh faktor sosial ekonomi (Muchtar *et al*., 2025; Pratama *et al*., 2026). Penilaian yang mengintegrasikan kedua dimensi tersebut pada lokasi rehabilitasi pemegang PPKH di Sub-DAS Lahung belum dilaporkan.

Dua tujuan ditetapkan dalam penelitian ini, yaitu (1) pertumbuhan, persentase tumbuh, dan kesehatan tanaman serta faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penanaman dievaluasi; dan (2) persepsi dan partisipasi masyarakat terhadap kegiatan rehabilitasi DAS dianalisis beserta faktor yang memengaruhinya.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama lima bulan, April sampai Agustus 2026, pada areal penanaman rehabilitasi DAS pemegang PPKH PT Bharinto Ekatama di Desa Bahitom, Kecamatan Murung, Kabupaten Murung Raya, Kalimantan Tengah (114°35′19″ BT; 0°39′54″ LS). Lokasi tersebut termasuk Sub-DAS Lahung, DAS Barito, dengan fungsi kawasan hutan produksi. Ketinggian lokasi dicatat pada kisaran 40–68 m dpl, dan kelas lereng didominasi oleh agak curam (15–25%), curam (25–45%), dan landai (8–15%) berdasarkan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000 (Badan Informasi Geospasial, 2016). Suhu udara maksimum rata-rata 35°C, suhu minimum 20°C, dan kelembapan udara ±85,5% dicatat oleh Stasiun Meteorologi Muara Teweh, sedangkan curah hujan di bagian utara Kecamatan Murung diperkirakan melebihi 4.000 mm per tahun (BPS Kabupaten Murung Raya).

Kegiatan Penanaman

Penanaman dilaksanakan pada Desember 2024 sampai Januari 2025 menggunakan lima jenis, yaitu meranti (*Rubroshorea leprosula*) sebagai jenis kayu serta jengkol (*Archidendron pauciflorum*), petai (*Parkia speciosa*), cempedak (*Artocarpus integer*), dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*) sebagai jenis serbaguna (*multi-purpose tree species*, MPTS).

Jenis tersebut dipilih berdasarkan rancangan teknis perusahaan yang disusun dari hasil sosialisasi dan masukan masyarakat. Pada penanaman tahun pertama (P0), 89.375 bibit dialokasikan, terdiri atas meranti 31.609 batang, jengkol 26.988 batang, petai 15.470 batang, nangka 9.054 batang, dan cempedak 6.254 batang.

Penilaian Pertumbuhan, Persentase Tumbuh, dan Kesehatan Tanaman

Enam petak ukur (PU) berukuran 25 m × 40 m dipilih secara *purposive sampling* dari areal penanaman 130 ha agar data yang diperoleh relevan dengan fokus penelitian. Pemilihan didasarkan pada tipe tutupan lahan sebelum penanaman, yaitu dua PU semak/belukar, dua PU ilalang/jangang, dan dua PU hutan. Setiap PU seharusnya ditanami 65 tanaman dengan jarak tanam 5 m × 3 m (390 tanaman seluruhnya) dengan umur ±1,5 tahun saat pengamatan. Koordinat tanaman direkam dengan GPS tipe 62S melalui metode *geotagging*.

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai pucuk menggunakan meteran (cm), dan diameter pangkal batang dihitung dari keliling batang menggunakan rumus $d = K/\pi$. Kriteria pertumbuhan ditetapkan pada tinggi >50 cm dan diameter >0,5 cm sesuai spesifikasi bibit layak tanam. Persentase tumbuh (P_t) dan persentase kesehatan (P_k) dihitung dengan rumus berikut:

$$P_t = (\Sigma h_i / \Sigma N_i) \times 100\% \quad (1)$$

$$P_k = (\Sigma s_i / \Sigma N_i) \times 100\% \quad (2)$$

dengan h_i = jumlah tanaman hidup, s_i = jumlah tanaman sehat, dan N_i = jumlah tanaman seharusnya (65 batang) pada PU ke-i. Tanaman dikategorikan sehat apabila tumbuh segar, berbatang lurus, bertajuk rimbun, dan tidak terserang hama atau penyakit, sedangkan tanaman yang tertekan akibat kekeringan, gulma, hama, atau penyakit dikategorikan kurang sehat (Suprapto *et al*., 2022). Keberhasilan tumbuh dinilai terhadap ambang minimal 75% dari tanaman awal (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021) dan dikategorikan sangat tinggi (>75%), tinggi (51–75%), rendah (26–50%), dan sangat rendah (0–25%) (Alfajri *et al*., 2025). Nilai tiap tipe tutupan lahan dihitung sebagai rata-rata dua PU, dan nilai keseluruhan dihitung sebagai rata-rata ketiga tipe tutupan. Seluruh data pertumbuhan dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

Identifikasi Faktor Keberhasilan Penanaman

Faktor-faktor keberhasilan penanaman diidentifikasi melalui observasi lapangan, wawancara dengan kepala desa, pihak perusahaan, dan karyawan pelaksana rehabilitasi, serta studi pustaka terhadap rancangan teknis kegiatan. Lima tahap kegiatan dikaji, yaitu asal bibit, pembibitan, pengangkutan bibit, penanaman, dan pemeliharaan. Pengaruh masing-masing faktor tidak diuji secara statistik.

Persepsi dan Partisipasi Masyarakat

Seluruh populasi, yaitu 18 kepala keluarga (KK) RT 06 Dusun Bitan, dijadikan responden melalui metode sensus (*saturated sampling*). Dusun tersebut terletak ±100 m dari lokasi penanaman dan ±25 km dari Desa Bahitom serta dipandang sebagai permukiman terdekat penerima manfaat langsung rehabilitasi. Data dikumpulkan dengan kuesioner 25 butir berskala Likert 1–5 (sangat tidak setuju sampai sangat setuju) dan lima pertanyaan terbuka tentang keterlibatan, jenis kegiatan, pengeluaran per bulan, penerimaan manfaat, dan bentuk manfaat. Persepsi didefinisikan sebagai proses kognitif yang dipengaruhi oleh pengalaman dan pengetahuan individu (Nisa *et al*., 2023). Skor total tiap responden (rentang 25–125) dikelompokkan ke dalam lima kategori berinterval 20 poin, yaitu sangat tidak setuju (25–45), tidak setuju (46–65), ragu-ragu (66–85), setuju (86–105), dan sangat setuju (106–125). Tingkat partisipasi dihitung dengan rumus $P = f/n \times 100\%$, dengan f = skor aktual seluruh responden dan n = skor ideal (2.250). Jawaban pertanyaan terbuka dianalisis berdasarkan frekuensi dan persentase.

Pengaruh persepsi (X_1) dan manfaat sosial-ekonomi (X_2) terhadap partisipasi (Y) dianalisis dengan regresi linier berganda ($Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$) menggunakan SPSS pada taraf nyata 5%. Asumsi klasik diuji sebelum analisis regresi, yaitu normalitas residu (Kolmogorov-Smirnov), multikolinearitas (*tolerance* >0,10 dan VIF <10), dan heteroskedastisitas (uji Glejser).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Tumbuh dan Kesehatan Tanaman

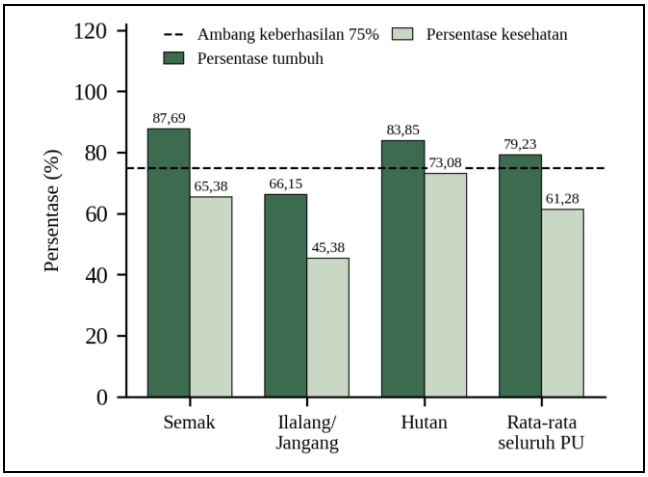
Persentase tumbuh rata-rata seluruh PU dicatat sebesar 79,23% (309 dari 390 tanaman) dan persentase kesehatan rata-rata sebesar 61,28% (239 tanaman) (Tabel 1). Dengan demikian, 20,77% tanaman dinyatakan mati, 17,95% hidup tetapi kurang sehat, dan 61,28% sehat; di antara tanaman yang hidup, 77,35% berada dalam kondisi sehat. Persentase tumbuh tersebut dinyatakan memenuhi batas minimal 75% dan dikategorikan sangat tinggi (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021; Alfajri *et al*., 2025). Nilai ini juga lebih tinggi daripada persentase tumbuh 64,17–66,36% yang dilaporkan pada rehabilitasi DAS di Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan (Yusuf *et al*., 2023).

Tabel 1. Persentase tumbuh dan persentase kesehatan tanaman pada setiap petak ukur (PU)

Petak ukur	Hidup (batang)	Sehat (batang)	Tumbuh (%)	Sehat (%)
Semak/belukar				
PU 1	62	43	95,38	66,15
PU 2	52	42	80,00	64,62
Rata-rata	**114**	**85**	**87,69**	**65,38**
Ilalang/jangang				
PU 3	59	42	90,77	64,62
PU 4	27	17	41,54	26,15
Rata-rata	**86**	**59**	**66,15**	**45,38**
Hutan				
PU 5	61	55	93,85	84,62
PU 6	48	40	73,85	61,54
Rata-rata	**109**	**95**	**83,85**	**73,08**
Seluruh PU	**309**	**239**	**79,23**	**61,28**

Keterangan: Jumlah tanaman seharusnya 65 batang per PU. Jumlah tanaman hidup dan sehat pada baris rata-rata dijumlahkan dari dua PU.

Menurut tipe tutupan lahan, persentase tumbuh tertinggi dicatat pada PU Semak (87,69%), diikuti PU Hutan (83,85%) dan PU Ilalang/Jangang (66,15%), sedangkan persentase kesehatan tertinggi dicatat pada PU Hutan (73,08%), diikuti PU Semak (65,38%) dan PU Ilalang/Jangang (45,38%) (Gambar 1). Ambang 75% hanya tidak dipenuhi oleh PU Ilalang/Jangang. Variasi antar-PU pada tipe tutupan yang sama juga besar: persentase tumbuh pada PU 3 dicatat sebesar 90,77%, sedangkan pada PU 4 hanya 41,54% (Tabel 1).



Gambar 1. Persentase tumbuh dan persentase kesehatan tanaman menurut tipe tutupan lahan

Rendahnya persentase tumbuh pada PU Ilalang/Jangang diduga berkaitan dengan persaingan tumbuhan bawah yang pertumbuhannya cepat dan dapat menutupi tanaman pokok, sebab tanaman yang memperoleh cahaya dan hara secara maksimal tumbuh lebih baik daripada tanaman yang tertekan (Aldafiana dan Murniyati, 2021). Areal ilalang juga diketahui mudah kering sehingga rentan terbakar pada musim kemarau. Pada PU 4, hanya tiga dari lima jalur tanam rancangan ditemukan, sehingga jumlah tanaman yang dapat diamati berkurang dan persentase tumbuh serta kesehatan diduga ikut menurun. Apabila dua jalur lainnya memang tidak pernah ditanam, jumlah tanaman seharusnya pada PU 4 menjadi 39 batang, sehingga persentase tumbuh PU 4 meningkat menjadi 69,23% dan rata-rata keseluruhan menjadi 83,85%. Perbedaan jumlah tanaman antarpetak akibat target penanaman yang tidak terpenuhi dan tanaman merana juga dilaporkan oleh Alfayed *et al*. (2025), sedangkan variasi keberhasilan antarpetak, dengan sebagian petak melampaui dan sebagian lain di bawah 75%, dilaporkan pula di sub-sub DAS Riam Kanan (Meidisawarman *et al*., 2023).

Areal semak belukar umumnya dikenal sebagai bekas lahan terbakar atau terbuka yang kemudian ditumbuhi vegetasi melalui suksesi alami (Achmad *et al.*, 2021). Kompetisi vegetasi pada kondisi tersebut tergolong sedang, sehingga persentase tumbuh tertinggi dicatat di areal semak. Persentase kesehatan tertinggi pada PU Hutan (73,08%) diduga berkaitan dengan kelembapan tanah yang lebih terjaga, ketersediaan bahan organik, dan dominasi gulma yang lebih rendah dibandingkan areal semak dan ilalang.

Tanaman hidup didominasi oleh meranti, yaitu 172 dari 309 batang (55,66%), dan 84,30% di antaranya sehat. Proporsi tanaman sehat pada petai (32 dari 44 batang; 72,73%) dan cempedak (15 dari 27 batang; 55,56%) lebih rendah, sedangkan pada jengkol dan nangka yang dihitung bersama, 47 dari 66 batang (71,21%) berada dalam kondisi sehat. Komposisi dan kesehatan tanaman yang hidup digambarkan oleh perbandingan tersebut, bukan kemampuan hidup tiap jenis, sebab jumlah tanaman seharusnya dihitung per PU dan tidak dipisahkan menurut jenis.

Pertumbuhan Tinggi dan Diameter Tanaman

Rata-rata tinggi dan diameter tanaman menurut jenis dan tipe tutupan lahan disajikan pada Tabel 2. Pertumbuhan terbaik dicatat pada meranti di PU Ilalang/Jangang (tinggi 89,86 cm; diameter 0,93 cm), dan kriteria tinggi >50 cm dan diameter >0,5 cm dipenuhi oleh empat dari lima jenis di PU tersebut. Pada PU Semak, kriteria dipenuhi oleh meranti, petai, dan nangka, sedangkan oleh jengkol (tinggi 39,56 cm) dan cempedak (diameter 0,39 cm) belum dipenuhi. Pada PU Hutan, kriteria hanya dipenuhi oleh meranti (tinggi 73,23 cm; diameter 0,55 cm), sedangkan oleh petai (tinggi 47,75 cm; diameter 0,44 cm) belum dipenuhi. Simpangan baku tinggi meranti tergolong besar (24,62–38,86 cm), sehingga variasi pertumbuhan antartanaman dinilai tinggi.

Tabel 2. Rata-rata tinggi dan diameter pangkal batang (± simpangan baku) tanaman menurut jenis dan tipe tutupan lahan

Jenis	n	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
PU Semak			
Meranti	68	80,88 ± 38,86	0,70 ± 0,48
Petai	9	79,89 ± 19,26	0,79 ± 0,30
Jengkol	25	39,56 ± 13,95	0,44 ± 0,15
Nangka	2	62,50 ± 3,54	0,53 ± 0,16
Cempedak	10	51,20 ± 14,26	0,39 ± 0,15
PU Ilalang/Jangang			
Meranti	14	89,86 ± 36,41	0,93 ± 0,37
Petai	19	60,00 ± 9,90	0,64 ± 0,21
Jengkol	22	59,41 ± 17,20	0,64 ± 0,31
Nangka	14	62,64 ± 14,57	0,58 ± 0,17
Cempedak	17	57,47 ± 12,98	0,49 ± 0,19
PU Hutan			
Meranti	90	73,23 ± 24,62	0,55 ± 0,21
Petai	16	47,75 ± 15,60	0,44 ± 0,20

Keterangan: n = jumlah tanaman hidup yang diukur. Jenis yang dicetak tebal telah memenuhi kriteria tinggi >50 cm dan diameter >0,5 cm. Cempedak tidak ditemukan pada PU Hutan, sedangkan jengkol dan nangka pada PU Hutan tidak dianalisis karena jumlah tanaman terukur sangat sedikit ($n \leq 3$).

Urutan pertumbuhan tinggi dan diameter, yaitu ilalang/jangang > semak > hutan, diduga berkaitan dengan ketersediaan cahaya. Cahaya matahari diterima secara optimal untuk fotosintesis pada areal ilalang yang terbuka, sedangkan cahaya yang sampai ke lantai hutan pada PU Hutan dibatasi oleh tajuk tegakan sehingga pertumbuhan diperlambat (Hulu *et al*., 2025). Persaingan akar dan vegetasi alami terhadap hara, air, dan ruang tumbuh juga lebih intensif pada PU Hutan. Di sisi lain, kelembapan tanah dilaporkan dijaga dan limpasan permukaan dikurangi oleh tumbuhan bawah berupa semak dan alang-alang sehingga pertumbuhan vegetasi rehabilitasi didukung (Saad *et al*., 2026).

Adanya *trade-off* ditunjukkan oleh pola yang berlawanan antara pertumbuhan dan kelangsungan hidup tersebut: pertumbuhan tinggi didorong oleh tutupan terbuka tetapi tekanan gulma dan risiko kekeringan ditingkatkan, sedangkan pertumbuhan dibatasi oleh naungan tetapi kelembapan dijaga dan dominasi gulma ditekan. Pemeliharaan yang disesuaikan dengan tipe tutupan lahan, terutama penyiangan berkala pada areal ilalang/jangang, dipertimbangkan sebagai prioritas.

Faktor-Faktor yang Memengaruhi Keberhasilan Penanaman

Lima tahap kegiatan diidentifikasi sebagai penentu keberhasilan penanaman. Seluruh bibit generatif disuplai dari persemaian CV Rizqi Putra Mandiri di Banjarbaru karena bibit berkualitas dalam jumlah besar dengan pertumbuhan seragam tidak tersedia di sekitar lokasi. Bibit tersebut diangkut sejauh 468 km menuju persemaian sementara (TPS) di Dusun Bitan, kemudian diaklimatisasi sebelum didistribusikan ke petak kerja sejauh 100 m sampai 3 km menggunakan mobil pikap dan sepeda motor. Spesifikasi bibit siap tanam ditetapkan dalam rancangan teknis, yaitu tinggi minimal 50 cm, diameter pangkal batang minimal 0,5 cm, perakaran baik, dan media kompak, sedangkan standar mutu bibit mengacu pada kriteria bibit sehat, ukuran siap tanam, dan sistem perakaran yang baik dan kompak (Direktorat Jenderal PDASHL, 2016). Risiko stres dan kematian bibit ditingkatkan oleh jarak angkut yang jauh, sehingga aklimatisasi di TPS dipandang penting untuk menekan kegagalan tumbuh setelah penanaman.

Pada tahap penanaman, ajir bambu dipasang, lubang tanam berukuran 30 cm × 30 cm × 30 cm dibuat satu minggu sebelum tanam, dan pupuk dasar SP-36 diberikan dengan dosis rata-rata 30 g per lubang. Jarak tanam rencana 4 m × 4 m direalisasikan menjadi 5 m × 3 m dengan kerapatan tidak kurang dari 625 batang per hektar, dan larikan pada lereng yang lebih curam disusun mengikuti kontur untuk menekan aliran permukaan dan erosi. Posisi bibit yang tegak, media dan akar yang tidak rusak, serta pemadatan tanah di sekitar pangkal batang dinilai berkaitan dengan kemampuan adaptasi bibit.

Pemeliharaan dilaksanakan melalui pengendalian gulma secara manual dan, pada kondisi tertentu, dengan herbisida, sedangkan pembakaran tidak digunakan untuk pembersihan lahan. Persaingan dengan alang-alang, rumput, dan semak masih ditemukan di areal tanam, terutama pada bekas semak dan ilalang. Pupuk SP-36 diberikan pada awal tanam dan NPK pada periode berikutnya, jalan inspeksi dibuat untuk pengawasan dan pengendalian kebakaran, dan penyulaman dilakukan secara selektif. Selisih antara persentase tumbuh dan persentase kesehatan (Tabel 1) ditafsirkan sebagai indikasi bahwa sebagian tanaman hidup belum terpelihara secara optimal. Dengan demikian, kualitas bibit, penyiapan lahan, teknik dan waktu penanaman yang tepat, serta pemeliharaan dipandang sebagai faktor utama keberhasilan, meskipun pengaruhnya tidak diuji secara statistik.

Persepsi dan Partisipasi Masyarakat

Tanggapan positif terhadap kegiatan rehabilitasi DAS diberikan oleh seluruh 18 responden: 11 responden (61,11%) berada pada kategori setuju dan 7 responden (38,89%) pada kategori sangat setuju, sedangkan kategori ragu-ragu, tidak setuju, dan sangat tidak setuju tidak dipilih oleh responden mana pun (Tabel 3). Skor aktual partisipasi seluruh responden tercatat 1.897 dari skor ideal 2.250, sehingga tingkat partisipasi

sebesar 84,31% diperoleh dan dikategorikan sangat tinggi.

Persetujuan tersebut dilandasi oleh beberapa alasan: areal yang direhabilitasi adalah bekas kebun yang kurang terpelihara sehingga penanaman pohon bernilai ekonomi dipandang perlu, lokasi di tepi jalan raya diharapkan tampak lebih hijau setelah ditanami, dan keterlibatan dalam kegiatan diharapkan membuka lapangan kerja serta menambah pendapatan. Dominasi kategori setuju dan sangat setuju diinterpretasikan sebagai tanda bahwa tujuan dan manfaat rehabilitasi DAS telah diterima dengan baik dan dukungan sosial terhadap keberlanjutan program telah terbentuk.

Tabel 3. Persepsi, keterlibatan, dan bentuk manfaat rehabilitasi DAS menurut responden (n = 18)

Variabel	f	%
Persepsi (kategori skor)		
Sangat setuju	7	38,89
Setuju	11	61,11
Ragu-ragu/tidak setuju/sangat tidak setuju	0	0,00
Keterlibatan dalam kegiatan		
Persemaian	5	27,78
Regu kerja	5	27,78
Buruh harian	2	11,11
Pengawas	2	11,11
Penanaman	1	5,56
Tidak terlibat	3	16,67
Bentuk manfaat yang diterima		
Kesempatan kerja	6	33,33
Upah	5	27,78
Tambahan pendapatan	2	11,11
Manfaat jangka panjang[a]	3	16,67
Tidak ada manfaat	2	11,11

Keterangan: [a] Ekonomi di kemudian hari, lahan ditanami, dan penanggulangan banjir (masing-masing satu responden; 5,56%).

Sebanyak 15 responden (83,33%) pernah dilibatkan dalam kegiatan rehabilitasi, terutama di persemaian dan regu kerja (masing-masing 27,78%), sedangkan keterlibatan pada kegiatan penanaman hanya 5,56% (Tabel 3). Manfaat dirasakan oleh 16 responden (88,89%), terutama berupa kesempatan kerja (33,33%), upah (27,78%), dan tambahan pendapatan (11,11%). Manfaat jangka panjang, yaitu ekonomi di kemudian hari, lahan yang ditanami, dan penanggulangan banjir, masing-masing disebutkan oleh satu responden (5,56%). Pengeluaran rumah tangga per bulan dicatat paling banyak pada kisaran Rp1.000.000–2.000.000 (38,89%), diikuti kelompok di bawah Rp1.000.000 dan di atas Rp3.000.000 (masing-masing 27,78%) serta Rp2.000.000–3.000.000 (5,56%). Temuan ini sejalan dengan pernyataan Muchtar *et al.* (2025) bahwa masyarakat sekitar hutan perlu dilibatkan terutama pada penanaman dan pemeliharaan, serta dengan pandangan Sujito dan Yuwono (2026) bahwa pemanfaatan lahan merupakan ruang strategis penguatan pengelolaan sumber daya alam berbasis masyarakat.

Faktor yang Memengaruhi Partisipasi Masyarakat

Seluruh asumsi klasik terpenuhi: residu berdistribusi normal (Kolmogorov-Smirnov, Sig. = 0,200), multikolinearitas tidak ditemukan (*tolerance* = 0,298; VIF = 3,353), dan heteroskedastisitas tidak terjadi (Glejser, Sig. = 0,451 dan 0,533). Persamaan regresi yang diperoleh ialah $Y = 5{,}468 + 0{,}950X_1 + 0{,}180X_2$ (Tabel 4). Partisipasi terbukti dipengaruhi secara positif dan signifikan oleh persepsi masyarakat (t = 2,321; p = 0,035), sedangkan oleh manfaat sosial-ekonomi tidak dipengaruhi secara signifikan (t = 0,594; p = 0,561). Secara simultan, partisipasi dipengaruhi signifikan oleh kedua variabel (F = 13,492; p < 0,001) dan 64,3% variasi partisipasi dijelaskan oleh model ($R^2 = 0{,}643$; R^2 terkoreksi = 0,595).

Tabel 4. Hasil regresi linier berganda pengaruh persepsi dan manfaat sosial-ekonomi terhadap partisipasi masyarakat

Variabel	B	t	Sig.
Konstanta	5,468	–	–
Persepsi masyarakat (X_1)	0,950	2,321	0,035
Manfaat sosial-ekonomi (X_2)	0,180	0,594	0,561

Keterangan: n = 18; R = 0,802; $R^2 = 0{,}643$; R^2 terkoreksi = 0,595; F = 13,492 (Sig. < 0,001). Variabel terikat (Y) = partisipasi masyarakat.

Hasil ini dipandang sebagai indikasi bahwa pemahaman dan penerimaan terhadap rehabilitasi DAS, dan bukan manfaat ekonomi yang dirasakan, dijadikan pendorong utama partisipasi pada tahap ini. Daya jelaskan model tersebut sebanding dengan $R^2 = 0{,}660$ yang dilaporkan oleh Delna *et al*. (2026), yaitu 66,0% efektivitas kelompok tani dijelaskan oleh partisipasi masyarakat. Interpretasi koefisien perlu dilakukan secara hati-hati karena jumlah responden hanya 18 dan korelasi antarpeubah bebas cukup besar (VIF = 3,353), meskipun masih di bawah ambang batas.

Integrasi Dimensi Biofisik dan Sosial

Keberhasilan rehabilitasi DAS di Sub-DAS Lahung ditunjukkan oleh integrasi kedua dimensi, yaitu kelangsungan hidup tanaman (79,23%) dan dukungan sosial (partisipasi 84,31%), tetapi kualitas pertumbuhan belum optimal dicapai, terutama pada kesehatan tanaman (61,28%) dan pada areal ilalang/jangang. Pemeliharaan diidentifikasi sebagai faktor penentu sekaligus titik lemah, sebab selisih antara persentase tumbuh dan persentase kesehatan tercatat 17,95 poin persentase. Dukungan masyarakat tercatat sangat kuat, tetapi keterlibatan terpusat pada persemaian dan regu kerja. Pelibatan masyarakat Dusun Bitan dalam penyiangan,

pengawasan, dan pengendalian kebakaran karenanya dipandang berpotensi memperkuat pemeliharaan, sejalan dengan rekomendasi penguatan pemeliharaan jangka panjang dan agroforestri berbasis masyarakat (Soumena dan Susilowati, 2025).

Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Pengamatan dilakukan satu kali pada tanaman berumur ±1,5 tahun di enam PU, sehingga perbedaan antartipe tutupan lahan belum diuji secara statistik. Faktor keberhasilan diidentifikasi secara deskriptif, dan analisis regresi didasarkan pada 18 responden dari satu dusun. Pemantauan berkelanjutan pada skala petak yang lebih luas disarankan untuk menguji temuan ini.

KESIMPULAN

1. Rehabilitasi DAS pemegang PPKH PT Bharinto Ekatama di Sub-DAS Lahung dinilai berhasil berdasarkan persentase tumbuh rata-rata 79,23%, yang berada di atas ambang 75%, meskipun persentase kesehatan rata-rata baru mencapai 61,28%. Persentase tumbuh tertinggi dicatat pada tutupan semak (87,69%), kesehatan tertinggi pada hutan (73,08%), dan pertumbuhan tinggi terbaik pada ilalang/jangang yang persentase tumbuhnya terendah (66,15%).
2. Kualitas bibit, penyiapan lahan, teknik dan waktu penanaman yang tepat, serta pemeliharaan diidentifikasi sebagai faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penanaman.
3. Persepsi masyarakat dinilai sangat baik (61,11% setuju; 38,89% sangat setuju) dan partisipasi tergolong sangat tinggi (84,31%) dengan manfaat sosial ekonomi berupa kesempatan kerja, upah, dan tambahan pendapatan. Partisipasi dipengaruhi signifikan oleh persepsi ($p = 0,035$), sedangkan oleh manfaat sosial-ekonomi tidak ($p = 0,561$).
4. Pemeliharaan lanjutan (penyiangan, penyulaman, pemupukan, serta pengendalian hama dan penyakit) yang melibatkan masyarakat perlu diprioritaskan, terutama pada areal ilalang/jangang, dan evaluasi keberhasilan perlu dilanjutkan setelah serah terima dari pemegang PPKH kepada pemerintah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Bharinto Ekatama beserta vendor pelaksana rehabilitasi DAS, Pemerintah Desa Bahitom, dan masyarakat Dusun Bitan yang telah memfasilitasi dan mendukung pengumpulan data; kepada Dr. Yosefin Ari Silvianingsih, S.Hut., M.P., Dr. Ir. Vera Amelia, M.Si., dan Dr. Ir. Raden Mas Sukarna, M.Si. atas masukan yang diberikan; serta kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Universitas Palangka Raya.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, E., Mastur, A.K. dan Lestari, Y. (2021) ‘Analisis spasial sebaran lahan kritis di KPHP Unit XII Batanghari Provinsi Jambi’, *Jurnal Belantara*, 4(2), hal. 127-139.

Aldafiana, S. dan Murniyati, A. (2021) ‘Pertumbuhan tinggi dan diameter serta volume tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) umur 10 tahun di Desa Perdana, Kecamatan Kembang Janggut, Kutai Kartanegara’, *Jurnal Eboni*, 3(2), hal. 73-78.

Alfajri, R., Azham, Z. dan Mujahiddin, D.E. (2025) ‘Tingkat pertumbuhan tanaman pada kegiatan rehabilitasi daerah aliran sungai di kawasan Taman Nasional Kutai (studi kasus di Desa Menamang Kanan, Kabupaten Kutai Kartanegara)’, *Jurnal Agroteknologi dan Kehutanan Tropika*, 3(1), hal. 15-28.

Alfayed, M.R., Biantary, M.P. dan Bakrie, I. (2025) ‘Analisis tingkat keberhasilan tanaman rehabilitasi di IPPKH PT Indominco Mandiri Blok 3 Petak 7 pada kawasan Taman Nasional Kutai tahun 2020 (studi kasus di Desa Sangatta Selatan, Kabupaten Kutai Timur)’, *Jurnal Agroteknologi dan Kehutanan Tropika*, 3(1), hal. 29-42.

Azka, M.H. (2026) ‘Forest cover threshold: rekonstruksi kebijakan pengendalian dampak pertambangan di daerah aliran sungai (DAS) Indonesia’, dalam *Proceedings National Conference Sinesia*, 2(1), hal. 102-116.

Badan Informasi Geospasial (2016) *Peta Rupa Bumi Indonesia Kalimantan Tengah skala 1:50.000*.

Delna, Y., Reflis, R., Yurike, Y., Cahyadinata, I. dan Utama, S.P. (2026) ‘Partisipasi masyarakat dalam kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan di hutan lindung’, *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 15(1), hal. 126-131.

Direktorat Jenderal Pengendalian DAS dan Hutan Lindung (2016) *Peraturan Direktur Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Nomor P.8/PDASHL/SET/KUM.1/11/2016 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Fadeliansyah, F., Kadir, S. dan Istikowati, W.T. (2024) ‘Analisis karakteristik masyarakat yang terlibat dalam kegiatan rehabilitasi DAS dan

biaya pembuatan tahun pertama (P0), pemeliharaan tahun pertama (P1) dan pemeliharaan tahun kedua (P2) rehabilitasi DAS Swarangan', *Jurnal Hutan Tropis*, 12(4), hal. 490-499.

Hamidah, R.H., Adhya, I., Deni, Hendrayana, Y., Supartono, T., Herlina, N., Ismail, A.Y. dan Nurlaila, A. (2023) 'Peran masyarakat terhadap rehabilitasi hutan dan lahan studi di Desa Dukuhdalem, Japara, Kuningan', *Logika: Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, 14(2), hal. 122-134.

Hulu, S.A.K., Harefa, W.W., Waruwu, B.K., Waruwu, F.Z.T., Gea, E.S. dan Halawa, A.N.P. (2025) 'Perbedaan pertumbuhan tanaman yang diletakkan di tempat terang dengan tempat gelap', *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(1), hal. 1-7.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2019) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2019 tentang Penanaman dalam Rangka Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021) *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023a) *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 565/Menlhk/Setjen/Pla.0/6/2023 tentang Persetujuan Penggunaan Kawasan Hutan untuk Kegiatan Operasi Produksi Batu Bara dan Sarana Penunjangnya*. Jakarta.

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2023b) *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.11695/Menlhk-PDASRH/KTA/DAS.1/11/2023 tanggal 3 November 2023 tentang Penetapan Lokasi Penanaman dalam Rangka Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai atas Nama PT Bharinto Ekatama di Desa Bahitom, Kabupaten Murung Raya*. Jakarta.

Meidisawarman, R., Nugroho, Y. dan Kissinger, K. (2023) 'Tingkat keberhasilan rehabilitasi di sub-sub DAS Riam Kanan Kabupaten Banjar', *Jurnal Hutan Tropis*, 11(1), hal. 19-25.

Muchtar, A., WWS, M.B., Kadir, A. dan Kultsum, U. (2025) 'Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan tanaman rehabilitasi hutan dan lahan periode 2019-2024 di DAS Saddang', *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 9(2), hal. 223-244.

Narendra, B.H., Siregar, C.A., Dharmawan, I.W.S., Sukmana, A., Pratiwi, Pramono, I.B. *et al*. (2021) 'A review on sustainability of watershed management in Indonesia', *Sustainability*, 13(19), 11125.

Nisa, A.H., Hasna, H. dan Yarni, L. (2023) 'Persepsi', *Koloni*, 2(4), hal. 213-226.

Pemerintah Republik Indonesia (2021) *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan*. Jakarta.

Pratama, Y., Anderson, J. dan Ainin Jaryanti, R. (2026) 'Keberhasilan dan partisipasi masyarakat pada program rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) dalam mendukung memulihkan fungsi ekosistem', *Integrative Perspectives of Social and Science Journal*, 3(4), hal. 1566-1573.

Saad, Z., Mahmud, M. dan Azis, A. (2026) 'Analisis keberhasilan penanaman pada lokasi rehabilitasi DAS di kawasan hutan lindung DAS Remu Kota Sorong', *Wanamukti: Jurnal Penelitian Kehutanan*, 29(1), hal. 37-51.

Soumena, W. dan Susilowati, L.E. (2025) 'Efektivitas rehabilitasi daerah aliran sungai terhadap pemulihan hutan dan daya dukung lahan di Kabupaten Lombok Barat', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 4(3), hal. 959-970.

Sudarmadji, T. dan Hartati, W. (2023) 'Keberhasilan rehabilitasi hutan dan keterpulihan ekosistem lahan pasca tambang batubara', *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 7(1), hal. 1-9.

Sujito, A. dan Yuwono, T. (2026) *Pemberdayaan masyarakat dan kemitraan berkelanjutan: pengalaman dan refleksi bekerja bersama masyarakat di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Blora-Ngawi*. Yogyakarta: UGM Press.

Suprapto, A.E., Rudy, G.S. dan Peran, S.B. (2022) 'Analisis kualitas hidup dan kesehatan tanaman pokok di Desa Rantau Bakula oleh PD. Baramarta Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan', *Jurnal Sylva Scienteae*, 5(6), hal. 868-877.

Yusuf, Y., Yusanto, N., Suyanto dan Kissinger (2023) 'Tingkat keberhasilan kegiatan rehabilitasi daerah aliran sungai (DAS) di PT Borneo Indobara lokasi Desa Artain Kecamatan Aranio Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan

Selatan', *EnviroScienteae*, 19(1). Tersedia di: https://doi.org/10.20527/es.v19i1.15753.

STRATEGI PENGEMBANGAN HUTAN KOTA NYARU MENTENG BERKAH DENGAN FUNGSI KONSERVASI DAN EKOWISATA DI KOTA PALANGKA RAYA

(Development Strategy of Nyaru Menteng Berkah Urban Forest with Conservation and Ecotourism Functions in Palangka Raya City)

Satya Nugraha Fernady[1)], Betrixia Barbara[1)], Sosilawaty[1)], Wilson Daud[1)], Susi Kresnatita[1)], dan Abdul Mukti [1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Urban forests are managed to maintain urban environmental quality while providing ecological, social, and educational benefits. Nyaru Menteng Berkah Urban Forest in Palangka Raya City is designated as a conservation area for peat swamp ecosystems, an environmental education facility, and a nature-based recreation space. In this study, the potential of the urban forest was identified and development strategies that integrate conservation and ecotourism functions were formulated. A mixed-method approach was applied from September to November 2025. The study location was determined purposively, and 15 key informants (managers, related agencies, academics, environmental observers, tourism actors, and local officials) as well as 10 community and visitor respondents were selected. Data were collected through observation, interviews, questionnaires, literature review, and documentation, and were analyzed using descriptive analysis, Internal Factor Evaluation (IFE), External Factor Evaluation (EFE), the Internal–External (IE) matrix, SWOT, and the Quantitative Strategic Planning Matrix (QSPM). The strength and weakness scores were 3.156 and 2.997 (internal position index = 0.159), whereas the opportunity and threat scores were 3.543 and 3.000 (external position index = 0.543). The area was positioned in Quadrant I, i.e., an aggressive growth strategy. Ten SO strategies were formulated and ranked by QSPM. Conservation-based educational ecotourism on peat swamp (total attractiveness score = 6.117) was ranked first, followed by community-based ecotourism (5.567) and digital promotion (5.487). It was concluded that conservation and ecotourism functions need to be developed as mutually supportive functions through educational ecotourism, community participation, and multi-stakeholder collaboration.

Keywords: conservation; ecotourism; QSPM; SWOT analysis; urban forest

ABSTRAK

Hutan kota dikelola untuk menjaga kualitas lingkungan perkotaan sekaligus menyediakan manfaat ekologis, sosial, dan edukatif bagi masyarakat. Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah di Kota Palangka Raya diperuntukkan sebagai kawasan konservasi ekosistem rawa gambut, sarana pendidikan lingkungan, dan ruang rekreasi berbasis alam. Potensi kawasan tersebut diidentifikasi dan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata dirumuskan pada penelitian ini. Metode campuran diterapkan pada September sampai November 2025. Lokasi ditentukan secara purposif, dan 15 informan kunci (pengelola, instansi terkait, akademisi, pemerhati lingkungan, pelaku wisata, dan aparat setempat) serta 10 responden masyarakat dan pengunjung dipilih. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, kuesioner, studi pustaka, dan dokumentasi, kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif, *Internal Factor Evaluation* (IFE), *External Factor Evaluation* (EFE), matriks Internal–Eksternal (IE), SWOT, dan *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Skor kekuatan dan kelemahan masing-masing 3,156 dan 2,997 (indeks posisi internal 0,159), sedangkan skor peluang dan ancaman masing-masing 3,543 dan 3,000 (indeks posisi eksternal 0,543). Posisi kawasan ditempatkan pada Kuadran I, yaitu strategi pertumbuhan agresif. Sepuluh strategi SO dirumuskan dan diurutkan melalui QSPM. Ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (skor daya tarik total = 6,117) diprioritaskan pertama, diikuti model ekowisata berbasis

masyarakat (5,567) dan promosi digital (5,487). Fungsi konservasi dan ekowisata disimpulkan perlu dikembangkan secara saling mendukung melalui ekowisata edukatif, partisipasi masyarakat, dan kolaborasi multipihak.

Kata kunci: ekowisata; hutan kota; konservasi; QSPM; SWOT

PENDAHULUAN

Hutan kota didefinisikan sebagai hamparan lahan yang ditumbuhi pepohonan secara kompak dan rapat di dalam atau di pinggiran wilayah perkotaan, serta ditetapkan oleh pejabat yang berwenang sebagai hutan kota (Pemerintah Republik Indonesia, 2002). Fungsi ekologis, sosial, dan estetika dijalankan oleh hutan kota, antara lain penyerapan karbon dioksida, pengaturan tata air, pelestarian keanekaragaman hayati, dan penyediaan ruang rekreasi (Konijnendijk *et al*., 2005; Salbitano *et al*., 2016). Penyelenggaraan hutan kota diatur pula oleh Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.71/Menhut-II/2009 (Kementerian Kehutanan, 2009).

Cadangan karbon yang sangat besar disimpan oleh ekosistem rawa gambut tropis, tetapi ekosistem ini mudah terdegradasi oleh pengeringan dan kebakaran (Page *et al*., 2011). Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah ditetapkan oleh Gubernur Kalimantan Tengah pada 2 Januari 2023 pada Areal Penggunaan Lain (APL) di Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, dengan luas ±100 ha (Gubernur Kalimantan Tengah, 2023). Sebanyak 35 jenis flora dengan dominasi famili Dipterocarpaceae dan 45 spesies fauna dicatat pada kawasan yang sebelumnya dikenal sebagai Arboretum Nyaru Menteng ini, termasuk owa (*Hylobates abbotti*) dan bekantan (*Nasalis larvatus*) yang berstatus *Endangered* (Yulianto *et al*., 2023). Sebanyak 25 jenis pohon sarang dan pakan orang utan (*Pongo pygmaeus*) juga telah diidentifikasi di arboretum tersebut (Fauzi *et al*., 2017). Empat tujuan pembangunan kawasan ditetapkan oleh pengelola, yaitu mempertahankan tutupan lahan beserta fungsinya sebagai daya dukung lingkungan perkotaan, menyediakan sarana edukasi hutan rawa dan rawa gambut, mengembangkan ekowisata bagi masyarakat Kalimantan Tengah, dan menyediakan lokasi penelitian bagi mahasiswa.

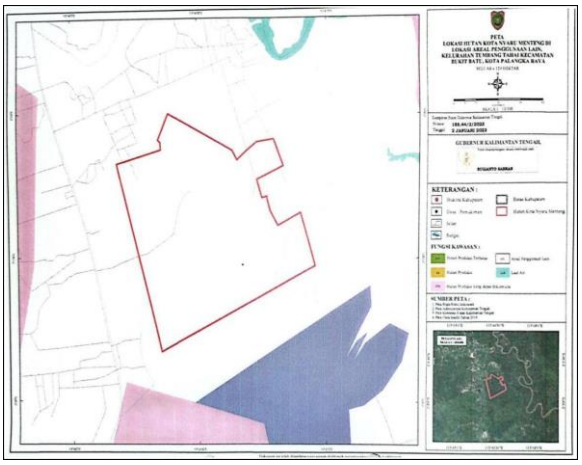
Dilema antara pemanfaatan dan perlindungan kawasan ditimbulkan oleh peningkatan kunjungan wisata. Manfaat konservasi tidak otomatis dijamin oleh ekowisata berbasis masyarakat, sehingga perencanaannya harus dilakukan secara hati-hati (Kiss, 2004). Pada lahan gambut Kalimantan Tengah, dukungan masyarakat terhadap ekowisata dipengaruhi oleh dampak ekonomi dan sosial yang dirasakan (Fernando *et al*., 2025), sedangkan pendapatan ekowisata yang masih rendah dikeluhkan oleh masyarakat di sekitar Taman Nasional Sebangau (Meilani *et al*., 2019). Strategi ekowisata Taman Nasional Sebangau telah dirumuskan melalui *Analytic Network Process*, dan penyediaan infrastruktur dihasilkan sebagai solusi utama, sedangkan kerja sama pemangku kepentingan serta promosi dihasilkan sebagai strategi utama (Setyadi *et al*., 2012).

Kajian pada Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah sejauh ini difokuskan pada aspek biologi, yaitu vegetasi, fauna, dan pohon pakan orang utan (Fauzi *et al*., 2017; Yulianto *et al*., 2023), sedangkan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata belum ditemukan pada penelusuran pustaka yang dilakukan penulis. Analisis SWOT dipilih karena faktor internal dan eksternal dipadukan menjadi alternatif strategi (Rangkuti, 2016), dan prioritas strategi ditentukan secara kuantitatif melalui *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM) (David dan David, 2017). Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi potensi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah, menganalisis faktor internal dan eksternal pengembangannya, serta merumuskan dan memprioritaskan strategi pengembangan yang memadukan fungsi konservasi dan ekowisata.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Lokasi, dan Alat

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu September sampai November 2025, di Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah, Jalan Tjilik Riwut Km 28, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1). Lokasi penelitian ditentukan secara purposif. Kamera digital, *Global Positioning System* (GPS), alat perekam, alat tulis, dan formulir kuesioner digunakan sebagai alat penelitian, sedangkan data diolah menggunakan Microsoft Office.



Gambar 1. Peta lokasi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah pada Areal Penggunaan Lain (Sumber: lampiran Keputusan Gubernur Kalimantan Tengah Nomor 188.44/2/2023)

Desain Penelitian dan Responden

Metode campuran (*mixed method*) diterapkan dengan menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (Sugiyono, 2017). Kondisi kawasan dan faktor pengembangan dikaji secara kualitatif, sedangkan faktor internal dan eksternal dinilai secara kuantitatif melalui matriks *Internal Factor Evaluation* (IFE) dan *External Factor Evaluation* (EFE). Informan kunci dipilih secara purposif sebanyak 15 orang (Tabel 1). Responden pengunjung dipilih secara insidental dan responden masyarakat sekitar ditentukan menggunakan rumus Slovin, sehingga jumlah responden masyarakat dan pengunjung ditetapkan sebanyak 10 orang.

Tabel 1. Kategori dan jumlah informan kunci

Kategori	Instansi/latar belakang	n
Pengelola	Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah/UPT Hutan Kota Nyaru Menteng	4
Instansi terkait	Dinas Pariwisata	1
Akademisi/peneliti	Perguruan tinggi (Universitas Palangka Raya dan lainnya)	1
Pemerhati lingkungan	Organisasi konservasi (WWF, Yayasan BOSF)	3
Pelaku wisata/komunitas lokal	Pengelola usaha wisata, pemandu lokal, tokoh masyarakat	4
Camat Bukit Batu	Pemerintah kecamatan	1
Lurah Tumbang Tahai	Pemerintah kelurahan	1
Jumlah		**15**

Keterangan: n = jumlah informan (orang).

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, kuesioner, studi pustaka, dan dokumentasi. Instrumen kuesioner disusun dari 42 pernyataan, yaitu 12 kekuatan, 13 kelemahan, 9 peluang, dan 8 ancaman, yang dirumuskan berdasarkan teori konservasi ekologi, *community-based conservation* (CBC), dan konsep ekowisata 4A (*attraction*, *accessibility*, *amenities*, dan *ancillary services*). Setiap pernyataan dinilai menggunakan skala Likert 1 sampai 4 (sangat tidak setuju sampai sangat setuju). Data sekunder diperoleh dari dokumen dan catatan pengelola.

Analisis Data

Potensi kawasan dianalisis secara deskriptif pada lima aspek, yaitu ekologis dan konservasi, edukatif dan penelitian, ekowisata, kelembagaan dan kolaborasi, serta sosial-ekonomi masyarakat. Bobot setiap faktor ditetapkan berdasarkan tingkat kepentingan relatifnya dari hasil kuesioner dan pertimbangan pakar, sedangkan rating diberikan pada skala 1 sampai 4 (Rangkuti, 2016; David dan David, 2017). Skor dihitung menggunakan Persamaan 1, dan indeks posisi dihitung sebagai selisih skor kekuatan dan kelemahan (sumbu X) serta selisih skor peluang dan ancaman (sumbu Y).

$$\text{Skor} = \text{Bobot} \times \text{Rating} \quad (1)$$

Posisi kawasan dipetakan pada matriks Internal–Eksternal (IE) berbentuk diagram kuadran, yaitu kuadran I (strategi agresif), kuadran II (diversifikasi), kuadran III (*turn around*), dan kuadran IV (defensif). Alternatif strategi dirumuskan melalui matriks SWOT (strategi SO, WO, ST, dan WT), kemudian diprioritaskan menggunakan QSPM. *Total Attractiveness Score* (TAS) dihitung menggunakan Persamaan 2 dengan *Attractiveness Score* (AS) 1 (tidak menarik) sampai 4 (sangat menarik), dan strategi dengan TAS tertinggi diprioritaskan (David dan David, 2017).

$$\text{TAS} = \Sigma\,(\text{Bobot} \times \text{AS}) \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah

Potensi dan keterbatasan utama kawasan pada lima aspek diringkas pada Tabel 2.

Potensi ekologis kawasan tergolong tinggi untuk ukuran hutan kota karena ekosistem rawa gambut, regenerasi alami, dan satwa terancam punah dipertahankan pada lahan yang berdekatan dengan permukiman. Regenerasi alami ditunjukkan oleh kerapatan semai 6.170 individu/ha, pancang 1.472 individu/ha, tiang 330 individu/ha, dan pohon 224 individu/ha,

dengan struktur tegakan berbentuk J terbalik (Yulianto *et al*., 2023). Meskipun demikian, tekanan antropogenik ditunjukkan oleh catatan pengelola, yaitu kebakaran kecil akibat pembakaran sampah atau puntung rokok pengunjung dan invasi spesies asing pada area terbuka. Pelemahan fungsi konservasi oleh aktivitas ekowisata yang tidak dikendalikan diindikasikan oleh penurunan perjumpaan satwa pada zona yang dekat dengan jalur wisata. Oleh karena itu, pengaturan zonasi dan kapasitas kunjungan perlu dilakukan sebelum pengembangan ekowisata dipercepat.

Potensi edukatif dan ekowisata dibentuk oleh daya tarik alam, edukasi konservasi satwa, dan budaya, yang dilengkapi oleh upacara adat penyambutan pengunjung pada kegiatan lingkungan. Pasar ekowisata edukatif dinilai besar karena kunjungan didominasi oleh pelajar (45%) dan 45% pengunjung datang untuk kegiatan edukatif dan penelitian. Pemanfaatan potensi tersebut dibatasi oleh keterbatasan fasilitas dan kelembagaan. Perbaikan fasilitas yang mendesak diproses secara lambat karena keputusan strategis harus disetujui oleh dinas induk, dan proyek infrastruktur besar bergantung pada hibah atau bantuan eksternal karena skema pembiayaan jangka panjang belum tersedia.

Tabel 2. Potensi dan keterbatasan Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah

Aspek	Potensi	Keterbatasan
Ekologis dan konservasi	Ekosistem hutan rawa gambut dengan 35 jenis flora (dominasi Dipterocarpaceae; H′ 2,30–2,74) dan 45 spesies fauna (6 mamalia, 25 burung, 7 herpetofauna, 7 serangga); owa dan bekantan berstatus *Endangered*	Tiga kebakaran kecil (<1 ha) pada 2020–2024; invasi *Chromolaena odorata* dan *Mimosa pigra* pada ±1,5 ha; penurunan perjumpaan owa dan rangkong rata-rata 22% dalam dua tahun di zona utara
Edukatif dan penelitian	Jalur interpretasi (*boardwalk*) ±1,3 km, pusat informasi, dan papan interpretasi; penelitian rutin (inventarisasi flora–fauna, kamera jebak, titik pengamatan burung) oleh peneliti lokal dan mahasiswa	Laboratorium lapangan belum tersedia; basis data biodiversitas terfragmentasi; ruang kelas dan alat peraga terbatas
Ekowisata	±65.800 pengunjung per tahun (pelajar 45%, wisatawan lokal 35%, peneliti dan mahasiswa 10%, wisatawan luar daerah 10%); jarak 28 km dari pusat kota (35–60 menit) dengan 85% jalur beraspal; 7 toilet, 11 gazebo, 3 warung, dan parkir 50 kendaraan	Hanya dua trayek angkutan kota dengan frekuensi rendah (kendaraan pribadi digunakan oleh 62% responden); promosi masih sederhana; 25 pemandu belum bersertifikat
Kelembagaan dan kolaborasi	Pengelolaan oleh unit pelaksana teknis di bawah Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah dengan 6 personel tetap, 12 tenaga kontrak/harian, dan Pokdarwis ±25 anggota; mitra: BKSDA, perguruan tinggi, dan LSM lingkungan	Anggaran operasional rutin ±Rp3 juta per bulan; 4 kegiatan kolaboratif dalam 14 bulan terakhir dengan hubungan kerja informal; perizinan penelitian berbelit; insentif bagi komunitas belum ada
Sosial-ekonomi	15 usaha mikro (warung, jasa pemanduan, penyewaan peralatan) di sekitar kawasan; partisipasi masyarakat melalui Pokdarwis	Pendapatan bruto rata-rata Rp1,8–2,6 juta per bulan dan berfluktuasi menurut musim kunjungan; usaha masih berskala mikro dan belum terstruktur

Keterangan: H′ = indeks keanekaragaman Shannon–Wiener. Data flora dan fauna bersumber dari Yulianto *et al*. (2023), sedangkan data lainnya diperoleh dari observasi, wawancara, dan dokumen pengelola.

Faktor Internal dan Eksternal

Faktor strategis internal dan eksternal beserta skornya disajikan pada Tabel 3.

Skor total kekuatan sebesar 3,156 dan skor total kelemahan sebesar 2,997 diperoleh dari analisis IFE. Kekuatan dengan skor tertinggi adalah kemudahan akses dari pusat kota (S5; 0,336), yang diikuti oleh keterlibatan instansi pemerintah dan lembaga pendidikan (S7; 0,288) serta dukungan kelembagaan Dinas Kehutanan dan jejaring konservasi (S12; 0,282). Kelemahan dengan skor tertinggi adalah belum kuatnya integrasi antara fungsi konservasi, penelitian, dan ekowisata (W12; 0,255), disusul keterbatasan kapasitas sumber daya manusia pengelola (W8; 0,249) dan kurangnya fasilitas keamanan dan mitigasi bencana (W13; 0,249). Pengelolaan kawasan ditunjukkan oleh kelemahan tersebut masih dijalankan secara sektoral, sehingga fungsi laboratorium alam dan destinasi ekowisata belum dimanfaatkan secara maksimal. Hambatan infrastruktur dan kerja sama pemangku kepentingan juga dilaporkan pada kawasan konservasi lain di Kalimantan Tengah (Setyadi *et al*., 2012).

Skor total peluang sebesar 3,543 dan skor total ancaman sebesar 3,000 diperoleh dari

analisis EFE. Peluang dengan skor tertinggi adalah dukungan program pemerintah terhadap pengembangan ekowisata berkelanjutan (O3; 0,480), yang diikuti oleh potensi kerja sama dengan universitas (O1; 0,444) dan peluang menjadi ikon ekowisata berbasis konservasi di Kalimantan Tengah (O7; 0,444). Ancaman dengan skor tertinggi adalah ketergantungan pada dana pemerintah (T3; 0,417), disusul pencemaran dan gangguan aktivitas manusia (T4; 0,405) serta dampak perubahan iklim terhadap ekosistem rawa (T8; 0,393). Ancaman pendanaan diperkuat oleh anggaran operasional rutin yang hanya ±Rp3 juta per bulan (Tabel 2), sehingga sumber pendanaan alternatif melalui kemitraan, lembaga donor, dan ekowisata berbasis masyarakat perlu dikembangkan. Manfaat konservasi dari ekowisata berbasis masyarakat, bagaimanapun, tidak otomatis dijamin (Kiss, 2004).

Tabel 3. Faktor strategis internal (IFE) dan eksternal (EFE) beserta skornya

Kode	Kekuatan (S)	Skor	Kode	Kelemahan (W)	Skor
S1	Keanekaragaman hayati khas rawa gambut terjaga	0,246	W1	Fasilitas wisata terbatas dan kurang terpelihara	0,213
S2	Hutan alami sebagai laboratorium alam	0,225	W2	Promosi dan publikasi belum optimal	0,210
S3	Dukungan masyarakat terhadap konservasi	0,237	W3	Partisipasi masyarakat belum merata	0,204
S4	Daya tarik ekowisata berbasis edukasi lingkungan	0,246	W4	SDM yang memahami konservasi gambut terbatas	0,222
S5	Akses mudah dari pusat kota	0,336	W5	Monitoring ekologis belum berkelanjutan	0,240
S6	Fasilitas dasar (jalan setapak, papan informasi, gazebo)	0,252	W6	Pengawasan aktivitas manusia terbatas	0,225
S7	Keterlibatan instansi pemerintah dan lembaga pendidikan	0,288	W7	Fasilitas edukasi dan penelitian minim	0,234
S8	Destinasi wisata Tangkiling sebagai daya tarik	0,237	W8	Kapasitas SDM pengelola terbatas	0,249
S9	Vegetasi dan tutupan lahan masih baik	0,267	W9	Keterlibatan masyarakat sporadis	0,225
S10	Lokasi strategis untuk pendidikan dan penelitian	0,273	W10	Pelatihan rutin belum tersedia	0,231
S11	Peran sosial-ekologis bagi masyarakat sekitar	0,267	W11	Evaluasi dampak wisata belum ada	0,240
S12	Dukungan kelembagaan Dinas Kehutanan dan jejaring konservasi	0,282	W12	Integrasi konservasi, penelitian, dan ekowisata lemah	0,255
			W13	Fasilitas keamanan dan mitigasi bencana kurang	0,249
	Skor total kekuatan	**3,156**		**Skor total kelemahan**	**2,997**
Kode	**Peluang (O)**	**Skor**	**Kode**	**Ancaman (T)**	**Skor**
O1	Kerja sama dengan universitas	0,444	T1	Alih fungsi lahan di sekitar kawasan	0,333
O2	Tren wisata alam dan edukasi meningkat	0,408	T2	Risiko kebakaran hutan dan lahan	0,357
O3	Dukungan program pemerintah untuk ekowisata	0,480	T3	Ketergantungan pada dana pemerintah	0,417
O4	Kolaborasi dengan lembaga donor atau LSM	0,306	T4	Pencemaran dan gangguan aktivitas manusia	0,405
O5	Kesadaran publik terhadap rawa gambut meningkat	0,408	T5	Persaingan dengan destinasi wisata buatan	0,345
O6	Teknologi digital dan media sosial	0,360	T6	Pembukaan lahan dan penebangan liar	0,369
O7	Peluang menjadi ikon ekowisata konservasi	0,444	T7	Vandalisme, perburuan, dan pengambilan ilegal	0,381
O8	Paket wisata edukatif	0,351	T8	Perubahan iklim terhadap ekosistem rawa	0,393
O9	Ekowisata berbasis masyarakat	0,342			
	Skor total peluang	**3,543**		**Skor total ancaman**	**3,000**

Keterangan: skor = bobot × rating. Rating 4 diberikan pada S5, O1, O2, O3, O5, dan O7, sedangkan rating 3 diberikan pada faktor lainnya. SDM = sumber daya manusia.

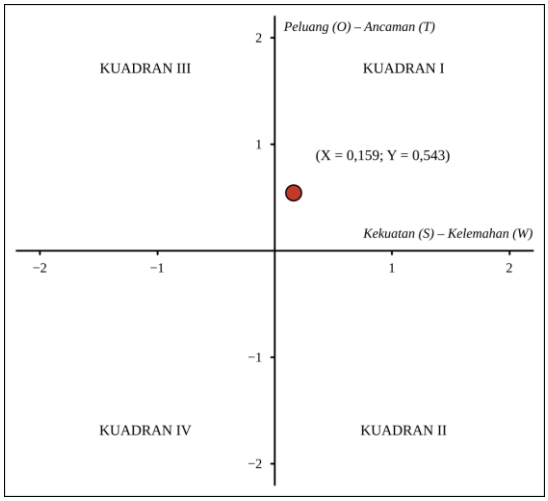
Posisi Strategis Kawasan

Indeks posisi internal sebesar 0,159 (3,156 − 2,997) dan indeks posisi eksternal sebesar 0,543 (3,543 − 3,000) diperoleh dari Tabel 4. Titik koordinat (0,159; 0,543) ditempatkan pada Kuadran I (Gambar 2), sehingga strategi pertumbuhan agresif (*growth and build*)

direkomendasikan. Pemanfaatan kekuatan internal untuk menangkap peluang eksternal ditunjukkan oleh posisi tersebut. Keunggulan internal yang belum besar ditunjukkan oleh indeks internal yang kecil, sehingga kelemahan pada integrasi fungsi, kapasitas sumber daya manusia, dan mitigasi bencana tetap harus diperbaiki bersamaan dengan pelaksanaan strategi SO.

Tabel 4. Skor dan indeks posisi faktor internal dan eksternal

Komponen	Skor	Indeks posisi
Kekuatan (S)	3,156	
Kelemahan (W)	2,997	
Faktor internal (X = S − W)		**0,159**
Peluang (O)	3,543	
Ancaman (T)	3,000	
Faktor eksternal (Y = O − T)		**0,543**



Gambar 2. Posisi strategi pengembangan Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah pada diagram kuadran matriks IE

Alternatif dan Prioritas Strategi

Sepuluh alternatif strategi SO dirumuskan melalui pemaduan kekuatan dan peluang, dan urutan prioritasnya ditentukan melalui QSPM (Tabel 5).

Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (SO1) diprioritaskan pertama dengan TAS 6,117 karena keanekaragaman hayati (S1) dan daya tarik edukatif (S4) dipadukan dengan tren wisata alam dan edukasi (O2) serta peluang paket wisata edukatif (O8). Prioritas tersebut sesuai dengan komposisi pengunjung yang didominasi oleh pelajar, tetapi pelaksanaannya harus disertai zonasi dan pembatasan kapasitas kunjungan agar penurunan perjumpaan satwa pada zona wisata tidak berlanjut. Model ekowisata berbasis masyarakat (SO5; 5,567) diprioritaskan kedua karena dukungan masyarakat (S3) dan peluang kolaborasi komunitas (O9) dimanfaatkan, dan keterlibatan masyarakat yang masih sporadis (W9) diharapkan dapat sekaligus dikurangi. Dukungan masyarakat terhadap ekowisata gambut dipengaruhi oleh manfaat ekonomi dan sosial (Fernando *et al*., 2025), dan peningkatan pengetahuan dan keterampilan lokal dibutuhkan untuk keterlibatan yang bermakna (Meilani *et al*., 2019). Karena itu, pelatihan bagi pemandu dan pelaku usaha (W10) perlu dijadikan prasyarat.

Promosi digital dengan merek "*Green Heart of Palangka Raya*" (SO4; 5,487) ditempatkan pada prioritas ketiga karena daya tarik wisata alam (S4), aksesibilitas (S5), dan kemajuan teknologi digital (O6) dimanfaatkan untuk memperkuat citra kawasan sebagai ikon ekowisata (O7). Sistem informasi biodiversitas terintegrasi (SO9; 5,442) dan kolaborasi konservasi dan riset (SO3; 5,199) ditempatkan pada prioritas keempat dan kelima. Kedua strategi tersebut diarahkan pada kelemahan monitoring ekologis (W5) dan basis data yang terfragmentasi (Tabel 2). Strategi penetapan pusat riset dan pendidikan lingkungan perkotaan (SO2; 5,178), kampanye restorasi gambut berbasis pendidikan (SO7; 5,105), dan model hutan kota berkelanjutan (SO10; 5,018) berada pada prioritas menengah dan berfungsi sebagai penguat fungsi riset dan pendidikan dalam jangka panjang.

Strategi yang berkaitan dengan prasarana dan jejaring destinasi, yaitu peningkatan fasilitas ramah lingkungan (SO8; 4,781) dan integrasi jaringan wisata regional (SO6; 4,487), ditempatkan pada prioritas terendah. Produk, partisipasi masyarakat, dan promosi dinilai lebih mendesak daripada penambahan prasarana. Urutan ini berbeda dari Taman Nasional Sebangau, yaitu penyediaan infrastruktur dan aksesibilitas dinyatakan sebagai masalah dan solusi utama (Setyadi *et al*., 2012). Perbedaan tersebut dapat dijelaskan oleh aksesibilitas Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah yang telah baik (S5).

Tabel 5. Alternatif strategi SO dan prioritas penerapannya berdasarkan QSPM

Prioritas	Kode	Strategi	Faktor pendukung	TAS
1	SO1	Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut	S1, S4; O2, O8	6,117
2	SO5	Pengembangan model ekowisata berbasis masyarakat (*Community-Based Ecotourism*)	S3; O9	5,567
3	SO4	Promosi digital berbasis konservasi dengan merek "*Green Heart of Palangka Raya*"	S4, S5; O6, O7	5,487
4	SO9	Pengembangan sistem informasi biodiversitas terintegrasi dan basis data riset kawasan	S2; O1, O6	5,442
5	SO3	Kolaborasi konservasi dan riset bersama pemerintah, universitas, dan LSM	S3, S7, S12; O3, O4	5,199
6	SO2	Penetapan kawasan sebagai pusat riset dan pendidikan lingkungan perkotaan (*Urban Environmental Learning Center*)	S2, S12; O1	5,178
7	SO7	Kampanye restorasi gambut dan konservasi berbasis pendidikan	S7, S10, S11; O5	5,105
8	SO10	Model hutan kota berkelanjutan berbasis konservasi rawa gambut di Kalimantan Tengah	S9, S11; O3, O7	5,018
9	SO8	Peningkatan fasilitas dan infrastruktur wisata ramah lingkungan	S6, S12; O3	4,781
10	SO6	Integrasi kawasan ke jaringan wisata alam regional (Tangkiling)	S8; O7	4,487

Keterangan: TAS = *Total Attractiveness Score*. Kode faktor pendukung dirujuk dari Tabel 3.

Fungsi konservasi dan ekowisata dapat dikembangkan secara saling mendukung apabila ekowisata edukatif dijadikan produk utama, sebagian hasil kunjungan dialokasikan untuk pendanaan dan pengawasan konservasi, dan dampak kunjungan dimonitor secara berkelanjutan (W5, W11). Beberapa keterbatasan perlu diperhatikan. Bobot dan rating dinilai oleh 25 responden dan bersifat subjektif, data dikumpulkan dalam satu periode tiga bulan sehingga variasi musiman belum terwakili, dan hanya strategi SO yang dirumuskan, sedangkan strategi WO, ST, dan WT belum dielaborasi. Daya dukung kawasan dan zonasi ekowisata juga belum dikaji.

KESIMPULAN

1. Potensi kawasan teridentifikasi tinggi pada aspek ekologis dan edukatif, sedang pada aspek sosial-ekonomi, serta perlu diperkuat pada aspek kelembagaan dan infrastruktur.
2. Skor kekuatan sebesar 3,156 dan skor kelemahan sebesar 2,997 diperoleh dari IFE (indeks posisi internal 0,159), sedangkan skor peluang sebesar 3,543 dan skor ancaman sebesar 3,000 diperoleh dari EFE (indeks posisi eksternal 0,543). Posisi kawasan ditempatkan pada Kuadran I (strategi pertumbuhan agresif).
3. Sepuluh strategi SO dirumuskan dan diprioritaskan melalui QSPM. Pengembangan ekowisata edukatif berbasis konservasi rawa gambut (TAS 6,117), model ekowisata berbasis masyarakat (TAS 5,567), dan promosi digital (TAS 5,487) ditempatkan pada tiga prioritas teratas.
4. Pengembangan ekowisata disarankan disertai zonasi, pembatasan kapasitas kunjungan, dan monitoring ekologis berkelanjutan. Daya dukung kawasan serta strategi WO, ST, dan WT disarankan dikaji pada penelitian lanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Palangka Raya; Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah beserta pengelola Hutan Kota Nyaru Menteng Berkah; Kelompok Sadar Wisata "Nyaru Menteng Batuah"; serta seluruh informan kunci dan responden yang telah memfasilitasi dan berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

David, F.R. dan David, F.R. (2017) *Strategic management: a competitive advantage approach, concepts and cases*. Edisi ke-16. Harlow: Pearson Education.

Fauzi, F., Penyang dan Hidayat, N. (2017) 'Identifikasi jenis pohon sarang dan pakan orangutan (*Pongo pygmaeus*) di Arboretum

Nyaru Menteng, Palangka Raya', *Jurnal Hutan Tropika*, 12(2), hal. 51-60.

Fernando, D., Marpaung, F., Eugenie, A., Latuheru, T.G.F. dan Amaliyah, R. (2025) 'Dukungan masyarakat untuk pengembangan ekowisata di lahan gambut Kalimantan Tengah: perspektif ekonomi, sosial, dan lingkungan', *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 26(1), hal. 9-18.

Gubernur Kalimantan Tengah (2023) *Keputusan Gubernur Kalimantan Tengah Nomor 188.44/2/2023 tentang Lokasi Hutan Kota Nyaru Menteng di Lokasi Areal Penggunaan Lain, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah dengan Luas ±100 Hektar*. Palangka Raya: Pemerintah Provinsi Kalimantan Tengah.

Kementerian Kehutanan (2009) *Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.71/Menhut-II/2009 tentang Pedoman Penyelenggaraan Hutan Kota*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Kiss, A. (2004) 'Is community-based ecotourism a good use of biodiversity conservation funds?', *Trends in Ecology and Evolution*, 19(5), hal. 232-237.

Konijnendijk, C.C., Nilsson, K., Randrup, T.B. dan Schipperijn, J. (eds.) (2005) *Urban forests and trees: a reference book*. Berlin: Springer.

Meilani, M.M., Andayani, W., Faida, L.R.W. dan Maryudi, A. (2019) 'Ecotourism in Sebangau National Park: an avenue to enhance local community livelihoods while protecting the ecosystem', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1), 012112.

Page, S.E., Rieley, J.O. dan Banks, C.J. (2011) 'Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool', *Global Change Biology*, 17(2), hal. 798-818.

Pemerintah Republik Indonesia (2002) *Peraturan Pemerintah Nomor 63 Tahun 2002 tentang Hutan Kota*. Jakarta: Sekretariat Negara.

Rangkuti, F. (2016) *Analisis SWOT: teknik membedah kasus bisnis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Salbitano, F., Borelli, S., Conigliaro, M. dan Chen, Y. (2016) *Guidelines on urban and peri-urban forestry*. FAO Forestry Paper No. 178. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Setyadi, I.A., Hartoyo, Maulana, A. dan Muntasib, E.K.S.H. (2012) 'Strategi pengembangan ekowisata di Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah', *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 9(1), hal. 1-12.

Sugiyono (2017) *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Yulianto, S., Arianto, R.A., Setiawan, M.A. dan Yulianti, R. (2023) 'Penilaian keanekaragaman hayati Hutan Kota Nyaru Menteng, Kelurahan Tumbang Tahai, Kecamatan Bukit Batu, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah', *Jurnal Hutan Tropika*, 18(2), hal. 325-340.

PENINGKATAN PEMAHAMAN DAN KESADARAN LINGKUNGAN SISWA MELALUI PROYEK EDUKASI BERBASIS PENGUKURAN STOK KARBON DI SMK NEGERI 2 PANGKALAN BUN

(Improvement of Students' Understanding and Environmental Awareness through a Carbon Stock Measurement Educational Project at SMK Negeri 2 Pangkalan Bun)

Rifana Setya Ningsih[1)], I Nyoman Sudyana[1)], Soaloon Sinaga[1)], Petrus Poerwadi[1)], Vera Amelia[1)], Fengky Adji[1)]

[1)] Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya, Jl. Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah 73111

Kontak person: jpsal@agr.upr.ac.id

ABSTRACT

Environmental education that links scientific measurement with local vegetation is important for climate change mitigation, yet carbon stock measurement is rarely used as a learning project in vocational schools. This study was conducted to describe the implementation of a carbon stock measurement educational project and to analyze changes in understanding of carbon stock concepts and in environmental awareness among Grade XI Agribusiness of Food Crops and Horticulture students at SMK Negeri 2 Pangkalan Bun, Central Kalimantan, Indonesia. An explanatory sequential mixed methods design with a one group pretest posttest component was applied to all 30 students. Understanding (20 multiple choice items, converted to a 0 to 100 scale) and environmental awareness (15 Likert items) were measured before and after the project, while observations and interviews were analyzed thematically. The project was implemented in five stages: conceptual orientation, group formation, field measurement, data processing, and presentation and reflection. Mean understanding increased from 60.50 to 90.33, with a mean normalized gain of 0.7608 (high category), although one student remained in the low category. Mean environmental awareness increased from 47.60 to 63.67 out of 75 (paired t test, $t = 73.24$; $p < 0.001$), with uniform gains of 14 to 18 points among students. Interviews indicated that direct measurement made carbon concepts concrete. Because the design had no control group and relied on self reports, the improvements are interpreted as associated with the project rather than as a proven causal effect.

Keywords: carbon stock; climate change; environmental awareness; project based learning; vocational school

ABSTRAK

Pendidikan lingkungan yang mengaitkan pengukuran ilmiah dengan vegetasi setempat dipandang penting bagi mitigasi perubahan iklim, tetapi pengukuran stok karbon jarang dijadikan proyek pembelajaran di sekolah kejuruan. Penelitian ini ditujukan untuk mendeskripsikan pelaksanaan proyek edukasi berbasis pengukuran stok karbon serta menganalisis perubahan pemahaman konsep stok karbon dan kesadaran lingkungan siswa kelas XI Program Keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH) SMK Negeri 2 Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah. Desain *mixed methods explanatory sequential* dengan komponen *one group pretest posttest* diterapkan pada seluruh 30 siswa. Pemahaman (20 butir pilihan ganda, dikonversi ke skala 0 sampai 100) dan kesadaran lingkungan (15 butir Likert) diukur sebelum dan sesudah proyek, sedangkan hasil observasi dan wawancara dianalisis secara tematik. Proyek dilaksanakan dalam lima tahap, yaitu orientasi konseptual, pembagian kelompok kerja, praktik pengukuran lapangan, pengolahan data, serta presentasi dan refleksi. Rerata pemahaman tercatat meningkat dari 60,50 menjadi 90,33 dengan rerata *Normalized Gain* 0,7608 (kategori tinggi), meskipun satu siswa tetap berada pada kategori rendah. Rerata kesadaran lingkungan meningkat dari 47,60 menjadi 63,67 dari skor maksimum 75 (uji t berpasangan, $t = 73{,}24$; $p < 0{,}001$) dengan kenaikan seragam 14 sampai 18 poin pada setiap siswa. Wawancara menunjukkan bahwa pengukuran langsung menjadikan konsep karbon konkret. Karena desain tidak memiliki kelompok kontrol dan data bersumber dari laporan diri, peningkatan tersebut ditafsirkan berkaitan dengan proyek dan bukan sebagai efek kausal yang terbukti.

Kata kunci: kesadaran lingkungan; pembelajaran berbasis proyek; perubahan iklim; sekolah menengah kejuruan; stok karbon

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dipicu oleh peningkatan konsentrasi karbon dioksida (CO_2) di atmosfer akibat aktivitas manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil dan alih fungsi lahan (IPCC, 2021). Vegetasi berperan sebagai penyerap sekaligus penyimpan karbon, dan stok karbon, yaitu total karbon yang tersimpan dalam biomassa tumbuhan, dipakai sebagai indikator kemampuan ekosistem menyerap CO_2 (Brown, 1997; IPCC, 2019). Pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan memerlukan tenaga pengelola yang memahami konsep tersebut, sehingga pendidikan dipandang sebagai bagian dari upaya mitigasi (UNESCO, 2020).

Pendidikan lingkungan yang efektif tidak hanya difokuskan pada aspek kognitif, tetapi juga pada sikap dan tindakan yang bertanggung jawab (Tilbury, 1995; Hungerford dan Volk, 1990). Pembelajaran berbasis proyek (*project based learning*, PjBL) dikembangkan untuk mengintegrasikan teori dan praktik melalui pengalaman langsung (Thomas, 2000; Krajcik dan Blumenfeld, 2006; Bell, 2010; Larmer *et al.*, 2015), dan tinjauan sistematis menunjukkan bahwa pendekatan yang melibatkan pengalaman nyata termasuk strategi pendidikan iklim yang efektif (Monroe *et al*., 2019). Namun, pengetahuan lingkungan tidak selalu diikuti perilaku yang ramah lingkungan (Kollmuss dan Agyeman, 2002), sehingga pengalaman belajar yang kontekstual diperlukan.

Pengukuran stok karbon pohon dapat dilakukan dengan metode sederhana berbasis diameter batang dan persamaan alometrik (Hairiah dan Rahayu, 2007), dan latihan pengukuran biomassa pohon pada ruang hijau telah dipakai sebagai kegiatan pendidikan keberlanjutan (Ramchunder dan Ziegler, 2021). Pemanfaatannya pada pendidikan vokasi masih terbatas, padahal Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran berbasis proyek dan kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan (Kemendikbudristek, 2022). SMK Negeri 2 Pangkalan Bun memiliki Program Keahlian Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura (ATPH) serta lahan hijau bervegetasi pohon sehingga ditetapkan sebagai lokasi penelitian.

Penelitian ini ditujukan untuk (1) mendeskripsikan proses penerapan proyek edukasi berbasis pengukuran stok karbon; (2) menganalisis perubahan pemahaman siswa terhadap konsep stok karbon dan peran vegetasi dalam penyerapan CO_2; serta (3) mengevaluasi perubahan kesadaran lingkungan siswa setelah proyek dilaksanakan.

BAHAN DAN METODE

Desain, Lokasi, dan Subjek Penelitian

Desain *mixed methods explanatory sequential* diterapkan (Creswell dan Plano Clark, 2018), yaitu data kuantitatif dikumpulkan dengan desain kuasi eksperimen *one group pretest posttest* dan data kualitatif dikumpulkan sesudahnya untuk menjelaskan hasil kuantitatif. Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 2 Pangkalan Bun, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah, mulai November 2025 sampai Februari 2026. Subjek terdiri atas seluruh 30 siswa kelas XI Program Keahlian ATPH (*total sampling*). Informan kualitatif dipilih secara purposif, yaitu empat siswa dengan tingkat keterlibatan berbeda dan satu guru mata pelajaran produktif.

Pelaksanaan Proyek dan Pengukuran Stok Karbon

Proyek dilaksanakan dalam empat pertemuan (4 × 90 menit) dengan lima tahap, yaitu orientasi konseptual, pembagian kelompok kerja, praktik pengukuran lapangan, pengolahan dan analisis data, serta presentasi dan refleksi. Siswa dibagi menjadi kelompok beranggotakan 4 sampai 5 orang, dan setiap kelompok mengukur 3 sampai 5 pohon pada lahan hijau sekolah. Diameter setinggi dada (DBH) dihitung dari keliling batang pada ketinggian 1,3 m, dan tinggi pohon diukur dengan aplikasi klinometer. Biomassa pohon (kg) diestimasi dengan persamaan alometrik Ketterings *et al*. (2001) yang disederhanakan untuk keperluan pembelajaran, yaitu 0,11 × DBH dipangkatkan 2,62 tanpa faktor berat jenis kayu. Kandungan karbon dihitung sebesar 47% dari biomassa (Hairiah dan Rahayu, 2007), dan serapan CO_2 ekuivalen dihitung dengan mengalikan karbon dengan 3,67.

Instrumen dan Pengumpulan Data

Pemahaman konsep diukur dengan tes pilihan ganda 20 butir (skor 0 atau 1 yang dikonversi ke skala 0 sampai 100), dan kesadaran lingkungan diukur dengan kuesioner 15 butir skala Likert 1 sampai 5 pada tiga dimensi (pengetahuan ekologis, sikap pro lingkungan, dan niat perilaku ramah lingkungan; masing masing lima butir) sehingga skor total berkisar 15 sampai 75. Keterlibatan siswa diamati dengan lembar observasi tujuh aspek berskala 1 sampai 5, dan wawancara semi terstruktur dilakukan pada 26 Januari dan 12 Februari 2026.

Validitas isi instrumen ditinjau oleh tiga pakar. Uji coba dilakukan dengan korelasi Pearson ($n = 30$; r tabel = 0,361 pada $\alpha = 5\%$), dan butir dengan r hitung di bawah r tabel direvisi, yaitu

lima butir tes (nomor 4, 5, 7, 8, dan 15) dan empat butir kuesioner (nomor 2, 3, 8, dan 13). Reliabilitas dinyatakan dengan *Cronbach's Alpha*, yaitu 0,874 untuk tes dan 0,821 untuk kuesioner. Untuk mengurangi bias karena peneliti adalah guru di sekolah tersebut, kuesioner diisi tanpa dampak terhadap nilai akademik dan hasil kuantitatif dikonfirmasi melalui triangulasi dengan observasi dan wawancara.

Analisis Data

Normalitas diuji dengan Shapiro Wilk. Peningkatan pemahaman dinyatakan dengan *Normalized Gain* (N-Gain) menurut Hake (1998), dengan skor ideal 100.

$$\text{N-Gain} = (\text{posttest} - \text{pretest}) \div (100 - \text{pretest})$$

Perubahan skor pemahaman dan kesadaran lingkungan diuji dengan uji t berpasangan pada $\alpha = 5\%$, dengan uji peringkat bertanda Wilcoxon sebagai uji sensitivitas karena sebagian data tidak berdistribusi normal. Ukuran efek dinyatakan dengan dz (selisih rerata dibagi simpangan baku selisih). Analisis dilakukan dengan IBM SPSS Statistics. Data kualitatif dianalisis secara tematik (Braun dan Clarke, 2006) melalui pengodean, pengelompokan kategori, dan penyusunan tema, dan keabsahannya dijaga dengan triangulasi sumber dan metode.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Penerapan Proyek

Lima tahap proyek terlaksana sesuai rancangan. Pada tahap orientasi konseptual, materi perubahan iklim, gas rumah kaca, siklus karbon, dan peran vegetasi dalam menyerap CO_2 melalui fotosintesis disampaikan guru, disertai pengenalan metode pengukuran stok karbon dan persamaan alometrik. Siswa dibagi ke dalam enam kelompok beranggotakan empat sampai lima orang dengan peran pengukur, pencatat data, penghitung, dan penyaji. Pada praktik lapangan, DBH dan tinggi pohon diukur, kemudian data diolah menjadi estimasi biomassa, karbon, dan serapan CO_2 ekuivalen dengan bimbingan guru. Hasil pengukuran dipresentasikan dalam diskusi kelas terbuka pada tahap akhir.

Observasi terstruktur menghasilkan rerata skor keterlibatan 4,3 dari skala 5 (Tabel 1). Skor tertinggi dicatat pada kerja sama kelompok (4,6) dan akurasi data pengukuran (4,5), sedangkan skor terendah dicatat pada inisiatif bertanya selama sesi orientasi (3,8). Pola ini menunjukkan bahwa kegiatan praktik lebih menarik keterlibatan siswa daripada penyampaian konsep.

Tabel 1. Hasil observasi keterlibatan siswa selama proyek (skala 1 sampai 5)

Indikator	Skor
Rerata keterlibatan seluruh tahap	4,3
Kerja sama kelompok	4,6
Akurasi data pengukuran	4,5
Inisiatif bertanya pada sesi orientasi	3,8

Keterangan: skor 5 menunjukkan keterlibatan tertinggi.

Perubahan Pemahaman Konsep Stok Karbon

Rerata skor pemahaman meningkat dari 60,50 (simpangan baku 6,34; rentang 50 sampai 70) pada pretest menjadi 90,33 (simpangan baku 8,90; rentang 70 sampai 100) pada posttest, atau bertambah 29,83 poin (Tabel 2 dan Gambar 1). Rerata N-Gain tercatat 0,7608 (simpangan baku 0,209; rentang 0,25 sampai 1,00), yang termasuk kategori tinggi (Hake, 1998) dengan efektivitas 76,08%. Sebanyak 21 siswa (70,0%) berada pada kategori tinggi, 8 siswa (26,7%) pada kategori sedang, dan 1 siswa (3,3%) pada kategori rendah (Tabel 3). Delapan siswa mencapai skor maksimum 100 pada posttest sehingga efek langit langit turut membatasi pengukuran perubahan pada siswa tersebut.

Tabel 2. Statistik deskriptif skor pretest dan posttest (n = 30)

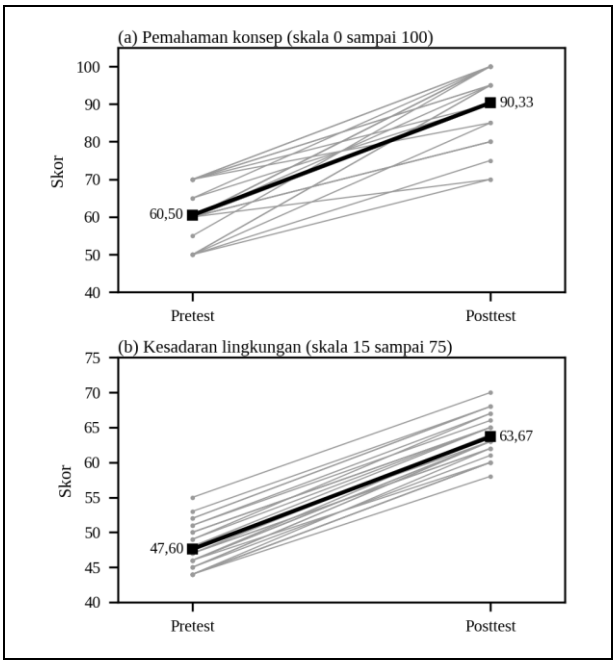
Variabel	Tes	Rerata	SD	Rentang
Pemahaman (0 sampai 100)	Pretest	60,50	6,34	50 sampai 70
	Posttest	90,33	8,90	70 sampai 100
Kesadaran (15 sampai 75)	Pretest	47,60	3,10	44 sampai 55
	Posttest	63,67	2,94	58 sampai 70

Keterangan: SD = simpangan baku.

Tabel 3. Kategori N-Gain pemahaman (Hake, 1998) dan jumlah siswa

N-Gain (g)	Kategori	Efektivitas (%)	Siswa
$g > 0,7$	Tinggi	> 76	21 (70,0%)
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang	56 sampai 75	8 (26,7%)
$g < 0,3$	Rendah	40 sampai 55	1 (3,3%)

Keterangan: rerata N-Gain = 0,7608 (efektivitas 76,08%).



Gambar 1. Perubahan skor setiap siswa (n = 30) dari pretest ke posttest pada pemahaman konsep (a) dan kesadaran lingkungan (b). Garis hitam menunjukkan rerata

Data pemahaman tidak berdistribusi normal (Shapiro Wilk: pretest $p < 0,001$; posttest $p = 0,003$), sedangkan selisih skor berdistribusi normal ($p = 0,220$). Uji t berpasangan menghasilkan $t(29) = 18,06$ ($p < 0,001$; $dz = 3,30$), dan uji Wilcoxon menghasilkan hasil yang sama ($p < 0,001$) (Tabel 4). Peningkatan pemahaman ini sejalan dengan hasil kajian bahwa keterlibatan langsung dalam kegiatan nyata mendukung pembelajaran iklim (Monroe *et al*., 2019) dan dengan prinsip pembelajaran berbasis pengalaman (Kolb, 1984). Peningkatan tersebut tidak dapat dilepaskan dari pengulangan butir tes yang sama pada pretest dan posttest.

Perubahan Kesadaran Lingkungan

Rerata skor kesadaran lingkungan meningkat dari 47,60 (simpangan baku 3,10; rentang 44 sampai 55) menjadi 63,67 (simpangan baku 2,94; rentang 58 sampai 70), atau bertambah 16,07 poin (95% IK: 15,62 sampai 16,52), setara dengan kenaikan dari 63,5% menjadi 84,9% dari skor maksimum (Tabel 2). Uji t berpasangan menghasilkan $t(29) = 73,24$ ($p < 0,001$), dan uji Wilcoxon menghasilkan $p < 0,001$ (Tabel 4). Selisih skor tidak berdistribusi normal (Shapiro Wilk $p = 0,010$) sehingga uji Wilcoxon dipakai sebagai penguat.

Tabel 4. Hasil uji perubahan skor pretest ke posttest (n = 30)

Variabel	Selisih rerata (95% IK)	t (db = 29)	p	dz
Pemahaman	29,83 (26,45 sampai 33,21)	18,06	< 0,001	3,30
Kesadaran	16,07 (15,62 sampai 16,52)	73,24	< 0,001	13,37

Keterangan: uji Wilcoxon $p < 0,001$ untuk kedua variabel; IK = interval kepercayaan.

Kenaikan skor terjadi pada setiap siswa dengan besaran yang seragam, yaitu 14 sampai 18 poin (simpangan baku selisih 1,20), sehingga ukuran efek yang diperoleh sangat besar ($dz = 13,37$). Nilai tersebut jauh melampaui ukuran efek yang lazim pada intervensi pendidikan, dan keseragaman kenaikan perlu dikonfirmasi pada data lain, antara lain karena kuesioner bersifat laporan diri dan peneliti adalah guru di sekolah tersebut, sehingga bias keinginan sosial belum dapat disingkirkan. Selain itu, peningkatan kesadaran dan niat tidak identik dengan perubahan perilaku (Kollmuss dan Agyeman, 2002), dan perilaku nyata tidak diukur dalam penelitian ini.

Temuan Kualitatif

Tiga tema diperoleh dari wawancara dengan empat siswa dan satu guru. Tema pertama adalah pengalaman belajar langsung sebagai pemicu pemahaman, yaitu seluruh siswa yang diwawancarai menyatakan bahwa kegiatan pengukuran di lapangan merupakan pengalaman yang paling berkesan dan membuat konsep stok karbon yang abstrak menjadi konkret. Tema kedua adalah perubahan persepsi terhadap vegetasi sekolah, yaitu pohon yang sebelumnya dipandang semata mata sebagai elemen estetika atau peneduh dipandang kemudian sebagai penyimpan karbon yang berkontribusi mengurangi CO_2 di udara. Tema ketiga adalah perubahan perilaku yang teramati guru, yaitu siswa membersihkan sampah di sekitar pohon tanpa instruksi dan mengajak teman di kelas lain untuk tidak merusak tanaman sekolah. Guru juga menyarankan sesi orientasi dirancang lebih interaktif karena keterlibatan pada sesi tersebut paling rendah. Temuan ini menjelaskan hasil kuantitatif bahwa pemahaman meningkat setelah siswa terlibat langsung dalam pengukuran dan sejalan dengan pandangan bahwa pengalaman yang terstruktur membentuk pemahaman dan sikap (Kolb, 1984; Ramchunder dan Ziegler, 2021).

Keterbatasan Penelitian

Beberapa keterbatasan dicatat. Pertama, desain *one group pretest posttest* tidak memiliki kelompok kontrol sehingga pengaruh waktu,

pengalaman mengikuti tes, dan faktor lain tidak dapat dipisahkan dari pengaruh proyek, dan hasil ditafsirkan sebagai peningkatan yang berkaitan dengan proyek, bukan efek kausal. Kedua, subjek terbatas pada satu kelas (n = 30) dan periode proyek yang singkat sehingga ketahanan perubahan belum diketahui. Ketiga, persamaan alometrik disederhanakan tanpa berat jenis kayu sehingga estimasi karbon bersifat ilustratif untuk pembelajaran dan bukan untuk inventarisasi karbon. Keempat, kuesioner kesadaran lingkungan disusun sendiri sehingga instrumen baku seperti *New Ecological Paradigm* (Dunlap *et al.*, 2000) disarankan untuk penelitian lanjutan, bersama desain kuasi eksperimen berkelompok kontrol dan pengukuran jangka panjang.

KESIMPULAN

1. Proyek edukasi berbasis pengukuran stok karbon dilaksanakan dalam lima tahap yang terstruktur, dengan rerata skor keterlibatan siswa 4,3 dari 5 dan skor tertinggi pada kerja sama kelompok (4,6) serta akurasi data (4,5).
2. Rerata pemahaman konsep stok karbon meningkat dari 60,50 menjadi 90,33 dengan rerata N-Gain 0,7608 (kategori tinggi), meskipun satu siswa tetap berada pada kategori rendah dan delapan siswa mencapai skor maksimum.
3. Rerata kesadaran lingkungan meningkat dari 47,60 menjadi 63,67 ($t = 73{,}24$; $p < 0{,}001$), dengan kenaikan seragam pada setiap siswa. Karena desain tidak memiliki kelompok kontrol dan data bersumber dari laporan diri, peningkatan ditafsirkan berkaitan dengan proyek, dan penelitian lanjutan berkelompok kontrol disarankan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Sekolah dan guru SMK Negeri 2 Pangkalan Bun serta seluruh siswa kelas XI ATPH yang telah berpartisipasi dalam penelitian, dan kepada Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Palangka Raya yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bell, S. (2010) ‘Project based learning for the 21st century: skills for the future’, *The Clearing House*, 83(2), hal. 39-43. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/00098650903505415

Braun, V. dan Clarke, V. (2006) ‘Using thematic analysis in psychology’, *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), hal. 77-101. Tersedia di: https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Brown, S. (1997) *Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer*. FAO Forestry Paper 134. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Creswell, J.W. dan Plano Clark, V.L. (2018) *Designing and conducting mixed methods research*. 3rd edn. Thousand Oaks: SAGE Publications.

Dunlap, R.E., Van Liere, K.D., Mertig, A.G. dan Jones, R.E. (2000) ‘Measuring endorsement of the New Ecological Paradigm: a revised NEP scale’, *Journal of Social Issues*, 56(3), hal. 425-442. Tersedia di: https://doi.org/10.1111/0022-4537.00176

Hairiah, K. dan Rahayu, S. (2007) *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia.

Hake, R.R. (1998) ‘Interactive engagement versus traditional methods: a six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses’, *American Journal of Physics*, 66(1), hal. 64-74. Tersedia di: https://doi.org/10.1119/1.18809

Hungerford, H.R. dan Volk, T.L. (1990) ‘Changing learner behavior through environmental education’, *The Journal of Environmental Education*, 21(3), hal. 8-21. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/00958964.1990.10753743

IPCC (2019) *2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2021) *Climate change 2021: the physical science basis*. Cambridge: Cambridge University Press. Tersedia di: https://doi.org/10.1017/9781009157896

Kemendikbudristek (2022) *Panduan pengembangan Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Ketterings, Q.M., Coe, R., van Noordwijk, M., Ambagau, Y. dan Palm, C.A. (2001) ‘Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above ground tree biomass in mixed secondary forests’, *Forest Ecology and Management*, 146(1-3), hal. 199-209. Tersedia di:

https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6

Kolb, D.A. (1984) *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Kollmuss, A. dan Agyeman, J. (2002) 'Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro environmental behavior?', *Environmental Education Research*, 8(3), hal. 239-260. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/13504620220145401

Krajcik, J.S. dan Blumenfeld, P.C. (2006) 'Project based learning', dalam Sawyer, R.K. (ed.) *The Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, hal. 317-334.

Larmer, J., Mergendoller, J.R. dan Boss, S. (2015) *Setting the standard for project based learning*. Alexandria: ASCD.

Monroe, M.C., Plate, R.R., Oxarart, A., Bowers, A. dan Chaves, W.A. (2019) 'Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research', *Environmental Education Research*, 25(6), hal. 791-812. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842

Ramchunder, S.J. dan Ziegler, A.D. (2021) 'Promoting sustainability education through hands on approaches: a tree carbon sequestration exercise in a Singapore green space', *Sustainability Science*, 16, hal. 1045-1059. Tersedia di: https://doi.org/10.1007/s11625-020-00897-5

Thomas, J.W. (2000) *A review of research on project based learning*. San Rafael: Autodesk Foundation.

Tilbury, D. (1995) 'Environmental education for sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s', *Environmental Education Research*, 1(2), hal. 195-212. Tersedia di: https://doi.org/10.1080/1350462950010206

UNESCO (2020) *Education for sustainable development: a roadmap*. Paris: UNESCO Publishing.