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

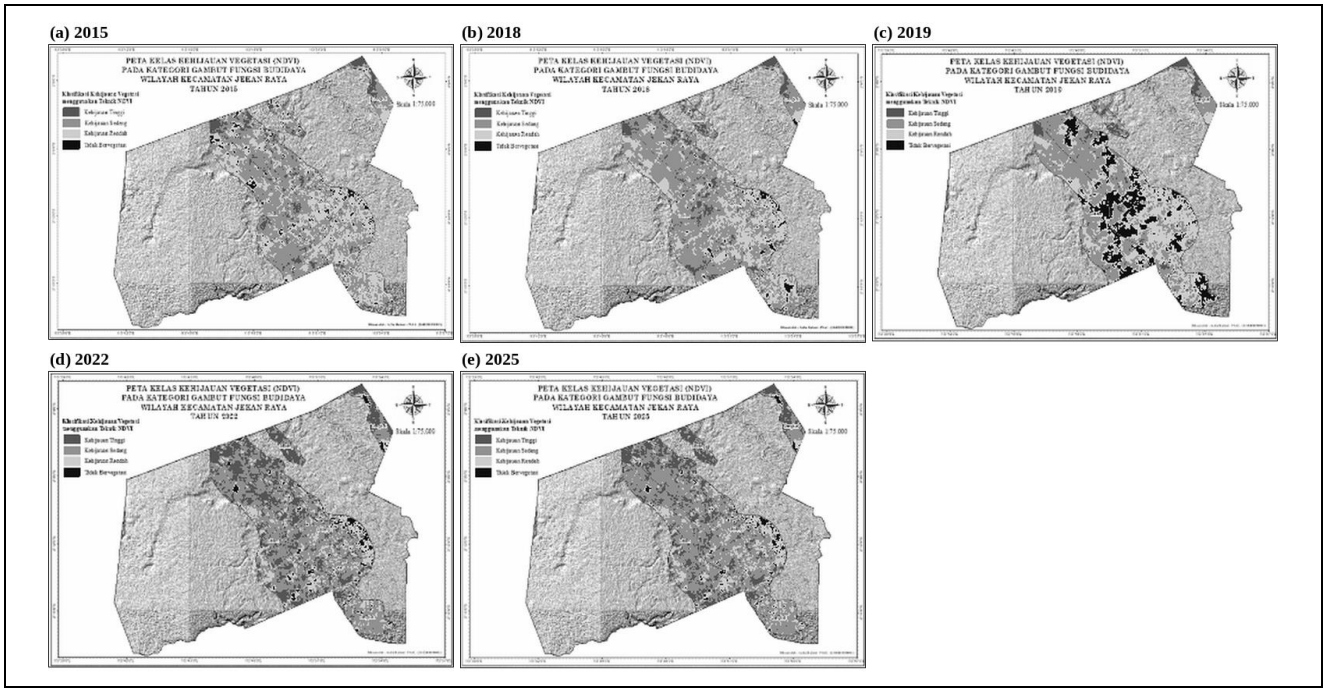
Akurasi klasifikasi. Uji akurasi klasifikasi NDVI menunjukkan *Overall Accuracy* sebesar 91,5% dan koefisien Kappa sebesar 88,00%. Nilai Kappa tersebut termasuk kategori kesepakatan substansial hingga hampir sempurna (*substantial to almost perfect agreement*) menurut kriteria Landis dan Koch (1977), 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

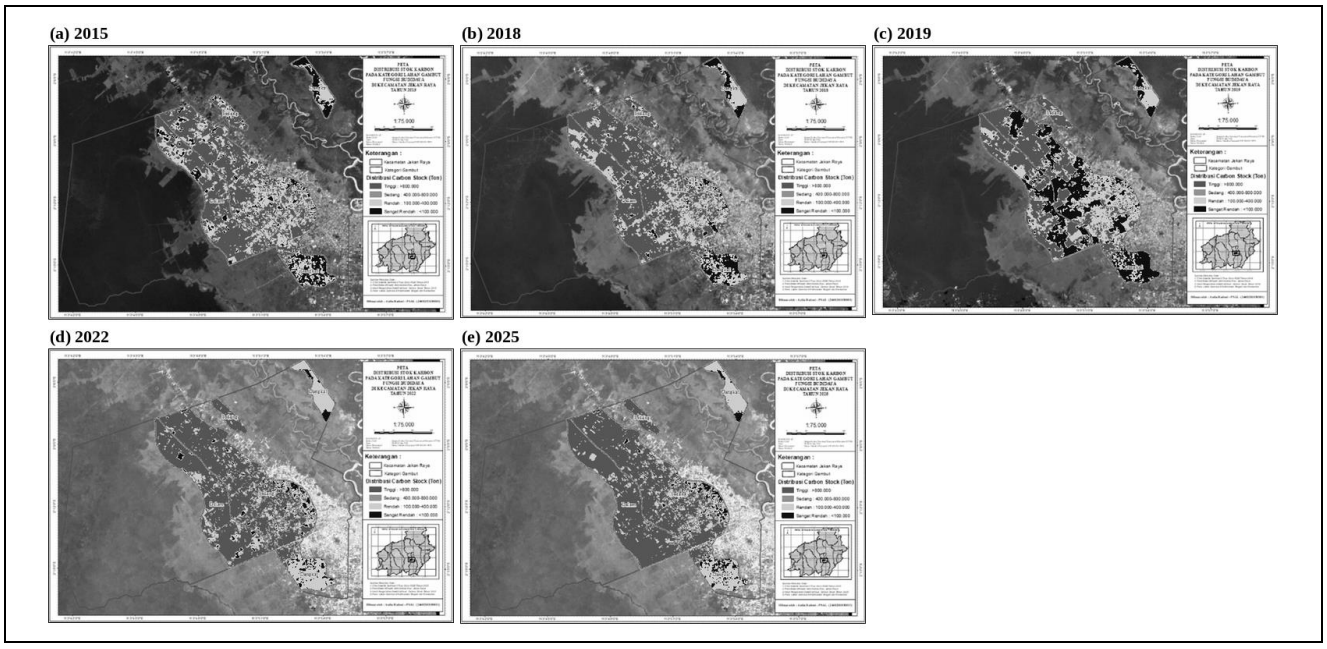
Stok karbon bawah permukaan. Perhitungan stok karbon bawah permukaan berdasarkan data *bulk density* dan ketebalan gambut di lapangan menghasilkan potensi karbon per kategori kedalaman sebesar 101,77 ton C/ha pada gambut dangkal (ketebalan 0,18 m), 302,66 ton C/ha pada gambut sedang (0,54 m), dan 782,63 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

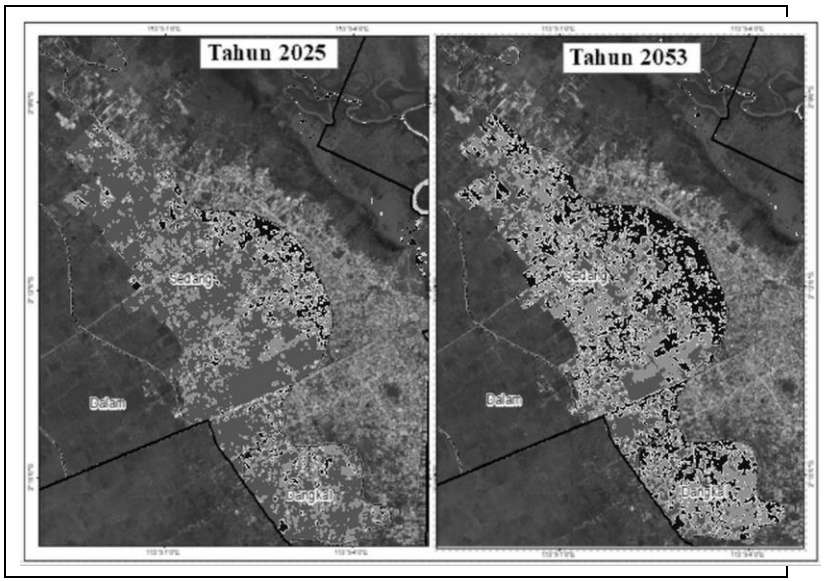
Keterangan: IKK = Indeks Kapasitas Karbon; IRV = Indeks Resiliensi Vegetasi; ITL = Indeks Tekanan Lahan. Sumber: hasil analisis penulis, 2026.

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.