



POTENSI BIOMASSA, KARBON DAN SERAPAN KARBONDIOKSIDA TUMBUHAN BAWAH DI HUTAN RAWA GAMBUT PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

*(Potency of Biomass, Carbon and Carbondioxide Absorption Understorey
in Peat Swamp Forest, Central Kalimantan Province)*

Ajun Junaedi, Christopheros, Moh Rizal, Tioliliani Lubis

*Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya
Jl. Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 73111, Kalimantan Tengah
CP: Ajun Junaedi, email: ajunjunaedi@for.upr.ac.id*

ABSTRACT

*This study aims to identify the species composition and estimate the potency for biomass, carbon and carbondioxide (CO₂) uptake of understorey at a peat depth of 1 - <2 m; 2 - <4 m; 4 - <8 m and 8 - <12 m in Sebangau National Park Central Kalimantan. The results showed that the total number of understorey species found in all peat depths was 21 species. The most common understorey species found were at peat depths of 4 - <8 m, with 13 species. Several understorey species that dominate the entire peat depth are *Pandanus tectorius*, *Pandanus amaryllofolius* and *Stenochlaena palustris*. The potency of understorey biomass, carbon storage and CO₂ absorption in all peat depths ranged from: 1.73 to 2.71 tons/ha; 0.81 - 1.30 tonC/ha and 2.98 - 4.77 tonsCO₂/ha. Understorey that grows at a peat depth of 4 - <8 m has the highest potency for biomass, carbon and CO₂ absorption.*

Keywords: *biomass, carbon, carbondioxide, peat swamp forest, understorey*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki luas lahan gambut terbesar kedua di dunia setelah Brazil dengan luas 22,5 juta ha (Global Wetlands, 2019). Dari luasan tersebut sekitar 2,7 juta ha lahan gambut berada di Kalimantan Tengah. Lahan gambut merupakan

ekosistem lahan basah yang terbentuk akibat adanya akumulasi bahan organik di lantai hutan yang berasal dari reruntuhan vegetasi di atasnya dalam kurung waktu yang lama (Murdiyarso *et al.*, 2004).

Hutan rawa gambut merupakan tipe ekosistem spesifik dan rapuh, jika dilihat berdasarkan habitat lahannya berupa gambut dengan kandungan bahan organik tinggi dengan ketebalan < 0,5 m sampai kedalaman > 20m (Daryono, 2009).

Fungsi dari hutan rawa gambut salah satunya sebagai pengendali iklim yang mampu menyerap, menyimpan dan melepaskan karbon. Murdiyarso, *et. al.* (2017), lahan gambut tropis mampu menyimpan karbon > 4.000 MgC/ha yang merupakan simpanan karbon paling kaya di bumi. Siegert and Jaenicke (2008) dalam Rosalina, *et. al.* (2013), lahan gambut di Indonesia mampu menyimpan karbon sebesar 55-61 Giga ton karbon. Gangguan terhadap ekosistem hutan rawa gambut, seperti: degradasi, deforestasi dan kebakaran hutan memicu sebagai sumber emisi.

Biomass dan karbon tersimpan di ekosistem hutan rawa gambut meliputi: (a) di atas permukaan tanah; (b) di bawah permukaan tanah; (c) serasah daun dan ranting; (d) kayu mati; (e) tanah (Murdiyarso, *et. al.* 2017). Salah satu komponen biomass dan karbon di atas permukaan tanah adalah vegetasi tumbuhan bawah. Tumbuhan bawah merupakan tumbuhan yang tumbuh di lantai hutan seperti herba, semak belukar dan liana (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Soerianegara dan Indrawan (1998), vegetasi tumbuhan bawah merupakan semua vegetasi yang bukan pohon dan tidak dapat tumbuh menjadi tingkat pohon. Variasi potensi simpanan biomassa dan karbon vegetasi dipengaruhi tingkat pertumbuhan, bagian tumbuhan yang diukur dan kondisi lingkungannya. Klasifikasi vegetasi hutan berdasarkan tingkat pertumbuhan terdiri dari tingkat pohon, tiang, pancang, semai dan tumbuhan bawah. Penelitian potensi simpanan biomassa dan karbon vegetasi hutan untuk tingkat pertumbuhan pohon sampai semai sudah banyak dilakukan. Namun untuk untuk vegetasi tumbuhan bawah masih relatif sedikit dilakukan,

mengingat analisis vegetasi yang relatif sulit dan kompleks serta variasi vegetasi yang cukup banyak.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi komposisi jenis dan mengestimasi potensi biomassa, karbon dan serapan karbondioksida tumbuhan bawah pada kedalaman gambut 1 - <2 m; 2 - <4 m; 4 - <8m dan 8 - <12m di Taman Nasional Sebangau Kalimantan Tengah.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di hutan rawa gambut kawasan Punggu Alas Taman Nasional Sebangau yang secara administrasi termasuk wilayah Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah. Waktu pelaksanaan penelitian ± 6 bulan dari bulan Januari-Juni tahun 2018.

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan plot penelitian

Ukuran setiap unit plot yang dibuat 2m x 2m yang ditempatkan di setiap kedalaman gambut (1 - <2 m, 2 - <4 m; 4 - <8m dan 8 - <12m) masing-masing sebanyak 4 unit dengan jarak antar plot 20 m. Penempatan plot di setiap ketebalan gambut dilakukan dengan *systematic sampling*. Jumlah total plot yang dibuat sebanyak 16 unit.

b. Analisis vegetasi

Pelaksanaan analisis vegetasi dilakukan pada plot yang ditempatkan di setiap kedalaman gambut. Data yang dikumpulkan meliputi: nama jenis dan

jumlah individu. Hasil pengambilan data tersebut kemudian diidentifikasi jumlah jenis dan dihitung kerapatan individu serta Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan bawah di setiap kedalaman gambut.

c. Pengukuran simpanan biomassa

Estimasi pengukuran simpanan biomassa tumbuhan bawah menggunakan metode *destruktive* yang mengacu panduan Badan Standarisasi Nasional (2011). Metode ini dilakukan dengan cara mencabut semua tumbuhan bawah di setiap plot dan kedalaman gambut yang kemudian dipisahkan bagian akar, batang dan daun untuk dihitung berat kering oven/biomassa.

d. Pengukuran persen dan simpanan karbon

Pengukuran persen karbon tumbuhan bawah menggunakan Standar Nasional Indonesia 06 3730 (1995) dengan rumus :

$$\text{Persen Karbon} = 100\% - \text{Kadar Zat Terbang (\%)} - \text{Kadar Abu (\%)}$$

Kadar zat terbang dihitung dengan menggunakan rumus standar *American Society For Testing Material* (ASTM D 5832 98, 1990) dan kadar abu dihitung menggunakan rumus standar ASTM D 2866 94 (1990). Sedangkan kadar karbon terikat dihitung dengan rumus :

$$\text{Simpanan Karbon (g)} = \text{Persen Karbon (\%)} \times \text{Biomassa (g)}$$

e. Serapan karbondioksida

Serapan karbondioksida (CO₂) oleh tumbuhan bawah dihitung menggunakan rumus IPCC (2006):

$$\text{Serapan CO}_2 \text{ (g)} = \text{Kadar Karbon (g)} \times 3,67$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis

Identifikasi komposisi jenis tumbuhan bawah di setiap kedalaman gambut dalam penelitian ini meliputi: jumlah jenis yang ditemukan, kerapatan individu dan Indeks Nilai Penting (INP). Data jumlah jenis dan kerapatan tumbuhan bawah, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah jenis dan kerapatan tumbuhan bawah berdasarkan kedalaman gambut

Kedalaman Gambut (m)	Jumlah Jenis yang Ditemukan	Kerapatan (N/ha)
1 - < 2	10	18.750
2 - < 4	7	30.625
4 - < 8	13	61.875
8 - < 12	10	50.625

Jumlah total jenis tumbuhan bawah yang ditemukan di lokasi penelitian sebanyak 21 jenis. Jumlah jenis tersebut lebih sedikit jika dibandingkan dengan hasil penelitian Larasati (2010) di tiga lokasi berbeda di hutan rawa gambut Sebangau Kalimantan Tengah, yaitu: di petak I (Sebangau I) ditemukan 73 jenis, di petak II (petak permanen Sebangau 3) ditemukan 50 jenis dan di petak III (petak permanen Sebangau 8) ditemukan 49 jenis. Sedangkan berdasarkan kedalaman gambut, jumlah jenis tumbuhan bawah

yang ditemukan sangat bervariasi. Tumbuhan bawah paling banyak ditemukan pada kedalaman gambut 4 - <8 m dan paling sedikit pada kedalaman gambut 2 - <4 m (Tabel 1). Nirwani (2010), beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi komposisi keanekaragaman tumbuhan bawah, diantaranya: cahaya, kelembaban, pH tanah, tutupan tajuk dari pohon di sekitarnya, dan tingkat kompetisi dari masing-masing jenis. Beberapa jenis tumbuhan bawah yang sering ditemukan di setiap kedalaman gambut pada penelitian ini adalah *Pandanus helicopus* Kurz ex. Miq., *Epipremnum giganteum*, *Pandanus amaryllofolius* dan *Stenochlaena palustris*.

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kerapatan vegetasi tumbuhan bawah paling tinggi terdapat pada kedalaman gambut 4 - < 8 m (61.875 N/ha) dan paling rendah pada kedalaman gambut 1 - <2 m (18.750 N/ha). Kerapatan vegetasi dipengaruhi oleh jumlah individu yang dapat memberikan gambaran ketersediaan dan potensi vegetasinya. Selain itu, faktor kondisi lingkungan, seperti: cahaya matahari dan naungan berpengaruh terhadap kerapatan tumbuhan bawah (Filter dan Hay, 1998 dalam Setyawan, 2006; Ardiyanto, 2011). Sebagaimana diketahui sinar matahari yang berlimpah dan keterbukaan tajuk akan memicu pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan bawah (Junaedi, 2007).

Untuk mengetahui dominansi jenis-jenis tumbuhan bawah di setiap kedalaman gambut dilihat berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP). Jenis tumbuhan bawah yang memiliki INP paling tinggi menunjukkan jenis tersebut paling dominan dalam suatu komunitas.

Berikut jenis tumbuhan bawah yang memiliki INP paling tinggi di setiap kedalaman gambut, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indeks Nilai Penting Tumbuhan Bawah Tertinggi Berdasarkan Kedalaman Gambut

No	Jenis Tumbuhan Bawah	INP pada Kedalaman Gambut (m)			
		1-<2	2-<4	4-<8	8-<12
1	<i>Pandanus tectorius</i>	56,67%	65,46%		
2	<i>Pandanus amaryllofolius</i>			41,84%	
3	<i>Stenochlaena palustris</i>				71,67%

Jenis tumbuhan bawah yang paling mendominasi di semua kedalaman gambut sebanyak 3 jenis, yaitu: *Pandanus tectorius*, *Pandanus amaryllofolius* dan *Stenochlaena palustris*. Pada kedalaman gambut 1 - < 2 m dan 2 - < 4 m didominasi jenis yang sama, yaitu: *Pandanus tectorius*. *Pandanus tectorius* atau pandan tikar atau pandan merupakan tumbuhan yang dapat tumbuh dengan baik di tanah gambut dengan intensitas cahaya matahari penuh (Sancoyo dan Djuhdi, 2017). Sedangkan pada kedalaman gambut 4 - < 8 m dan 8 - < 12 m masing-masing didominasi *Pandanus amaryllofolius* dan *Stenochlaena palustris*. Jenis *Pandanus tectorius* dan *Pandanus amaryllofolius* termasuk kedalam famili *Pandanaceae*. Larashati (2015), jenis tumbuhan bawah yang tumbuh di hutan rawa gambut Sebangau Kalimantan Tengah didominasi famili *Pandanaceae*. Sedangkan jenis *Stenochlaena palustris* atau kelakai atau pakis merah merupakan jenis yang mendominasi pada kedalaman gambut 8 - < 12 m. Jenis tumbuhan ini banyak

tumbuh di tanah rawa gambut dan termasuk famili *Blechnaceae*.

Simpanan Biomassa dan Karbon

Biomassa merupakan jumlah bahan organik hidup yang dinyatakan dalam berat kering oven per satuan area (Brown, 1997). Estimasi jumlah simpanan biomassa tumbuhan bawah dalam penelitian ini meliputi: biomassa akar, batang dan daun. Hasil analisis potensi simpanan biomassa tumbuhan bawah pada bagian akar, batang dan daun di setiap kedalaman gambut dapat dilihat pada Tabel 3.

Total simpanan biomassa tumbuhan bawah di semua kedalaman gambut sangat bervariasi yaitu: berkisar 1,73 – 2,71 ton/ha dengan rata-rata 2,13 ton/ha (Tabel 2). Hasil penelitian Ariani, *et. al.* (2014) di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu, rata-rata simpanan biomassa tumbuhan bawah berkisar: 0,2684 – 1,1262 ton/ha; Junaedi (2007) di hutan primer dan hutan sekunder berkisar: 0,61 – 0,78 ton/ha; Garsetiasih dan Heriyanto (2007), biomassa tumbuhan bawah di bawah tegakan *Agathis* di Baturaden sebesar

2,1554 ton/ha. Dilihat berdasarkan kedalaman gambut menunjukkan bahwa tumbuhan bawah yang tumbuh pada kedalaman gambut 4 - < 8 m memiliki potensi simpanan biomassa paling tinggi (2,71 ton/ha) dan paling rendah terdapat pada kedalaman gambut 1 - < 2 m (1,73 ton/ha). Sedangkan berdasarkan bagian tumbuhan menunjukkan bahwa bagian batang tumbuhan bawah rata-rata memiliki simpanan biomassa yang lebih tinggi (0,88 ton/ha) dari akar (0,62 ton/ha) dan daun (0,64 ton/ha) (Tabel 2). Hal tersebut terkait erat dengan proses fisiologi pada tumbuhan, dimana produk hasil fotosintesis sebagian besar tersimpan di bagian batang. Jumlah simpanan biomassa pada tumbuhan bawah, seperti: semak belukar, tumbuhan merambat dan herba dapat bervariasi, namun secara umum jumlah simpanan biomassa tumbuhan bawah sekitar 3 % dari total simpanan biomassa di atas permukaan tanah (Brown, 1997). berkisar: 0,81 – 1,30 tonC/ha dengan rata-rata 1 tonC/ha.

Data potensi simpanan karbon tumbuhan bawah pada bagian akar, batang dan daun di setiap kedalaman gambut, seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Potensi simpanan biomassa tumbuhan bawah pada bagian akar, batang, daun di setiap kedalaman gambut

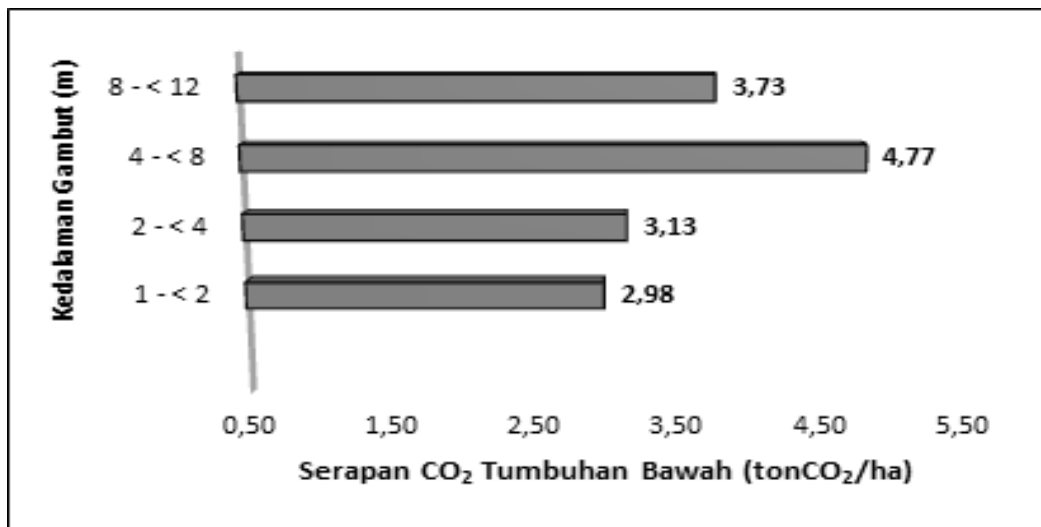
Kedalaman Gambut (m)	Biomassa (ton/ha) pada Bagian-			Total Biomassa (ton/ha)
	Akar	Batang	Daun	
1 - < 2	0,39	0,73	0,61	1,73
2 - < 4	0,80	0,41	0,68	1,89
4 - < 8	0,76	1,15	0,8	2,71
8 - < 12	0,51	1,22	0,47	2,20
Rata-rata	0,62	0,88	0,64	2,13

Rata-rata potensi simpanan karbon tumbuhan bawah hasil penelitian ini cenderung lebih rendah dibandingkan penelitian Zulkifli, *et al.* (2010), simpanan karbon tumbuhan bawah di hutan rawa sebesar 1,282 tonC/ha; Adinugroho, *et al.*, (2006), di hutan sekunder sebesar 1,2119 tonC/ha; Garsetiasih dan Heriyanto (2007), dibawah tegakan Agathis sebesar 1,0759 tonC/ha. Namun jika dibandingkan dengan hasil penelitian Ariani, *et al.* (2014) dan Junaedi (2007), rata-rata simpanan karbon tumbuhan bawah cenderung lebih besar. Rata-rata simpanan karbon tumbuhan bawah di Taman Nasional Lore Lindu sebesar 0,3309 tonC/ha (Ariani, *et al.*, 2014) dan di hutan primer sebesar 0,34 tonC/ha serta hutan sekunder sebesar 0,36 tonC/ha (Junaedi, 2007). Dilihat berdasarkan kedalaman gambut menunjukkan bahwa jumlah simpanan karbon tumbuhan bawah paling tinggi terdapat pada kedalaman gambut 4 - < 8 m sebesar 1,30 tonC/ha dan paling rendah pada kedalaman gambut 1 - < 2 m sebesar 0,81 tonC/ha (Tabel 2). Kondisi tersebut dipengaruhi

kerapatan tumbuhan bawah yang tumbuh di kedalaman gambut 4 - < 8 m lebih tinggi dibandingkan lokasi kedalaman gambut lainnya (Tabel 1). Jumlah simpanan karbon tumbuhan di setiap lahan menunjukkan variasi yang berbeda-beda, hal ini dipengaruhi oleh keragaman, kerapatan tumbuhan, jenis tanah serta cara pengelolaan lahan tersebut (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Serapan Karbondioksida

Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu emisi gas rumah kaca yang paling cepat peningkatannya di atmosfer (Junaedi dan Rizal, 2019). Untuk menekan peningkatan emisi CO₂ tersebut, salah satunya adalah meningkatkan serapan CO₂ melalui tumbuhan. Tumbuhan memanfaatkan karbondioksida (CO₂) sebagai bahan baku dalam proses fotosintesis. Pemanfaatan CO₂ tersebut juga terjadi pada tumbuhan bawah yang tumbuh di hutan rawa gambut. Berikut data serapan CO₂ oleh tumbuhan bawah yang tumbuh pada beberapa kedalaman gambut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Serapan CO₂ tumbuhan bawah berdasarkan kedalaman gambut

Potensi serapan CO₂ tumbuhan bawah yang tumbuh di hutan rawa gambut berkisar 2,98 – 4,77 ton CO₂/ ha dengan rata-rata 3,65 ton CO₂/ha (Gambar 1). Kemampuan tumbuhan bawah dalam menyerap CO₂ hasil penelitian ini cenderung lebih besar dibandingkan dengan serapan CO₂ tumbuhan bawah yang tumbuh di hutan primer tanah kering, yaitu: sebesar 1,25 ton CO₂/ha dan di areal bekas tebangan 0 – 4 tahun sebesar 1,3125 ton CO₂/ha (Junaedi, 2012).

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa berdasarkan kedalaman gambut, tumbuhan bawah yang tumbuh di kedalaman gambut 4 - < 8 m mampu menyerap CO₂ paling tinggi (4,77 ton CO₂/ha) diikuti kedalaman gambut 8 - < 12 m, 2 - < 4 m dan 1 - < 2 m. Kondisi tersebut dipengaruhi jumlah biomassa dan karbon yang tersimpan pada tumbuhan yang tumbuh di setiap kedalaman gambut. Semakin besar jumlah biomassa dan karbon yang tersimpan pada tumbuhan mengindikasikan jumlah CO₂ yang diserap akan semakin besar (Junaedi, 2012; Junaedi dan Rizal, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- a. Jumlah jenis tumbuhan bawah yang ditemukan di hutan rawa gambut Taman Nasional Sebangau sebanyak 21 jenis dan didominasi jenis *Pandanus tectorius*, *Pandanus amaryllofolius* dan *Stenochlaena palustris*
- b. Potensi simpanan biomassa dan karbon tumbuhan bawah di hutan rawa gambut masing-masing berkisar 1,73 – 2,71 ton/ha dan 0,81 – 1,30 tonC/ha.

Simpanan biomassa dan karbon tumbuhan bawah paling tinggi terdapat pada kedalaman gambut 4 - <8 m

- c. Potensi serapan CO₂ tumbuhan bawah di hutan rawa gambut berkisar 2,98 – 4,77 tonCO₂/ha dan serapan CO₂ tumbuhan bawah paling tinggi terdapat pada kedalaman 4 - <8 m.

Saran

Fokus penelitian ini hanya pada vegetasi tumbuhan bawah, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait potensi biomassa dan karbon tanah serta serasah untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, C.W., Syahbani, I., Rengku, T.M., Arifin Z, Mukhaidil. 2006. Teknik Estimasi Kandungan Karbon Hutan Sekunder Bekas Kebakaran 1997/1998 di PT. Inhutani I, Batu Ampar, Kaltim. Penelitian dan Pengembangan Satwa Primata.
- American Society For Testing Material. 1990a. ASTM D 5832 98. *Standard Test Method For Volatile Matter Content of Active Carbon. Philadelphia.*
- American Society For Testing Material. 1990b. ASTM D 2866 94. *Standard Test Method For Total Ash Content of Activated Carbon. Philadelphia.*
- Ardiyanto Wahyu Nugroho. 2011. Struktur Vegetasi dan Komposisi Jenis Pada Hutan Rawa Gambut di Resort Habaring Hurung Taman Nasional Sebangau. Jurnal. Balai Penelitian Teknologi Konservasi Sumber Daya Alam. Balikpapan.

- Ariani, Sudhartono, A. dan Wahid, A. 2014. Biomassa dan Karbon Tumbuhan Bawah Sekitar Danau Tambing Pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Warta Rimba*, 2(1): 164-170.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. Penyusunan Persamaan Alometrik untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan Berdasarkan Pengukuran lapangan. Jakarta.
- Brown. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. A Primer*, FAO. *Forestry Paper* 134. FAO, USA.
- Daryono, H. 2009. Potensi Permasalahan dan Kebijakan yang Diperlukan dalam Pengelolaan Hutan dan Lahan Gambut Secara Lestari. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 6(2): 71-101.
- Garsetiasih, R. dan Heriyanto, M. N. 2007. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah dan Potensi Kandungan Karbonnya pada Hutan Agathis di Baturaden. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, IV(2): 161-168.
- Global Wetlands. 2019. Luas Gambut Indonesia Terbesar Kedua di Dunia. www.kadata.co.id. Diakses tanggal: 03 Desember 2020.
- Hairiah, K. dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Tipe Penggunaan Lahan. Bogor. *World Agroforestry Centre*.
- IPCC. 2006. *Guideline For National Greenhouse Gas Inventories. Prepared By The National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Eggleston H. S., Buendia, L., Miwa K., Ngara, T., And Tanabe K., (Eds.). Published By IGES Japan.
- Junaedi A, 2007. Dampak Pemanenan Kayu dan Perlakuan Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) Terhadap Potensi Kandungan Karbon Dalam Vegetasi Hutan Alam Tropika (Studi Kasus di areal IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Kalimantan Tengah). [Tesis]. Bogor. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Junaedi, A. 2012. Kemampuan Vegetasi Tingkat Pancang, Semai dan Tumbuhan Bawah Di Areal Bekas Tebangan Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) dalam Menyerap Karbondioksida (CO₂) Dari Udara. *Jurnal Hutan Tropika*, VII(1).
- Junaedi, A. dan Rizal, M. 2019. Peran Tegakan Sengon di Hutan Tanaman Industri dalam Mitigasi Perubahan Iklim. *Jurnal Hutan Tropika*, XIV(2): 71-79.
- Larashati, I. 2010. Analisis Tumbuhan Bawah di Hutan Rawa Gambut Sebangau Kalimantan Tengah. *Berkala Penelitian Hayati*, Edisi Khusus (4A): 19-22.
- Murdiyarsa, D., Upik, R., Kurniatun, H., Lili, I., Suryadiputra dan Adi, J. 2004. Petunjuk Lapangan : Pendugaan Cadangan Karbon pada Lahan Gambut. *Proyek Climate Change, Forest and Peatlands in Indonesia. Wetlands International - Programmed an Wildlife Habitat Canada*. Bogor. Indonesia.
- Murdiyarsa, D., Hergoualc'h, K., Basuki, I., Sasmito, S. dan

- Hanggara, B. 2017. Cadangan Karbon di Lahan Gambut. CIFOR.
- Nirwani, Z. 2010. Keanekaragaman Tumbuhan Bawah yang Berpotensi sebagai Tanaman Obat di Hutan Taman Nasional Gunung Leuser Sub Seksi Bukit Lawang. [skripsi]. Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Sumatera Utara.
- Rosalina, Y., Kartawinata, K., Nisyawati, Nurdi, N. dan Supriatna, J. 2013. Kandungan Karbon di Hutan Rawa Gambut Konservasi PT National Sago Prima Kepulauan Meranti Riau. *Buletin Kebun Raya*, 16(2): 115-130.
- Sancoyo dan Djuhdie. 2017. Pandan Tikar (*Pandanus tectorius*). Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. <http://krbogor.lipi.go.id/id/Pandan-tikar-Pandanus-tectorius#:~:text=Berasal%20dari%20kawasan%20Australia%20Timur,pada%20ketinggian%20hingga%20600%20.> Diakses tanggal 24 Nopember 2020.
- Setyawan, A. D., Setyaningsih S., Sugiyarto. 2006. Pengaruh Jenis dan Kombinasi Tanaman Sela Terhadap Diversitas dan Biomassa Gulma di Bawah Tegakan Sengon (*Paraserienthes falcataria* L. Nielsen) Resort Pemangkuan Hutan Jatirejo Kediri. *Biomart*, 8(1): 27-32.
- Soerianegara, I dan Indrawan, A. 1998. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor: Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Standar Nasional Indonesia. 1995. Arang Aktif Teknis. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Zulkifli, H., Yustian, I.S. and Donni, D. 2010. *Prediction Of Carbon Stock In Palembang Pulokerto Swamp Forest: The Impact of Urban Climate Change Mitigation*. *Jurnal Agritek-LP3M Institut Pertanian Malang*, 19(6): 17-26.
-