

Potensi Simpanan Karbon di Hutan Talang Kecamatan Pinggir, Kapupaten Bengkalis, Provinsi Riau

*Carbon Storage Potential of Talang Forest in Pinggir District, Bengkalis Regency,
Riau Province*

**Pebriandi^{1*}, Defri Yoza¹, Wishnu Sukmantoro², Evi Sribudiani¹, Viny Volcherina
Darlis¹, Sonia Somadona¹, Nur Suhada¹, Niskan Walid Masruri¹, Ahmad Baiquni
Rangkuti³**

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kota Pekanbaru, 28293, Indonesia

²Rimba Satwa Foundation (RSF), Duri, Kabupaten Bengkalis, 28784, Indonesia

³Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Kota Medan, 20155, Indonesia

Email: *pebriandi@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Article history:

Received: 20/02/2023

Accepted: 13/08/2023

Published: 24/09/2023

Key words:

*carbon, biomass, talang
forest, FOLU Net-Sink
2030*

The Indonesian government is committed to reducing carbon and greenhouse gas emissions through the Forestry and Other Land Uses (FOLU) Net-Sink 2030 scheme. Efforts that can be made to support the FOLU Net-Sink 2030 is by knowing the carbon storage potential in a forest area. This research aims to calculate the amount of potential biomass carbon storage in the talang forest. The methods used in this research are non-destructive sampling and destructive sampling. The method with destructive sampling for seedlings, understorey and litters, while for saplings, poles, trees and necromass with non-destructive sampling method. The calculation results showed that carbon stocks were trees (77.76 tons/ha), poles (9.56 tons/ha), saplings (7.99 tons/ha), seedlings and understorey (0.65 tons/ha), litters (1.20 tons/ha) and necromass (2.39 tons/ha). Aboveground carbon storage in the talang forest was found to be 99.56 tons/ha. The total aboveground carbon storage potential of the gutter forest was 7,933 tons of carbon.

1. Pendahuluan

Vegetasi hutan merupakan tumbuhan yang memiliki berbagai fungsi, selain menghasilkan kayu juga mampu menyerap karbon dari udara. Hal ini berkaitan dengan kemampuan vegetasi hutan untuk menyerap karbondioksida (CO₂) yang diserap lalu dimanfaatkan untuk proses fotosintesis dan disimpan dalam bentuk biomassa. Semakin banyak CO₂ yang diserap oleh tumbuhan dan disimpan dalam bentuk biomassa karbon maka semakin besar pengaruh buruk efek rumah kaca dapat dikendalikan (Samsudin *et al.* 2009). Hutan dapat juga sebagai sumber utama CO₂ melalui dekomposisi, kebakaran, degradasi dan deforestasi. Hasil penelitian Melati (2019) menyatakan bahwa akibat perubahan tutupan lahan di Provinsi Jambi, estimasi emisi emisi

netto pada periode 2009-2011 adalah sebesar 4,8 Mt CO₂- eq/tahun. Oleh karena itu, keberadaan hutan harus dijaga dan dilindungi agar dapat menyerap dan menyimpan karbon serta tidak menjadi sumber CO₂.

Kenaikan suhu permukaan bumi akibat pemanasan global dan perdagangan karbon saat ini sedang intensif dibicarakan oleh masyarakat dunia. Terkait dengan isu perubahan iklim dan pemanasan global, maka salah satu cara untuk menjaga manfaat ekologis hutan adalah dengan merawat dan mempertahankan vegetasi hutan dari kemungkinan kerusakan (deforestasi dan degradasi). Perhatian dunia terhadap pentingnya keberadaan hutan dalam mitigasi perubahan iklim terlihat dari lahirnya Mekanisme Pembangunan Bersih dan REDD (*Reducing Emission from Deforestation and Degradation*) dalam

perdagangan karbon. Isu REDD telah dibicarakan dengan intensif pada COP-13 (*Conference on Parties – 13*) di Bali (Masripatin, 2007). Pemerintah Indonesia berkomitmen dalam mengurangi emisi karbon dan Gas Rumah Kaca (GRK). Hal ini dilakukan dalam rangka mitigasi perubahan iklim dan tata ekosistem serta mendukung kegiatan *Forestry and Other Land Uses* (FOLU) Net-Sink 2030. Kegiatan FOLU Net-Sink 2030 merupakan suatu kondisi dimana tingkat serapan karbon sektor kehutanan dan penggunaan lahan lainnya sudah berimbang atau bahkan lebih tinggi dari tingkat emisi GRK yang dihasilkan sektor tersebut pada tahun 2030 (KLHK, 2022). Berbagai cara dan upaya telah dilakukan untuk mendukung mewujudkan komitmen penurunan emisi gas rumah kaca. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui potensi simpanan karbon di suatu kawasan hutan.

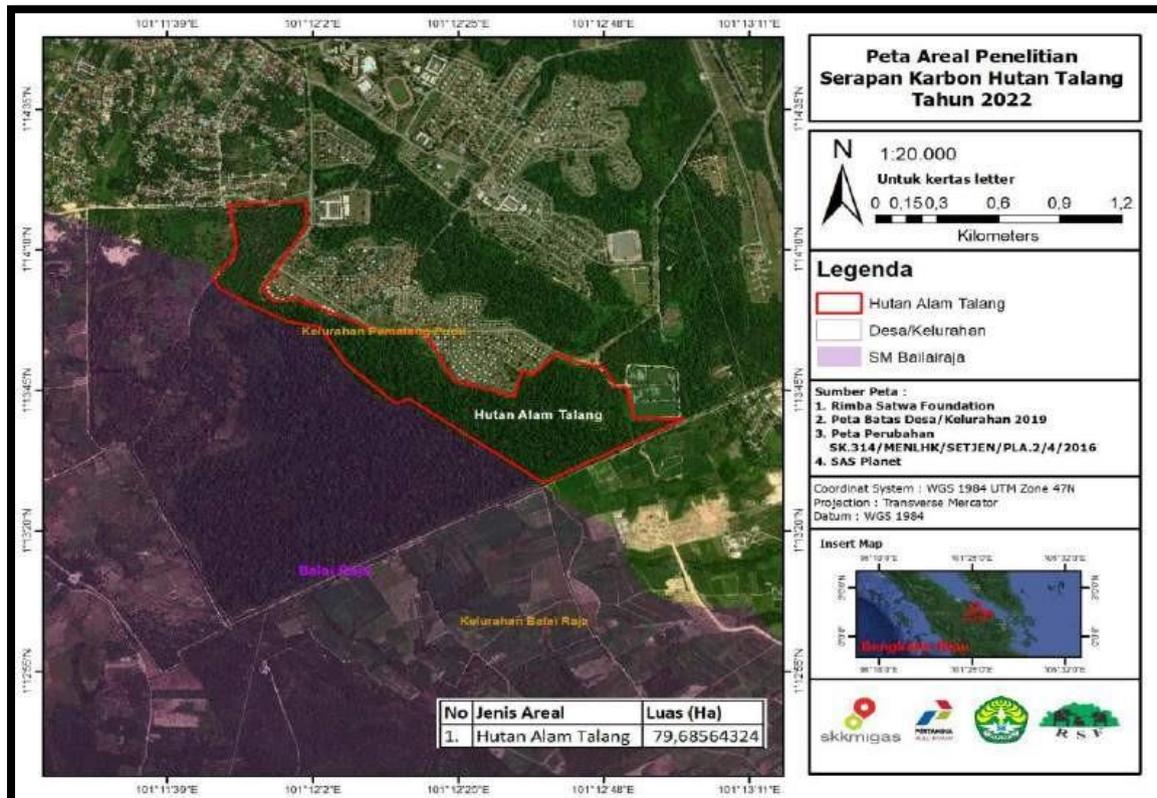
Salah satu kawasan hutan yang menjadi penyimpan utama karbon adalah hutan talang. Hutan talang menjadi salah satu kawasan yang menjadi penyimpan dan penyerap CO₂. Berbagai penelitian telah dilakukan dalam menduga kandungan karbon melalui rumusan alometrik,

sehingga dapat diketahui potensi cadangan karbon pada suatu kawasan. Hal ini menjadi salah satu peluang bagi hutan talang yang memiliki potensi untuk ikut ambil bagian, namun untuk saat ini hutan talang belum diketahui potensi simpanan karbon. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pendugaan kandungan karbon Hutan talang. Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya potensi (jumlah) biomassa karbon di kawasan hutan talang. Hasil penelitian ini diharapkan diperoleh data besarnya potensi besaran karbon yang tersimpan di hutan tersebut.

2. Metode

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Talang yang berada di Kecamatan Pinggir, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau (Gambar 1). Penelitian dilakukan pada tahun 2022. Penelitian ini dilaksanakan dua tahap yaitu pengambilan sampel dan data di lapangan. Kemudian kegiatan pengovenan sampel serasah dan tumbuhan bawah dilakukan di Laboratorium Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.



Gambar 1. Lokasi penelitian pengukuran karbon Hutan Talang

Alat dan Bahan

Adapun peralatan dan bahan yang dibutuhkan adalah: Peta kerja, *Phi band*, GPS (*Global Positioning System*), alat tulis, *tally sheet*, alat ukur jarak datar lapangan (meteran berukuran panjang 20 - 100 m), tongkat kayu 1,3 m, tali raffia, label pohon, paku teralis, amplop, gunting, kantong plastik, timbangan, sedangkan bahan penelitian adalah hutan talang.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sampling tanpa pemanenan (*non-destructive sampling*) dan dengan pemanenan (*destructive sampling*). Metode dengan pemanenan hanya dilakukan untuk semai, tumbuhan bawah dan serasah, sedangkan untuk pancang, tiang, pohon dan nekromas dengan metode tanpa pemanenan. Metode sampling tanpa pemanenan dilakukan dengan mengukur diameter pohon dan menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui potensi biomassa karbon.

Metode *non-destructive sampling* lebih banyak digunakan oleh para peneliti karena memiliki keunggulan tingkat kemudahan dan biaya yang lebih murah untuk melakukan desain dan aplikasi riset, namun tetap memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Metode yang dikembangkan pada metode ini adalah teknik pengambilan contoh dan persamaan alometrik. Pengembangan teknik pengambilan contoh misalnya dilakukan oleh Hairiyah dan Rahayu (2007) untuk lahan Agroforestry, Murdiyarso *et al.* (2004) untuk lahan gambut, dan Ketterings *et al.* (2001) untuk hutan alam bekas tebangan.

Karena keberagaman metode ini mengacu pada perbedaan karakteristik tipe lanskap, maka Badan Standardisasi Nasional (BSN) (2019) kemudian berusaha melakukan penyeragaman dengan menyusun standar pengukuran dan perhitungan karbon, sehingga penelitian ini akan lebih banyak merujuk pada Badan Standardisasi Nasional (2019). Jenis data pada penelitian ini dilakukan dengan cara:

- a. Data Primer: Observasi langsung ke lapangan yaitu mengukur diameter, pengambilan sampel tumbuhan bawah, serasah, semai dan menentukan jenis pohon.
- b. Data Sekunder: Studi literatur mengenai berat jenis pohon dan kondisi umum lokasi penelitian meliputi luas dan lokasi administratif, aksesibilitas, serta biofisik lingkungan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Plot Pengambilan Contoh

Bentuk plot yang digunakan adalah plot berukuran 20 x 20 m, dengan subplot tingkat permudaan sebagai berikut: Semai, tumbuhan bawah dan serasah dengan ukuran 2 x 2, pancang dengan ukuran 5 x 5, tiang dengan ukuran 10 x 10 m, pohon dengan ukuran 20 x 20 m. Bentuk dan ukuran plot disesuaikan dengan ukuran plot yang sesuai dengan SNI 7724 untuk tiap tingkatan pertumbuhan vegetasi (BSN, 2019). Sistem sampling menggunakan teknik random sampling. Teknik penentuan plot secara acak (random) untuk menghindari adanya penempatan plot pada lokasi yang seragam. Jumlah plot ukuran 20 x 20 m dibuat sebanyak 23 plot. Penelitian difokuskan pada Kawasan hutan talang yang masih berhutan seluas 79,68 ha.

Tahapan Pengukuran Biomassa Pohon

Ukur Diameter Setinggi Dada

Pengukuran kandungan karbon pada tumbuhan diawali dengan pengambilan sampel biomassa yang dilakukan dengan cara inventarisasi seluruh tegakan yang masuk dalam plot contoh. Pengukuran yang dilakukan yaitu pengukuran Diameter Setinggi Dada (DBH) serta pengenalan jenis pohon. Diameter yang diukur adalah diameter setinggi dada 1,3 m di atas permukaan tanah, sedangkan untuk teknik pengukuran DBH di lapangan akan disesuaikan dengan keadaan umum lokasi dan keadaan pohon yang akan diukur.

Pemilihan pengukuran hanya pada Diameter Setinggi Dada (DBH) dapat meningkatkan keakuratan data, dengan hanya mengukur DBH diharapkan telah dapat mengetahui potensi biomassa tegakan. Suprihatno *et al.* (2012) menyatakan bahwa untuk mengevaluasi alometrik biomassa dan cadangan karbon digunakan DBH terhadap tinggi tanaman, karena adanya korelasi antara DBH dengan tinggi tanaman. Pengukuran tinggi pohon cukup mudah apabila dilakukan di area terbuka dengan tegakan yang jarang. Sebaliknya, pengukuran tinggi pohon sulit dilakukan pada hutan dengan tegakan yang rapat seperti tegakan hutan pada area hutan talang. Menurut Ketterings *et al.* (2001) pemilihan variabel DBH akan meningkatkan efisiensi pengukuran dan mengurangi ketidakpastian pada hasil pengukuran berdasarkan persamaan yang telah dibentuk. Pemilihan variabel tinggi pohon cenderung akan menurunkan efisiensi pengukuran karena variabel tinggi pohon lebih sulit diukur dari pada DBH.

Biomassa Pohon

Data yang diperoleh berupa diameter dan berat jenis ditabulasikan, lalu dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Office Excel* (2012). Data primer yang diperoleh di lapangan berupa DBH dan nama jenis pohon akan digunakan untuk menduga kandungan biomassa dengan persamaan Ketterings *et al.* (2001) yaitu $W = 0,11 \rho D^{2,62}$ dimana W = Biomassa (kg), D = Diameter (cm), ρ = Berat jenis pohon.

Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dan serasah

Tahapan pengukuran biomassa tumbuhan bawah dilakukan sebagai berikut:

1. Potong semua bagian tumbuhan bawah di atas permukaan tanah (pada plot 2 x 2 m) dengan menggunakan gunting;
2. Timbang berat basah total tumbuhan bawah dalam areal plot pengukuran;
3. Ambil dan timbang berat basah contoh sebanyak ± 300 gram;
4. Lakukan pengeringan dengan menggunakan oven di laboratorium dengan suhu 105°C selama 24 jam hingga mencapai berat konstan;
5. Timbang berat kering tumbuhan bawah;

Sedangkan tahapan pengukuran biomassa serasah dilakukan sebagai berikut:

1. Kumpulkan serasah dalam plot pengukuran (2 x 2 m);
2. Timbang berat total serasah;
3. Ambil sebanyak kira-kira 300-gram untuk ditimbang berat contoh;
4. Lakukan pengeringan dengan menggunakan oven terhadap contoh serasah dengan suhu 105°C selama 24 jam hingga mencapai berat konstan;
5. Timbang berat kering serasah;

Perhitungan bahan organik serasah dan tumbuhan bawah menggunakan rumusan sebagai berikut (BSN, 2019):

$$Bo = \frac{Bks \times Bbt}{Bbs}$$

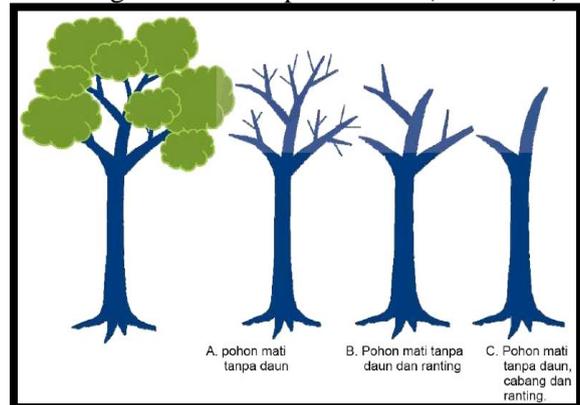
Keterangan:

- Bo = berat bahan organik, dinyatakan dalam kilogram (kg);
 Bks = berat kering contoh, dinyatakan dalam kilogram (kg);
 Bbt = berat basah total, dinyatakan dalam kilogram (kg);
 Bbs = berat basah contoh, dinyatakan dalam (kg).

Pengukuran biomassa pohon mati dengan metode alometrik

Tahapan pengukuran biomassa pohon mati dilakukan sebagai berikut:

1. Ukur dbh pohon mati;
2. Tentukan tingkat keutuhan pohon mati. bentuk tingkat keutuhan pohon mati dapat dilihat pada Gambar 4;
3. Hitung biomassa pohon mati - dengan persamaan alometrik dikalikan faktor koreksi dari tingkat keutuhan pohon mati (Gambar 2).



Gambar 2. Tingkat keutuhan pohon mati (BSN, 2019)

Keterangan:

- A = pohon mati dengan tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,9
 B = pohon mati tanpa daun dan ranting dengan tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,8
 C = pohon mati tanpa daun, cabang dan ranting dengan tingkat keutuhan dengan faktor koreksi 0,7

Teknik Analisis Data

Analisis Kandungan Karbon

Selanjutnya, cadangan atau kandungan Karbon (C, dalam kg) diduga dengan mengalikan biomassa dengan faktor konversi yang dikemukakan oleh (Murdiyarso *et al.*, 2002) sebagai berikut:

$$C = 0,50 B$$

Dimana:

- C = Kandungan karbon (kg)
 B = Biomassa kering pohon (kg)
 (Setengah dari biomassa adalah kandungan karbon).

3. Hasil dan Pembahasan

Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Hutan Talang tergolong pada tipe iklim A dengan kondisi curah hujan tidak terlalu tinggi. Berdasarkan data dari Lembaga Penelitian Tanah dan Agroklimat - Bogor, diketahui curah hujan rata-rata tahunan lokasi penelitian berkisar antara

2.500 mm - 2.750 mm/tahun. Memiliki bulan basah 6 dan tanpa bulan kering. Menurut klasifikasi Oldeman iklim di lokasi kajian termasuk dalam klasifikasi iklim C, sedangkan menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson termasuk ke dalam tipe iklim A. Kelembaban rata-rata berkisar antara 79% - 83%. Temperatur maksimum rata-rata sebesar 32,9° C dan temperatur minimum rata-rata sebesar 21,3° C. Lokasi penelitian berada pada ketinggian dengan kisaran 25 - 75 m di atas permukaan laut (mdpl). Topografi pada lokasi penelitian relatif datar sampai bergelombang dengan kemiringan lereng berada pada kisaran 0 - 8 %.

Simpanan Karbon Tingkat Pancang, Tiang dan Pohon

Pohon sebagai penyusun utama hutan memiliki peranan yang penting dalam penyimpanan karbon, sedangkan tiang dan pancang merupakan penyusun hutan yang banyak menyerap karbon di udara, hal ini dikarenakan pada tingkat pertumbuhan pohon biasanya pertumbuhan semakin melambat, sedangkan pada tingkat pertumbuhan tiang dan pancang, jaringan meristem sedang aktif-aktifnya melakukan pembelahan. Hasil pengukuran biomassa karbon di hutan talang pada tingkat pancang, tiang dan pohon dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Simpanan karbon di hutan talang pada tingkat tingkat pohon, tiang dan pancang.

No	Simpanan Karbon	Jumlah (Ton/ha)
1	Pohon	77,76
2	Tiang	9,56
3	Pancang	7,99

Berdasarkan hasil pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pada karbon pohon memiliki jumlah simpanan karbon paling tinggi apabila dibandingkan dengan simpanan karbon pada sumber simpanan karbon lainnya. Simpanan karbon pada pohon sebesar 70,31 ton/ha atau sebesar 78,11% dari total keseluruhan simpanan karbon. Hasil penelitian Hendrawan *et al.*, (2014) proporsi biomassa karbon pohon sebesar 85,16% dari jumlah total biomassa karbon yang tersimpan di hutan penelitian Dramaga, Bogor. Tinggi rendahnya cadangan karbon pada suatu lokasi atau plot terkait dengan kerapatan vegetasi dari plot tersebut dan semakin besar diameter pohon dan umur pohon juga turut meningkatkan biomassa dan cadangan karbon di suatu kawasan hutan. Pohon-pohon yang memiliki diameter yang besar menyimpan karbon dalam jumlah yang besar. Hanya saja semakin besar diameter pohon,

semakin sedikit individunya di hutan alam (Pebriandi *et al.*, 2017). Hasil pengukuran di lokasi penelitian menemukan diameter pohon terbesar yaitu pohon Bintangur (*Calophyllum soulattrii*) dengan DBH 104 cm.

Simpanan Karbon pada Semai, Tumbuhan Bawah dan Serasah

Semai dan Tumbuhan Bawah merupakan penyimpan karbon paling rendah dibandingkan dengan penyimpan karbon lainnya. Pengukuran atas semai dan tumbuhan bawah menggunakan metode *destructive sampling* dan karbon yang terkandung dalam semai dan tumbuhan bawah tersebut dianggap tidak cukup signifikan untuk mengubah hasil pengelompokan secara drastis atau tidak sebanding dengan waktu dan tenaga yang diperlukan untuk melakukan survei atas semai dan tumbuhan bawah tersebut (GAR dan SMART, 2012). Hasil pengukuran biomassa karbon di hutan talang pada semai, tumbuhan bawah dan serasah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Simpanan karbon di hutan talang pada tingkat semai, tumbuhan bawah dan serasah

No	Simpanan Karbon	Jumlah (Ton/ha)
1	Semai & Tum. Bawah	0,65
2	Serasah	1,20

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa biomassa karbon serasah lebih tinggi apabila dibandingkan dengan biomassa karbon semai dan tumbuhan bawah. Tinggi rendahnya biomassa karbon serasah tergantung pada tempat tumbuh, sinar matahari dan vegetasi yang menggugurkan daunnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Wahyuni *et al.*, (2013) karbon serasah lebih tinggi dibandingkan dengan karbon pohon mati dan kayu tumbang. Hutan talang merupakan hutan hujan tropis tanah mineral yang memiliki tajuk berlapis, sehingga sinar matahari ditahan oleh lapisan tajuk tersebut. Hasil penelitian Brown (1997), jumlah biomassa yang dihasilkan oleh tumbuhan bawah seperti semak-semak, tumbuhan merambat, dan herba dapat bervariasi, tetapi umumnya pada kebanyakan hutan persentasenya sekitar 3% dari total keseluruhan biomassa di atas permukaan. Hasil pengukuran karbon untuk semai, tumbuhan bawah dan serasah di hutan talang menyumbang sebesar 1,86% dari total jumlah karbon di atas permukaan tanah.

Simpanan Karbon pada Nekromas

Nekromas adalah massa dari bagian pohon yang telah mati baik yang masih tegak (pohon mati) dan yang telah rebah di permukaan tanah

(kayu mati) (BSN, 2019). Nekromas merupakan sumber karbon penting sebagai penyedia hara bagi tumbuhan. Hasil pengukuran nekromas pada hutan talang didapatkan sebesar 0,60 ton/ha. Nekromas yang ditemukan di hutan talang terdiri dari pohon mati berdiri, pohon mati rebah dan tunggul. Jumlah karbon nekromas di hutan talang lebih besar apabila dibandingkan dengan nekromas di hutan penelitian Dramaga. Hasil penelitian Hendrawan *et al.*, (2014) di Kawasan hutan alam tanah mineral mendapatkan jumlah nekromas di hutan penelitian dramaga sebesar 0,19 ton/ha.

Total Simpanan Karbon di Hutan Talang

Total simpanan karbon di atas permukaan tanah di hutan talang merupakan penjumlahan dari simpanan karbon yang terdapat pada vegetasi pohon, tiang dan, pancang, semai dan tumbuhan bawah, serasah dan nekromas. Total simpanan karbon tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Total simpanan karbon di atas permukaan tanah di hutan talang

No	Simpanan Karbon	Jumlah (Ton/ha)	Perentase (%)
1	Pohon	77,76	78,11
2	Tiang	9,56	9,61
3	Pancang	7,99	8,03
4	Semai dan Tum. Bawah	0,65	0,65
5	Serasah	1,20	1,21
6	Nekromasa	2,39	2,40
	Jumlah	99,56	100,00

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2019. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Berbasis Lahan (Land Based Carbon Accounting)*. Jakarta.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. Forestry Paper No. 134. GAR (Golden Agri-Resources) and SMART. 2012. Laporan Penelitian Hutan Ber-Stok Karbon Tinggi.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan pada Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre ICRAF Southeast Asia Regional Office. Bogor.
- Hendrawan, F., O Satjapradja., IWS. Dharmawan. 2014. Potensi Biomassa Karbon Tegakan,

Total simpanan karbon di atas permukaan tanah di hutan talang didapatkan 99,56 ton/ha. Nilai karbon yang terdapat di hutan talang lebih tinggi apabila dibandingkan hutan sekunder di Pelalawan dengan kandungan karbon sebesar 83,49 ton/ha (Rochmayanto, 2009). Hutan talang memiliki kandungan yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Pebriandi, *et al.*, (2013) besarnya potensi karbon di atas permukaan tanah di Hutan Lindung Sentajo sebesar 223,177 ton/ha. Hasil ekstrapolasi ke luas total keseluruhan di lokasi penelitian adalah 7.933 ton karbon.

Hutan lindung Sentajo dan hutan Talang merupakan perwakilan ekosistem hutan tropis dataran rendah yang terdapat di Provinsi Riau. Perbedaan kandungan karbon pada setiap kawasan hutan karena perbedaan komposisi penyusun tegakan dan diameter pohon pada kawasan hutan tersebut. Daya serap dan simpanan karbon tumbuhan dipengaruhi oleh diameter dan berat jenisnya. Semakin besar diameter tumbuhan semakin besar kandungan karbonnya, begitu juga dengan berat jenis pohon, semakin besar berat jenis maka akan semakin besar pula kandungan karbonnya.

4. Kesimpulan

Simpanan karbon di atas permukaan tanah di hutan talang didapatkan 99,56 ton/ha. Total keseluruhan potensi simpanan karbon di hutan talang di atas permukaan tanah adalah 7.933 ton karbon.

Nekromas (*Necromass*) Dan Serasah (*Litter*) Pada Hutan Penelitian Dramaga. *Jurnal Nusa Sylva Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa*. Vol. 14 No. 1. <https://doi.org/10.31938/jns.v14i1.112>.

Ketterings QM, Coe R, Van Noordwijk M, Ambagau Y, Palm CA. 2001. Reducing Uncertainty in The Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Aboveground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and Management* 146. 199-209. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00460-6](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00460-6)

KLHK. 2022. Rencana Operasional Indonesia FOLU Net-sink 2030. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.

Masripatin N. 2007. *Apa itu REDD?*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta. Melati, DN. 2019. Carbon Emission Estimation Due to Land Cover

- Change in the Tropical Forest Landscape in Jambi Province. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*: 14(1). <https://doi.org/10.29122/jstmb.v14i1.3561>
- Murdiarso, D., Widodo, M, and Suyanto, D. 2002. Fire Risks in Forest Carbon Projects in Indonesia. *Science in China (Series C)*. 45: 65-74.
- Murdiyarso D, Rosalina U, Hairiah K, Muslihat L, Suryadiputra INN, Jaya A. 2004. *Petunjuk Lapangan: Pendugaan Cadangan Karbon pada Lahan Gambut*. Proyek Climate Change, Forest and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Programmed an Wildlife Habitat Canada. Bogor. Indonesia.
- Pebriandi., E Sribudiani., Mukhamadun. 2013. Estimation Of The Carbon Potential In The Above Ground At The Stand Level Poles And Trees In Sentajo Protected Forest. Fakultas Pertanian, Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa*.
- Pebriandi., Rusdiana O., Saleh MB. 2017. Tipe Komunitas Hutan Lahan Kering di Kawasan Hutan Lindung Sentajo. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 6(1): 15-26. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.8.2.103-109>.
- Rochmayanto, Y. ,D Darusman., T Rusolono. 2010. Perubahan Kandungan Karbon dan Nilai Ekonominya pada Konversi Hutan Rawa Gambut Menjadi Hutan Tanaman Industri Pulp. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*: 7(2). <https://doi.org/10.20886/jpht.2010.7.2.93-106>.
- Samssoedin I, Dharmawan IWS, Siregar A. 2009. Potensi Biomassa Karbon Hutan Alam dan Hutan Bekas Tebangan Setelah 30 Tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. (IV) 1 :47-56. <https://doi.org/10.20886/jphka.2009.6.1.47-56>
- Suprihatno B, Hamidy R., Amin B. 2012. Analisis Biomassa dan Cadangan Karbon Tanaman Bambu Belangke (*Gigantochloa pruriens*). Program Studi Ilmu Lingkungan PPS Universitas Riau. *Journal of Environmental Science*. Hal 82-92. <http://dx.doi.org/10.31258/jil.6.1.p.82-92>.
- Wahyuni, Chairul dan A. Arbain. 2013. Estimasi Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Dan Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Di Hutan Bukit Tengah Pulau Area Produksi PT. Kencana Sawit Indonesia (Ksi), Solok Selatan. Padang. *Jurnal Biologika*. Vol. 2, No. 1. <https://doi.org/10.31849/bl.v3i1.332>.