

Pendugaan Cadangan Karbon Pada Tegakan Pohon di Kawasan Hutan Lindung Irier (HLI) Kampung Sewan, Distrik Sarmi Timur Kabupaten Sarmi, Papua

SAMMARIA J. KARMA*¹, ROSYE H.R. TANJUNG², HENDRA K. MAURY²

¹Alumni Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih, Jayapura

²Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih, Jayapura

Diterima: 2 Februari 2021 - Disetujui: 10 Agustus 2021

© 2021 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

Irier Protection Forest in Sewan Village has an area of 750 ha which is included in the Sarmi Lintas Mamberamo Raya KPHP area. This study aims to determine carbon stock value of the forest vegetation. The method to determine the location of the study using purposive sampling with line transect method to determine the density of vegetation. Furthermore, the method of calculation of the carbon stocks stored calculated using allometric equations. The results showed that the Irier Village Protected Forest Area has 21 trees belonging to 14 families with a total of 343 trees/ha. The value of biomass is 170.61 tons/ha and value of carbon stocks stored in timber stands is 80.18 tons/ha.

Key words: Carbon stocks; Irier village protected forest; Sewan; vegetation

PENDAHULUAN

Vegetasi adalah kumpulan beberapa tumbuhan yang terdiri dari beberapa jenis dan hidup bersama pada suatu tempat. Di antara individu-individu tersebut terdapat interaksi yang erat antara tumbuhan itu sendiri maupun dengan hewan yang hidup dalam vegetasi itu dan faktor-faktor lingkungan (Martono, 2012). Dalam ilmu ekologi, suatu cara untuk mengetahui jenis-jenis tumbuhan dalam suatu habitat adalah analisis vegetasi atau analisis komunitas tumbuhan.

Hutan Lindung Irier (HLI) yang berada di Kampung Sewan Distrik Sarmi Timur memiliki kawasan seluas 750 ha atau seper enam dari luas

totalnya yaitu 4.488,69 ha. Hutan Lindung Irier merupakan salah satu hutan yang termasuk daerah Kawasan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Unit XXI Lintas Sarmi Mamberamo Raya dengan letak geografis 2°16'39,79" LS - 139° 32' 52,73' BT yang diubah dan ditetapkan melalui Keputusan Menteri Kehutanan 759/Menhut-II/2012 dengan luas kawasan ± 255.812 ha yang terdiri dari Hutan Lindung (± 50.429 ha), Hutan Produksi (± 46.105 ha), dan Hutan Produksi Terbatas (± 159.217 ha) (Sorondanya, 2014).

Seorang narasumber dari KPHP Unit XXI Lintas Sarmi Mamberamo Raya menginformasikan bahwa pengelolaan di HLI perlahan-lahan menjadi tidak lestari dikarenakan beberapa faktor yaitu menyangkut kepentingan ekonomi masyarakat dan penegakan hukum yang lemah. Hal ini memicu kerusakan hutan dan mengganggu fungsi HLI. Permasalahan lain yang dihadapi KPHP Unit XXI Lintas Sarmi Mamberamo Raya adalah adanya penebangan kayu untuk kebutuhan bahan bangunan dan kayu

* Alamat korespondensi:

PS Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Cenderawasih, Jl. Kamp Wolker Perumnas 3 Waena, Jayapura, Papua. 99283.
E-mail: s.karma2020@gmail.com;
hefmitanjung@gmail.com

bakar oleh masyarakat lokal sekitar hutan. Terkait dengan HHBK, setiap musim buah matoa (*Pometia pinnata*), masyarakat berbondong-bondong ke dalam hutan untuk mengambilnya dengan cara ditebang. Kondisi tersebut diperparah dengan masih minimnya data hasil hutan kayu maupun hasil hutan non kayu karena kurangnya tenaga teknis.

Penebangan yang masih masif dan destruktif akan menimbulkan masalah serius berupa terganggunya tata air di HLI. Penebangan liar juga menimbulkan dampak lain berupa pelepasan gas karbondioksida (CO_2) ke atmosfer yang secara kumulatif berujung pada munculnya pemanasan global (*global warming*) dan perubahan iklim akibat *illegal logging*. Oleh karenanya, upaya pelestarian hutan mutlak dilakukan karena hutan merupakan penyerap karbon terbesar dan memainkan peranan yang penting dalam siklus karbon global dan dapat menyimpan karbon 10 kali lebih besar (Tuah *et al.*, 2017).

Cadangan karbon yang dihasilkan oleh suatu vegetasi atau tegakan hutan dapat diperoleh dengan memperkirakan nilai biomassa (Selviana, 2021; Sutaryo, 2009; Agus *et al.*, 2011). Karbon merupakan produk dari produksi biomassa yang terbentuk dikurangi dengan total yang hilang melalui jaringan akar, cabang, dan daun serta penyakit, sisanya tergabung di dalam struktur yang tersimpan dalam pohon (Manuri *et al.*, 2011; Selviana, 2012). Karbon merupakan komponen penyusun biomassa tanaman, kandungannya sekitar 45-50% dari bahan kering tanaman (Sutaryo, 2009).

Pendugaan emisi dan penyerapan karbon oleh aktivitas kehutanan di Indonesia (TPTI, HTI, deforestasi, reboisasi, penghijauan, hutan rakyat, hutan alam) dapat menggunakan metode *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, yaitu dengan cara menggunakan biomassa tanaman (Selviana, 2012; Aloisius, 2016). Untuk mengetahui potensi cadangan karbon di Kawasan HLI Kampung Sewan Distrik Sarmi Timur Kabupaten Sarmi, dibutuhkan suatu penelitian. Penelitian ini nantinya dapat mengidentifikasi langkah-langkah prioritas yang perlu dilakukan

untuk menjaga kelestarian fungsi HLI di masa depan.

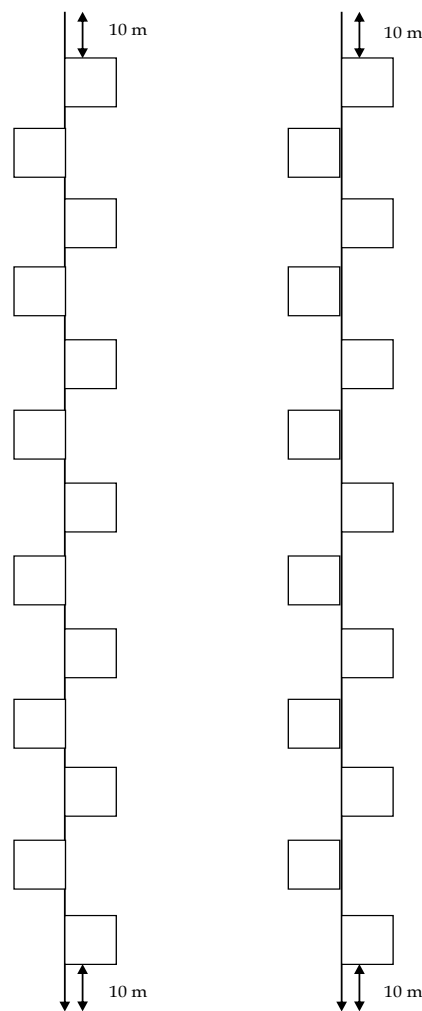
METODE PENELITIAN

Waktu Penelitian dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2019 hingga Januari 2020. Penelitian dilakukan di Hutan Lindung Irier (HLI) Kampung Sewan Distrik Sarmi Timur Kabupaten Sarmi, Papua.

Metode Pengamatan Jenis Pohon

Penentuan garis transek secara *Purposive Sampling* sepanjang ukuran 1.000 m x 100 m dengan jarak antar garis transek 50 m sehingga di



Gambar 1. Desain transek pengambilan sampel

lapangan ada 2 garis rintis (Gambar 1). Pada transek tersebut dibuat plot pengamatan 20 m x 20 m untuk tingkat pohon dengan diameter batang \geq 10 cm sehingga dalam tiap garis rintis ada 13 plot sehingga total ada terdapat 26 plot.

Pendugaan Cadangan Karbon Pada Tegakan Pohon

Volume tegakan/kayu

Penentuan volume tegakan, menggunakan rumus (Hairiah & Rahayu, 2007):

$$V = \pi r^2 t$$

di mana:

V : volume (m³)

π : 3,14

r : jari-jari pohon

t : Tinggi pohon/tegakan

Perhitungan Biomassa

Perhitungan biomassa pohon menggunakan persamaan allometrik yang dikembangkan oleh Ketterings *et al.*, (2001) dan Brown & Lugo (1984) dalam Trimanto (2014):

$$W = 0,11 \rho D^{2,62}$$

$$W = 0,118 D^{2,53} \text{ (Jika data } \rho \text{ tidak ada)}$$

di mana:

W = biomassa (kg)

ρ = berat jenis kayu

D = diameter setinggi dada

Berat jenis kayu ditentukan berdasarkan atas nilai tetapan yang telah tersedia (Tabel 1). Nilai tersebut diperlukan untuk menentukan biomassa pohon.

Potensi Karbon

Pendugaan potensi karbon diketahui dengan mengalikan biomassa dengan fraksi karbon berdasarkan hasil konferensi *Intergovernmental Panel On Climate Change/IPCC* (2006) dalam Puspaningrum (2018):

$$C = W \times 0,47$$

di mana:

C = karbon (kg)

W = biomassa

0,47 = fraksi karbon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Jenis Pohon

Hasil sampling jenis pohon di Kawasan Hutan Lindung Irier Kampung Sewan, ditemukan 21 jenis yang termasuk dalam 14 famili (Tabel 2).

Tabel 1. Berat jenis kayu dari berbagai jenis di Indonesia

No	Nama Ilmiah	Nama Umum/ Nama Lokal	Berat Jenis Kering (g/cm ³)
1.	<i>Adenantha pavonina</i> L.	-	0,80
2.	<i>Agathis labillardieri</i> Warb.	Damar	0,6
3.	<i>Aglalia</i> spp.	Tamen	0,66
4.	<i>Albizia falcate</i> Backer	Sengon laut	0,32
5.	<i>Aleurites moluccana</i> Willd.	Kemiri	0,34
6.	<i>Alstonia scholaris</i> R.Br	Pulai	0,27
7.	<i>Anthocephalus cadamba</i> Mlq.	Jabon	0,30
8.	<i>Araucaria cunninghamii</i> Sw.	Damar laki-laki	0,4
9.	<i>Artocarpus communis</i> J.R. & G Forst.	Sukun	0,36
10.	<i>Bischoffia javanica</i> Bl.	Gadog/Dafoa/Difir	0,73
11.	<i>Buchanania arborescens</i> Bl.	Poh-Pohan/Terenti	0,55
12.	<i>Calophyllum</i> spp.	Bintangur/Tikfer	0,5
13.	<i>Camptosperma brevipetiolata</i> Volk.	Terentang	0,3
14.	<i>Cananga odorata</i> Hook f.et Th.	Kenanga	0,35
15.	<i>Canarium indicum</i> L.	Kenari	0,56

Dari 14 famili terdapat dua famili yang mendominasi vegetasi di lokasi penelitian yaitu famili Fabaceae dan Sapindaceae, selanjutnya diikuti dengan famili Myristicaceae, Myrtaceae, Clusiaceae, Moraceae dan Cannabaceae. Jumlah jenis yang ditemukan pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan diperoleh dalam penelitian yang dilakukan oleh Kabelen & Warpur (2009) di Kawasan Hutan Kampung Sewan, yang berhasil mengidentifikasi 34 jenis vegetasi. Hal utama penyebab komposisi jenis vegetasi semakin berkurang diduga akibat produksi Izin Usaha

Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) yang dilakukan oleh perusahaan yang mengantongi izin tersebut pada area hutan alam yang berbatasan dengan hutan lindung. Perusahaan tersebut telah beroperasi selama \pm 20 tahun dan memungkinkan terjadinya penurunan jenis vegetasi secara perlahan-lahan. Dominansi tumbuhan Sapindaceae (jenis *Pometia pinnata*) dan Fagaceae (*Intsia bijuga*) telah umum ditemukan di dataran rendah Papua. Menurut Suharno *et al.* (2021) kelompok tumbuhan ini mempunyai distribusi luas di Papua, termasuk di kawasan

Tabel 1. Berat jenis kayu (lanjutan).

No	Nama Ilmiah	Nama Umum/ Nama Lokal	Berat Jenis Kering (g/cm ³)
16	<i>Celtis latifolia</i> PLANCh.	Kayu lulu	0,60
17	<i>Cerbera floribunda</i> K. Schum.	Brebong	0,49
18	<i>Chisocheton ceramicus</i> Miq.	Kuto	0,50
19	<i>Cryptocaria palmerensis</i> Allen.	Massoia	0,34
20	<i>Dillenia</i> spp.	Simpoer	0,65
21	<i>Diosphyros pylosanthera</i> Blanco.	Kayu Hitam	0,66
22	<i>Dracontomelum edule</i> Merr.	Dahoe	0,50
23	<i>Dysoxylum acutangulum</i> Miq.	Dysox	0,66
24	<i>Elaeocarpus sphaericus</i> K. Schum	Genitri	0,46
25	<i>Elmerrillia papuana</i> Dandy.	Hui/Elmerile	0,43
26	<i>Endospermum medullosum</i> L.S. Sm.	Sendok-sendok	0,38
27	<i>Eucalyptus</i> spp.	Nifoek	0,85
28	<i>Eugenia</i> spp.	Gelam/Kalek	0,66
29	<i>Evodia</i> spp.	Zodia	0,40
30	<i>Flindersia amboinensis</i> Polr.	Silver Ash	0,36
31	<i>Ganua boerlagema</i> Dub.	-	0,64
32	<i>Garcinia</i> spp.	Koyer/Kwaijar	0,57
33	<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.	Pajora	0,55
34	<i>Haplolobus floribundus</i> H.J.L.	Kambanteu	0,45
35	<i>Heritiera sylvatica</i> Vid.	-	0,74
36	<i>Hernandia ovigera</i> L.	Kampis/Bengkak	0,30
37	<i>Homalium foetidum</i> Bth.	Gia/Aranga/Oek	0,86
38	<i>Hopea papuana</i> Diels.	Balau	0,66
39	<i>Horsfieldia sylvestris</i> Warb.	Ibumbottegla	0,40
40	<i>Intsia bijuga</i> OK.	Merbau	0,66
41	<i>Koordersiodendron pinnatum</i> Merr.	Bugis/Rangu/Krepau	0,75
42	<i>Lithocarpus rufovillosus</i> Rhd.	Pasang	0,73
43	<i>Litsea</i> spp.	Medang	0,45
44	<i>Manilkara fasciculate</i> H.JL et M.G	Sawo	0,90
45	<i>Maniltoa</i> spp.	Menai/Koetakwa/Kantom	1,03

Mamberamo, Papua.

Komposisi jenis tegakan yang ditemukan, akan memengaruhi besarnya biomassa pohon yang ada di lokasi penelitian. Dari 21 jenis tegakan yang diliput memiliki nilai berat jenis yang sangat beragam. Jenis dengan jumlah individu tertinggi *P. pinnata*, *Myristica speciosa*, dan *I. bijuga* memiliki berat jenis antara 0,5–0,66 g/cm³. Area yang tersusun dari jenis-jenis pohon dengan berat jenis kayu yang tinggi, biomasannya akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan lahan yang tersusun dari jenis kayu yang memiliki berat jenis rendah (Zulkifli *et al.*, 2011).

Jenis-jenis vegetasi yang ditemukan pada

Kawasan HLI Kampung Sewan adalah jenis-jenis yang umum ditemukan pada hutan hujan tropik dataran rendah Papua dan tumbuh secara alami seperti famili Moraceae dan Myristicaceae (Kartikasari *et al.*, 2012). Sebagian besar jenis pohon yang terliput, dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti bahan bangunan rumah, pembuatan pagar dan jembatan, serta kayu bakar.

Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Pada Tegakan Pohon

Proporsi terbesar penyimpanan karbon di daratan umumnya terdapat pada komponen

Tabel 1. Berat jenis kayu (lanjutan).

No	Nama Ilmiah	Nama Umum/ Nama Lokal	Berat Jenis Kering (g/cm ³)
46	<i>Mastixiodendron pachyclados</i> Melch.	Lancat	0,70
47	<i>Metrosideros</i> spp.	-	1,20
48	<i>Myristica</i> spp.	Pala Utan	0,64
49	<i>Nauclea orientalis</i> L.	Kayu Kuning	0,65
50	<i>Octomeles sumatrana</i> Miq.	Binuang	0,30
51	<i>Palaquium amboinense</i> Burch.	Nyatuh	0,40
52	<i>Pentaphalangium pachycarpum</i> A.C.Sm.	Petaroke/Heupatanleuke	0,78
53	<i>Pericopsis mooniana</i> Thw.	Kayu-kuku	0,70
54	<i>Pimeleodendron amboinicum</i> Hassk.	Ore/Koergon/Krowon	0,57
55	<i>Planchonella</i> spp.	-	0,45
56	<i>Podocarpus blumei</i> Endl.	Kayu Cina	0,61
57	<i>Pometia</i> spp.	Matoa	0,50
58	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	Angsana	0,63
59	<i>Pterocymbium</i> spp.	-	0,35
60	<i>Pterygota horsfieldii</i> Kosterm.	Impa	0,88
61	<i>Semecarpus papuana</i> Lauth.	-	0,47
62	<i>Sloanea pullei</i> A. C. Sm.	-	0,43
63	<i>Spondias dulcis</i> Kurz.	Kedondong Utan	0,43
64	<i>Sterculia</i> spp.	Waoet	0,32
65	<i>Syzygium versteegii</i> M et P.	Jambu	0,66
66	<i>Terminalia catappa</i> L.	Ketapang	0,50
67	<i>Tetrameles nudiflora</i> R.Br.	Kapong/Sompong	0,26
68	<i>Toona sureni</i> Meer.	Surian	0,40
69	<i>Tristania</i> spp.	Joelle	1,10
70	<i>Vitex cofassus</i> Reinw.	Gapusa	0,60

tegakan pohon (Hairiah & Rahayu, 2007). Pendugaan potensi cadangan karbon dalam suatu tegakan dapat dilihat dari besarnya potensi biomassa yang ada. Biomassa dapat memberikan dugaan cadangan karbon pada vegetasi hutan karena karbon merupakan komponen penyusun biomassa tumbuhan yang kandungannya sekitar 45-50% bahan kering (Hairiah *et al.*, 2001). Sehingga dalam estimasi potensi cadangan karbon kurang lebih setengah dari potensi biomasanya, yang berarti peningkatan jumlah biomassa akan meningkatkan jumlah potensi cadangan karbon. Setiap penambahan kandungan biomassa akan diikuti oleh penambahan kandungan karbon. Ini menjelaskan bahwa karbon dan biomassa memiliki kolerasi yang positif sehingga apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun

penurunan biomassa akan menyebabkan peningkatan atau penurunan kandungan karbon.

Hasil perhitungan biomassa tegakan dari 26 plot sampling menunjukkan hasil yang bervariasi. Plot sampling dengan biomassa total terendah pada plot 21 dan 19 dengan biomassa 60,01 dan 69,99 ton/ha dan plot dengan nilai biomassa tertinggi pada plot 2 dan 3 dengan nilai biomassa 840,30 dan 714,13 ton/ha dengan rata-rata biomassa 170,61 ton/ha yang menunjukkan kemiripan dengan biomassa pada hutan dataran rendah di dataran rendah Papua Bagian Utara. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Maulana *et al.* (2010) di daerah hutan dataran rendah Kabupaten Jayapura, memperoleh nilai biomassa berkisar antara 119,60-186,17 ton/ha.

Biomassa tegakan merupakan hasil

Tabel 2. Komposisi jenis vegetasi pada Kawasan Hutan Lindung Irier Kampung Sewan.

No	Nama		Umum	Jumlah Individu
	Famili	Spesies		
1	Arecaceae	<i>Oncosperma tigillarum</i>	Nibung	16
2	Burseraceae	<i>Canarium</i> sp.	Kenari	7
3	Cannabaceae	<i>Celtis</i> sp.	Kayu lulu	23
4	Clusiaceae	<i>Calophyllum</i> sp.	Bintangur	11
		<i>Garcinia</i> sp.	-	18
5	Dipterocarpaceae	<i>Hopea</i> sp.	Balau	9
6	Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	Kayu hitam	10
7	Euphorbiaceae	<i>Macaranga gigantea</i>	Merkubung	12
		<i>Macaranga</i> sp.		13
8	Fabaceae	<i>Albizia falcata</i> Backer.	Sengon laut	16
		<i>Albizia</i> sp.		24
		<i>Intsia bijuga</i> OK.	Merbau	25
		<i>Intsia palembanica</i>		7
9	Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	Kayu manis	12
10	Moraceae	<i>Ficus tinctoria</i>	-	9
		<i>Ficus</i> sp.	-	14
11	Myristicaceae	<i>Myristica speciosa</i>	Pala hutan	36
12	Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.		14
		<i>Syzygium versteegii</i> Merr. & L.M. Perry	Jambu air hutan	22
13	Rubiaceae	<i>Nauclea orientalis</i> L.	Gempol	8
14	Sapindaceae	<i>Pometia pinnata</i> Forst.	Matoa	37
Jumlah		21		343

penambahan CO₂ dari atmosfer yang diproses melalui fotosintesis, disimpan pada area batang pohon, sehingga semakin besar diameter dan tinggi pohon akan berkorelasi dengan penambahan nilai biomassa (Adinugroho *et al.*, 2006). Nilai biomassa umumnya identik dengan produktivitas, semakin tinggi nilai biomassa maka semakin tinggi produktivitas suatu hutan (Sutaryo, 2009; Manuri *et al.*, 2011). Hasil biomassa yang diperoleh di Kawasan Hutan Kampung Sewan menunjukkan hutan tersebut memiliki produktivitas yang tergolong tinggi.

Pendugaan cadangan karbon diperoleh hasil, rata-rata kandungan karbon pada tegakan di Kawasan Hutan Kampung Sewan adalah 80,18

ton/ha. Hasil serupa dijumpai pada penelitian yang dilakukan di hutan dataran rendah Kabupaten Jayapura yang dilakukan oleh Maulana *et al.* (2010), diperoleh kandungan karbon pada tegakan di hutan dataran rendah berkisar antara 55,01–85,64 ton/ha.

Variasi kandungan karbon dapat berbeda antara satu area dengan area yang lain (Sutaryo, 2009; Arifanti *et al.*, 2014). Perbedaan tersebut cenderung dipengaruhi oleh berat jenis tegakan, umur tegakan, jumlah tegakan, diameter dan tinggi batang serta kualitas lingkungan tempat tumbuh tegakan (Arifanti *et al.*, 2014). Faktor-faktor tersebut yang menyebabkan variasi kandungan karbon pada plot sampling. Dari hasil

Tabel 3. Nilai total dugaan volume, biomassa, dan karbon pada 21 jenis tegakan pohon.

No Plot	Individu	Volume (m ³ /ha)	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
1	27	558,83	215,42	101,25
2	15	1223,66	840,30	394,94
3	14	1129,11	714,13	335,64
4	16	291,88	179,67	84,45
5	10	244,79	114,37	53,75
6	20	247,11	107,77	50,65
7	13	248,86	77,19	36,28
8	15	436,06	166,68	78,34
9	12	197,51	88,80	41,74
10	10	166,07	90,25	42,42
11	13	352,00	157,66	74,10
12	14	284,94	123,93	58,25
13	9	159,10	95,22	44,75
14	9	291,83	136,79	64,29
15	8	215,07	115,75	54,40
16	11	323,91	110,47	51,92
17	12	385,52	160,09	75,24
18	12	199,45	97,23	45,70
19	7	179,96	69,09	32,47
20	12	163,98	77,42	36,39
21	10	118,56	60,01	28,21
22	15	243,13	78,68	36,98
23	16	449,10	138,19	64,95
24	12	217,26	118,30	55,60
25	12	393,15	142,84	67,13
26	16	459,37	159,79	75,10
Total	340	9180,21	4.436,02	2.084,93
Rerata	13	255	170.61	80.18

pendugaan potensi karbon yang tersimpan di Kawasan Hutan Lindung Irier Kampung Sewan menunjukkan fungsi hutan sebagai penambat karbon, berfungsi dengan baik yang didukung oleh keragaman dan kepadatan jenis serta kondisi lingkungan yang menyediakan sinar matahari, ketersediaan air dan jenis tanah yang mengandung nutrisi yang cukup sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung dengan maksimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kawasan Hutan Lindung Irier (HLI) Kampung Sewan Distrik Sarmi Timur Kabupaten Sarmi, dapat disimpulkan bahwa nilai biomassa pada tegakan sebesar 170,61 ton/ha dan cadangan karbon pada tegakan sebesar 80,18 ton/ha yang menunjukkan bahwa cadangan karbon yang tersimpan tergolong tinggi untuk tipe tutupan hutan dataran rendah Papua Bagian Utara.

Beberapa saran untuk diperhatikan sehubungan dengan peranan hutan dari segi ekologi antara lain: perlu adanya kegiatan penghijauan di daerah yang terbuka untuk mengembalikan keadaan hutan yang sudah terganggu, dibutuhkan penelitian-penelitian mengenai pendugaan cadangan karbon pada masing-masing jenis tegakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W. Catur dan K. Sidiyasa. 2006. Model Pendugaan Biomassa Pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) Di Atas Permukaan Tanah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 3(1): 103-117.
- Agus, F., K. Hairiah, dan A. Mulyani. 2011. Pengukuran cadangan karbon tanah gambut. Petunjuk Praktis. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP), Bogor, Indonesia.
- Aloisius, P.R. 2016. Potensi cadangan karbon di hutan sekunder areal konsesi KSU Jibogo, Kabupaten Jayapura. [Tesis]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Cenderawasih, Jayapura.
- Arifanti, V.B., I. Wayan S. Dharmawan, dan D. Wicaksono. 2014. Potensi cadangan karbon tegakan hutan sub montana di Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 11(1): 13-31.
- Dinas Kehutanan Daerah Tingkat I Irian Jaya. 1976. Mengenal beberapa jenis kayu Irian Jaya. *Buku Identifikasi*. Jayapura.
- Hairiah, K. S.M. Sitompul, M. van Noordwijk, and C.A. Palm. 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. *ASB Lecture Note 4B*. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). Bogor.
- Hairiah, K., dan S. Rahayu. 2007. *Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Kabelen, F., dan M. Warpur. 2009. Struktur, komposisi jenis pohon dan nilai ekologi vegetasi kawasan hutan di Kampung Sewan, Distrik Sarmi, Kabupaten Sarmi. *Jurnal Biologi Papua*. 1(2): 72-80.
- Kartikasari, S.N., A.J. Marshall, dan B.M. Beehler. 2012. *Ekologi Papua*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta. hal. 512.
- Ketterings, Q.M., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau, and C.A. Palm. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above- 198 Onrizal, Ismail, Perbatakusuma, Sudjito, Supriatna, & Wijayanto ground tree biomass in mixed secondary forests. *For. Ecol. & Manage*. 146: 199-209.
- Manuri, S., C.A.S. Putra dan A.D. Saputra. 2011. Tehnik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation - GIZ. Palembang.
- Martono, S.D. 2012. Analisis vegetasi dan asosiasi antara jenis-jenis pohon utama penyusun hutan tropis dataran rendah di Taman Nasional Gunung Rinjani Nusa Tenggara Barat. *Agri-tek*. 13(2): 18-27.
- Maulana, S.I. 2010. Pendugaan densitas karbon tegakan hutan alam di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 7(4): 261-274.
- Puspaningrum, D. 2018. Nilai ekonomi tanaman kemiri (*Aleurites moluccana*) pada sistem agroforestri. *Jurnal Agropolitan*. 5(1): 21-27.
- Selviana, V. 2012. Pendugaan potensi volume, biomassa, dan cadangan karbon tegakan di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Sorondanya, K.C. 2014. Rencana pengelolaan kesatuan pengelolaan hutan produksi (KPHP) model register XXI Lintas Kab.Sarmi - Mamberamo Raya. Jayapura.
- Suharno, A. Kadir, E. Sembiring, A.D. Masiki, T. Mubarak, N. Lessil, L.D. Ratnawati, D. Idris, and J.G. Imbenai. 2021. Population estimation of freshwater crocodiles (*Crocodylus novaeguineae*) and tree vegetation diversity at wildlife reserve of Mamberamo Foja, Papua, Indonesia. *Biodiversitas*. 22(7): 2928-2936.

- Sutaryo, D. 2009. Penghitungan biomassa, Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Trimanto. 2014. Analisis vegetasi dan estimasi biomassa stok karbon pohon pada tujuh Hutan Gunung, Suaka Alam Pulau Bawean Jawa Timur. *Berita Biologi*. 13(3): 321-332.
- Tuah, N., R. Sulaeman, dan Y. Defri. 2017. Penghitungan biomassa dan karbon di atas permukaan tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio Kabupaten Kampar. *JOM Faperta UR*. 4(1) : 1-10.
- Zulkifli, H., Y. Windusari, L. Yustian, dan D. Herlinawati. 2011. Kandungan cadangan karbon pada area suksesi industri pertambangan di Papua: Mitigasi dampak perubahan iklim. Prosiding Semirata Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat Tahun 2011. Hal. 1124-1131.