

Pendugaan Potensi Biomassa dan Nilai Ekonomi Serapan Karbon Tegakan di Hutan Rakyat Desa Plosorejo, Kerjo, Karanganyar, Jawa Tengah

Depas Isa Bela¹, Rissa Rahmadwiati^{1*}, dan Rezky Lasekti Wicaksono¹

¹Program Studi Pengelolaan Hutan, Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta, Ketingan, Surakarta, Indonesia; email: rahmadwiati.r@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

CO₂ adalah gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Upaya mitigasi perubahan iklim adalah mempertahankan hutan rakyat. Vegetasi hutan rakyat memiliki peran penting yaitu menyerap gas rumah kaca, seperti CO₂ melalui fotosintesis dan menyimpannya bentuk biomassa serta memiliki nilai ekonomi. Pentingnya peran hutan rakyat dalam upaya mitigasi perubahan iklim, maka penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi potensi biomassa, karbon yang tersimpan, serta dampak ekonomi dalam penyerapan karbon tegakan di Hutan Rakyat Desa Plosorejo. Sampel diambil menggunakan metode *purposive sampling* dengan kombinasi *systematic sampling with random star*. *Intensitas sampling* yang digunakan sebesar 1% dari luas hutan rakyat sebesar 194 ha. Hasil penelitian menunjukkan Hutan Rakyat Desa Plosorejo memiliki 702 individu tanaman pada fase pohon dan tiang, terdiri dari 13 jenis pohon penyusun, yang didominasi oleh sengon, jati dan durian. Biomassa total mencapai 4.540 ton/ha, nilai cadangan karbon tegakan mencapai 2.140,28 ton/ha, nilai penyerapan karbon sebesar 7.825,8 ton/ha. Selanjutnya, nilai ekonomi penyerapan karbon seluruh hutan rakyat Desa Plosorejo mencapai Rp1.224.330.758,4 dihitung berdasarkan harga karbon 10 USD per ton dan kurs Rp15.644,80/USD. Hasil ini menunjukkan pentingnya peran hutan rakyat dalam mitigasi perubahan iklim serta potensinya.

Kata kunci: Desa Plosorejo, Hutan rakyat, Karbon, Nilai Ekonomi, Serapan Karbon

ABSTRACT

CO₂ is a greenhouse gas that contributes to climate change. Climate change mitigation efforts are to maintain community forests. Community forest vegetation has an important role, namely absorbing greenhouse gases, such as CO₂ through photosynthesis and storing it in the form of biomass and has economic value. The important role of community forests in mitigating climate change means this research was conducted to estimate the potential for biomass, stored carbon, and the economic impact of sequestering standing carbon in the Plosorejo Village Community Forest. Samples were taken using a purposive sampling method with a combination of systematic sampling with random stars. The sampling intensity used was 1% of the community forest area of 194 ha. The results of the research show that the Plosorejo Village Community Forest has 702 individual plants in the tree and pole phases, consisting of 13 types of trees, which are dominated by sengon, teak and durian. The total biomass reached 4,540 tons/ha, the standing carbon reserve value reached 2,140.28 tons/ha, the carbon absorption value was 7,825.8 tons/ha. Furthermore, the economic value of carbon absorption throughout the community forests of Plosorejo Village reached IDR 1,224,330,758.4 calculated based on a carbon price of 10 USD per ton and an exchange rate of IDR 15,644.80/USD. These results show the important role of community forests in mitigating climate change and their economic potential.

Keywords: Plosorejo Village, Community Forest, Carbon, Economic Value, Carbon Sequestration

Citation: Bela D. I., Rahmadwiati, R., dan Wicaksono, R. L., (2025). Pendugaan Potensi Biomassa dan Nilai Ekonomi Serapan Karbon Tegakan di Hutan Rakyat Desa Plosorejo, Kerjo, Karanganyar, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 286-294, doi:10.14710/jil.23.1.286-294

1. PENDAHULUAN

Gas rumah kaca (GRK) merupakan jenis gas dalam atmosfer yang dapat menyerap dan memantulkan kembali radiasi matahari yang dipancarkan ke bumi. Semakin tinggi konsentrasi gas rumah kaca, semakin banyak radiasi matahari yang terperangkap di atmosfer, yang mengakibatkan peningkatan suhu

bumi (IPCC, 2019). Gas karbon dioksida (CO₂) berasal dari berbagai kegiatan, baik alamiah seperti kebakaran hutan dan letusan gunung berapi, maupun kegiatan manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor dan industri (Latief, 2007). Kegiatan manusia tersebut dapat meningkatkan kadar gas rumah kaca (GRK), terutama karbon dioksida (CO₂),

di atmosfer, menyebabkan kenaikan suhu global mencapai 1,1°C pada periode 2011-2020 (IPCC, 2023). Peningkatan suhu tidak boleh melewati batas 1,5°C yang disepakati dalam Perjanjian Paris, yang juga bertujuan untuk membatasi kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2°C dibandingkan dengan era pra-industri. Jika suhu global terus meningkat dan mencapai ambang batas yang disepakati, dapat menimbulkan risiko terhadap sumber daya alam, seperti ketahanan pangan dan air, kesehatan manusia, perekonomian, dan kerusakan lingkungan (IPCC, 2018). Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan bencana hidrometeorologi, seperti banjir, badai, perubahan musim, dan kemarau yang panjang (Utami, 2019). Berdasarkan data Global Carbon Project (GCP) tahun 2021, Indonesia menghasilkan sekitar 1,67% atau 619 juta ton emisi karbon dari total emisi global dan menempati peringkat kesembilan sebagai negara penghasil emisi karbon terbesar di dunia (GCP, 2021). Salah satu penyumbang utama emisi karbon adalah deforestasi, kebakaran hutan, dan konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit, lahan pertanian, pertambangan, urbanisasi, dan pemukiman, dengan laju deforestasi selama 10 tahun terakhir (2013-2022) mencapai 13,56 juta hektar (GFW, 2022). Salah satu cara untuk mengurangi emisi GRK terutama karbon dioksida (CO₂), ke atmosfer adalah dengan meningkatkan penyerapan dan penyimpanan karbon dalam biomassa tumbuhan. Menurut Butarbutar (2009), konsentrasi CO₂ di atmosfer dapat diperkecil melalui penyerapan oleh vegetasi hutan. Vegetasi di dalam hutan memiliki peran penting dalam menyerap gas rumah kaca seperti CO₂ dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk biomassa (Purwitasari, 2011). Biomassa ini terdapat dalam berbagai bagian tubuh pohon, termasuk akar, batang, daun, dan cabang (Zaki et al., 2018). Perbedaan dalam pemulihan biomassa juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kerapatan vegetasi, variasi dalam diameter pohon, dan distribusi berat jenis vegetasi.

Upaya untuk meningkatkan penyerapan karbon melalui pembangunan hutan dapat dilakukan baik di kawasan hutan negara maupun hutan pribadi. Menurut Darusman dan Didik (1998), hutan rakyat memiliki potensi yang besar dalam hal jumlah jenis pohon yang dapat ditanam. Keberadaan hutan rakyat memiliki potensi untuk menjadi reservoir karbon yang memiliki nilai ekonomi. Desa Plosorejo adalah salah satu lokasi yang berpotensi untuk pengembangan hutan rakyat di wilayah Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar. Saat ini, informasi mengenai sejauh mana kemampuan hutan rakyat di Desa Plosorejo menyerap CO₂ belum tersedia, sehingga diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi potensi biomassa dan nilai ekonomi penyerapan karbon di hutan rakyat Desa Plosorejo.

Berdasarkan latar belakang, muncul rumusan masalah untuk penelitian ini, yaitu potensi biomassa, karbon, serapan CO₂, dan nilai ekonomi potensi serapan karbon di tegakan hutan rakyat Desa Plosorejo, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi biomassa, karbon, serapan CO₂ dan potensi nilai ekonomi serapan CO₂ di tegakan hutan rakyat Desa Plosorejo, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang peranan hutan rakyat dalam menghasilkan biomassa tegakan, cadangan karbon, dan serapan CO₂ pada hutan rakyat di Desa Plosorejo, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar. Dapat memberikan pengetahuan terkait kontribusi Hutan rakyat dalam bentuk jasa lingkungan (penyimpanan dan penyerapan karbondioksida). Dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai potensi hutan rakyat dalam penyimpanan dan penyerapan karbon.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Desa Plosorejo, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar (Gambar 1) pada bulan Maret 2023. Alat yang digunakan adalah roll meter, haka hypsometer, phi band, tally sheet, kamera handphone. Sampel yang digunakan adalah tegakan yang berada di hutan rakyat Desa Plosorejo, Kecamatan Kerjo, Kabupaten Karanganyar.

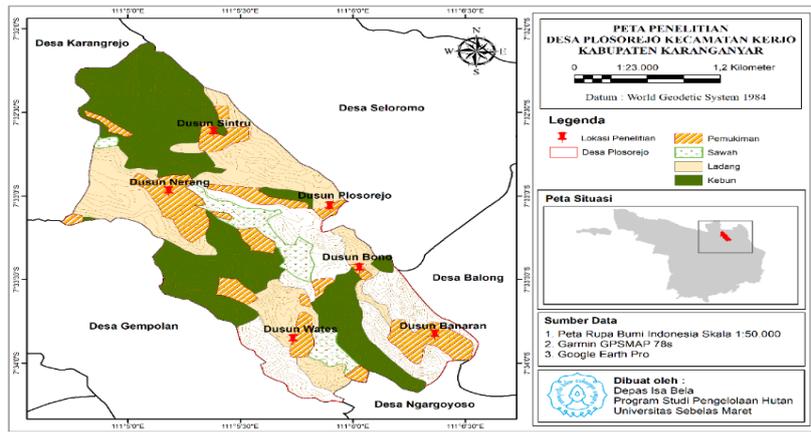
Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan kombinasi *systematic sampling with random start*. Kepemilikan hutan rakyat yang dipilih merupakan anggota KTH desa yang memiliki lahan dengan pola polikultur ataupun agroforestry. Pengambilan sampel plot ukuran berbentuk persegi dengan ukuran sebesar 20 m × 20 m untuk tegakan pohon, plot ukuran 10 m × 10 m untuk tegakan tiang. Menurut Umroni (2012) intensitas sampling ditentukan berdasarkan tingkat ketelitian, biaya, serta kemampuan inventor. Pada penelitian ini menggunakan *Intensitas sampling* (IS) sebesar 1%.

Analisis data dilakukan dengan menghitung kerapatan tegakan, volume pohon, total potensi biomassa tegakan, cadangan karbon, serapan CO₂ dan nilai ekonomi potensi serapan karbon.

2.1. Kerapatan Tegakan

Penilaian kerapatan tegakan berdasarkan nilai kerapatan jumlah batang tegakan dalam satuan luas. Kerapatan tegakan dihitung berdasarkan rumus Indriyanto (2010).

$$\text{Kerapatan (K)} = \frac{\text{Jumlah individu}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2. Pendugaan Volume Pohon

Pendugaan volume tegakan pada tingkat pertumbuhan tiang dan pohon dilakukan menggunakan perhitungan berdasarkan diameter setinggi dada (dbh) dan tinggi total pohon dengan rumus geometrik (Krisnawati et al. 2012):

$$Vt = 14 \times \pi \times d^2 \times t \times f$$

Keterangan:

- Vt = Volume silinder terkoreksi (m³)
- π = Phi (3,14)
- d = Diameter setinggi dada (cm)
- t = Tinggi total pohon (m)
- t = Tinggi total pohon (m)
- f = Angka bentuk pohon

Apabila data faktor bentuk tidak tersedia, maka dapat digunakan faktor bentuk 0,6 dikemukakan oleh Krisnawati et al. (2012).

2.3. Pendugaan Total Potensi Biomassa Tegakan

Pendugaan biomassa tegakan pada penelitian ini menggunakan metode *non-destruktif*. Perhitungan biomassa tegakan dihitung berdasarkan model *alometrik Ketterings et al.* (2001).

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

Keterangan:

- W = Biomassa (kg/pohon)
- ρ = Berat jenis kayu (g/cm³)
- D = Diamater setinggi dada (cm)

2.4. Pendugaan Cadangan Carbon

Pendugaan karbon dari biomassa berdasarkan IPCC (2006) menggunakan rumus berikut:

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

Keterangan:

- C = Kandungan karbon diatas permukaan tanah (ton/ha)
- B = Biomassa per hektar (ton.ha⁻¹)

2.5. Pendugaan Serapan CO₂

Pendugaan serapan CO₂ dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan IPCC (2006):

$$CO_2 = C \times F$$

Keterangan:

- CO₂ = Total dugaan karbondioksida (ton/ha)
- C = Kandungan karbon (ton/ha)
- F = Faktor konversi C ke CO₂ (3,67)

2.6. Nilai Ekonomi Potensi Serapan Karbon Dioksida

Dalam menentukan nilai ekonomi karbon dioksida pada penelitian ini, digunakan harga serapan karbon per ton sebesar 10 USD (Hutajalu et al, 2019).

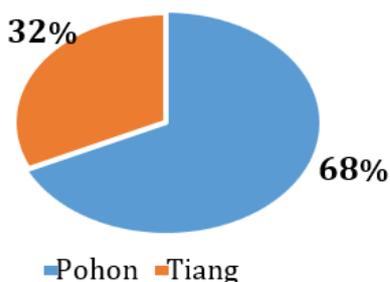
$$\text{Nilai ekonomi serapan karbon} = \sum C (ton) \times US\$1$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Plosorejo memiliki luasan hutan rakyat sebesar 194 ha, dan tersebar di enam dusun yaitu Dusun Wates, Bono, Sintru, Banaran, Ploso, Nerang. Hutan rakyat di Desa Plosorejo mempunyai sistem pembagian lahan yang terbagi menjadi pekarangan, tegalan dan kebun campuran. Pengambilan data tegakan dilakukan pada lahan tegalan dan kebun campuran. Terdapat 702 individu yang didominasi oleh pertumbuhan fase pohon sebesar 68% atau 476 individu dan fase tiang sebesar 32% atau 226 individu (Gambar 2).

Fase pohon lebih mendominasi dibandingkan fase tiang dilihat dari jenis penyusun pada kedua fase tersebut. Terdapat 13 jenis tumbuhan yang berada pada fase pohon, sedangkan pada fase tiang terdapat 12 jenis tanaman (Tabel 1).

Secara keseluruhan, terdapat 702 individu tegakan fase pohon dan fase tiang di hutan rakyat Desa Plosorejo, tiga jenis yang mendominasi di hutan rakyat Desa Plosorejo yaitu sengon (*Paraserianthes falcataria*) sebesar 30%, jati (*Tectona grandis*) sebesar 17,5% dan durian (*Durio zibethinus*) sebesar 16%. Hutan rakyat Desa Plosorejo memiliki beragam jenis tegakan pada fase pertumbuhan yang berbeda dan memiliki diameter pohon yang bervariasi. Sebaran diameter, jumlah tegakan fase tiang pada keseluruhan plot sampel disajikan pada Gambar 3.



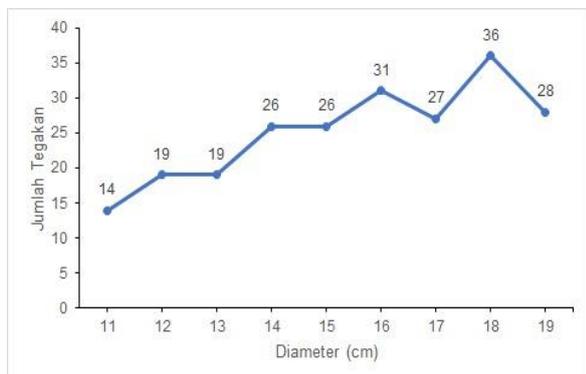
Sumber: Data Primer (2023)

Gambar 2. Persentase Fase Tiang dan Pohon pada Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo

Tabel 1. Jenis Tegakan Penyusun Hutan Rakyat Desa Plosorejo

No	Jenis	Nama Ilmiah	Jumlah tegakan			Persentase (%)
			Tiang	Pohon	Jumlah	
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	20	70	90	12,8
2.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	44	79	123	17,5
3.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	6	6	0,9
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	25	47	72	10,3
5.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	5	2	7	1
6.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	2	8	10	1,4
7.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	72	140	212	30
8.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	17	12	29	4
9.	Suren	<i>Toona sureni</i>	3	8	11	1,6
10.	Alpukat	<i>Persea americana</i>	5	7	12	1,7
11.	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	6	8	14	1,9
12.	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	2	4	6	0,9
13.	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	25	85	110	16
Total			226	476	702	100%

Sumber: Data Primer (2023)



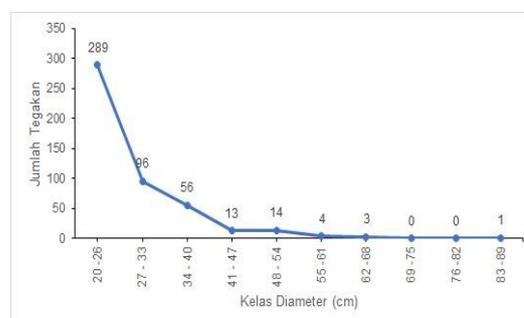
Sumber: Data Primer (2023)

Gambar 3. Sebaran Diameter dan Jumlah Tegakan pada Fase Tiang

Kelas diameter berukuran 11 cm berjumlah 14 individu, kelas diameter 12 cm dan 13 cm berjumlah yang sama yaitu: 19 individu, kelas diameter 14 cm dan 15 cm berjumlah yang sama yaitu: 26 individu, kelas diameter 16 cm berjumlah 31 individu, kelas diameter 17 cm berjumlah 27 individu, kelas diameter 18 cm berjumlah 36 individu, kelas diameter 19 cm berjumlah 28 individu. Sebaran diameter fase pohon tegakan di hutan rakyat Desa Plosorejo pada plot sampel disajikan pada Gambar 4.

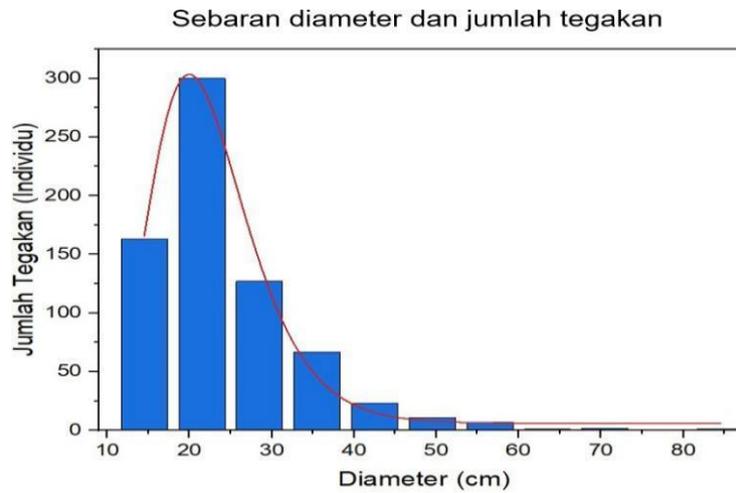
Sebaran diameter tegakan di hutan rakyat Desa Plosorejo pada fase pohon terbagi menjadi 10 kelas diameter dan panjang kelas 7 didominasi kelas diameter 20-26 cm memiliki jumlah 289 individu,

kelas diameter 27-33 cm memiliki jumlah yang sama yaitu 96 individu, kelas diameter 34-40 cm memiliki jumlah yang sama yaitu 56 individu, Menurut Fajri dan Saridan (2012), spesies dominan adalah spesies yang mempunyai kemampuan untuk mengontrol tempat tumbuh dan berkembangnya berdasarkan kondisi lingkungannya. Dominasi jenis tumbuhan pada hutan rakyat Desa Plosorejo tidak ditentukan berdasarkan kesesuaian lokasi penanaman, melainkan berdasarkan pengelolaan petani. Hutan rakyat Desa Plosorejo memiliki beragam jenis tegakan pada fase pertumbuhan yang berbeda dan memiliki diameter pohon yang bervariasi. Sebaran diameter dan jumlah tegakan secara keseluruhan disajikan pada Gambar 5.



Sumber: Data Primer (2023)

Gambar 4. Sebaran Diameter dan Jumlah Tegakan pada Fase Pohon



Sumber: Data Primer (2023)
Gambar 5. Sebaran Diameter dan Jumlah Tegakan secara Keseluruhan

Tegakan yang berada di hutan rakyat Desa Plosorejo memiliki ukuran diameter yang sangat bervariasi. Pratama *et al.* (2016) menyatakan bahwa ukuran diameter tumbuhan dipengaruhi oleh hasil dari proses fotosintesis, dimana tumbuhan menyerap karbon dioksida dari udara untuk menghasilkan karbohidrat yang kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan seperti daun, batang, cabang, bunga, dan buah. Proses fotosintesis ini memiliki dampak yang signifikan pada pertumbuhan diameter batang. Variasi dalam diameter pohon-pohon di hutan disebabkan oleh perbedaan kemampuan setiap jenis pohon dalam melakukan fotosintesis, ketersediaan nutrisi dalam tanah, dan adanya persaingan antar individu (Wardani dan Heriyanto, 2016). Diameter batang pohon dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti usia pohon dimana pohon yang lebih tua cenderung memiliki diameter yang lebih besar. Berdasarkan kelas diameter batang, struktur tegakan di hutan rakyat Desa Plosorejo membentuk J terbalik. Menurut Dendang *et al.*, (2015) Kurva berbentuk J terbalik menunjukkan kondisi hutan yang normal/seimbang, dimana jumlah individu pada fase semai > pancang > tiang > pohon, sehingga regenerasi dapat berlangsung karena ketersediaan permudaan yang mencukupi.

3.1. Kerapatan Tegakan Desa Plosorejo

Kerapatan tegakan di hutan rakyat dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur ukuran biomassa. Penentuan kerapatan tegakan dalam penelitian ini diukur dengan membandingkan jumlah pohon dari setiap spesies dengan total luas plot (Adinugroho, 2010). Asril (2009) mengemukakan bahwa tingkat kerapatan pohon adalah faktor yang memengaruhi jumlah besaran karbon semakin rapat tegakan, dengan jarak tanam yang lebih dekat dapat berdampak pada meningkatkan jumlah biomassa, kandungan karbon, dan kapasitas penyerapan CO₂ yang lebih besar. Dari hasil pengukuran pada 49 plot, dapat diketahui bahwa hutan rakyat Desa Plosorejo tersusun atas berbagai kelas kerapatan mulai dari

kelas sangat jarang sampai kelas rapat. Pada Tabel 2 menunjukkan kerapatan tegakan berdasarkan kelas diameternya.

Kerapatan tegakan berkaitan dengan tingkat persaingan tempat tumbuh, termasuk persaingan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara, air, dan tenaga surya (Syabana *et al.*, 2015). Perbedaan jumlah individu pada setiap kelas diameter berarti setiap kelas mempunyai kerapatan tegakan yang berbeda-beda. Kerapatan tegakan mempengaruhi dalam potensi penyimpanan karbon.

3.2. Potensi Volume Tegakan Desa Plosorejo

Perhitungan volume tegakan diukur berdasarkan diameter setinggi dada (dbh), tinggi total dan angka bentuk. Hasil perhitungan potensi volume masing masing tiap jenis penyusun hutan rakyat Desa Plosorejo disajikan pada Tabel 3.

Nilai potensi volume setiap jenis di hutan rakyat Plosorejo cukup beragam dengan total volume keseluruhan 264,53 ton.ha⁻¹. Variasi penyebaran volume tegakan hutan rakyat Desa Plosorejo dipengaruhi oleh diameter, tinggi, dan jumlah pohon dalam tegakan. Volume pohon memiliki dampak besar pada penyerapan karbon. Terdapat korelasi antara volume pohon, biomassa, dan kandungan karbon yang tersimpan. Hasil penelitian oleh Irundu *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa jika volume pohon tinggi, maka nilai biomassa juga cenderung tinggi.

3.3. Potensi Biomassa dan Karbon Tegakan Desa Plosorejo

Kandungan biomassa tegakan pada penelitian ini berdasarkan biomassa atas permukaan, dimana potensi biomassa berada pada batang pohon. Diameter dan berat jenis tegakan sangat berpengaruh dalam biomassa yang tersimpan. Diameter tanaman dipengaruhi oleh hasil fotosintesis, proses dimana tumbuhan menyerap CO₂ dari udara dan mengubahnya menjadi karbohidrat (suatu bentuk karbon), yang didistribusikan ke seluruh bagian

tumbuhan, termasuk daun, batang, cabang, bunga, dan buah-buahan (Pratama et al., 2016).

Proses fotosintesis ini berdampak signifikan terhadap pertumbuhan diameter batang. Variasi sebaran diameter tegakan disebabkan oleh kemampuan masing-masing jenis pohon dalam melakukan proses fotosintesis, ketersediaan unsur hara dalam tanah, dan persaingan antar individu (Wardani dan Heryanto, 2016). Diameter pohon mempengaruhi jumlah simpanan karbon sebesar. Semakin besar diameter pohon maka semakin banyak pula karbon yang tersimpan (Lubis et al., 2013).

Hasil perhitungan potensi biomassa di hutan rakyat Desa Plosorejo disajikan pada Tabel 4.

Nilai biomassa sangat dipengaruhi oleh diameter dan nilai berat jenis kayu. Jika diameter dan berat jenis kayu suatu jenis tinggi maka biomasnya juga lebih tinggi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4 yang menunjukkan bahwa tegakan durian (*Durio zibethinus*) memiliki potensi biomassa di hutan rakyat Desa Plosorejo paling besar yaitu 1.487 ton/ ha⁻¹, diikuti sengon (*Falcataria moluccana*) yaitu 1.188 ton/ ha⁻¹. Besarnya biomassa sangat berpengaruh dalam penyerapan karbon (Natalia et al., 2013). Hasil perhitungan karbon di hutan rakyat Desa Plosorejo disajikan pada Tabel 5.

Tabel 2. Kerapatan Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo Berdasarkan Kelas Diameter

Diameter (cm)	Kerapatan (ind/ha)	Kelas kerapatan
11 - 17	83	Sedang
18 - 24	153	Rapat
25 - 31	65	Sedang
32 - 38	34	Jarang
39 - 45	12	Sangat jarang
46 - 52	6	Sangat jarang
53 - 59	4	Sangat jarang
60 - 66	0,5	Sangat jarang
67 - 73	1	Sangat jarang
74 - 80	0	Sangat jarang
81 -87	0,5	Sangat jarang

Sumber: Data Primer (2023)

Tabel 3. Potensi Volume Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo Berdasarkan Jenis

No	Jenis	Nama Ilmiah	Volume (ton.ha ⁻¹)		
			Tiang	Pohon	Jumlah
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	2,13	35,15	37,28
2.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	6,05	36,18	42,23
3.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	0	3,77	3,77
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,52	8,88	10,4
5.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	0,37	0,30	0,67
6.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0,19	2,09	2,28
7.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	8,43	80,83	89,26
8.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	1,68	3,26	4,94
9.	Suren	<i>Toona sureni</i>	0,40	2,58	2,98
10.	Alpukat	<i>Persea americana</i>	0,56	2,11	2,67
11.	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	0,34	1,81	2,15
12.	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0,15	1,43	1,58
13.	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	2,93	61,39	64,32
Total			24,75	239,78	264,53

Sumber: Data Primer (2023)

Tabel 4. Potensi Biomassa Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo Berdasarkan Jenis

No	Jenis	Nama Ilmiah	BJ (g/cm ³)	Biomassa (ton/ha)		
				Tiang	Pohon	Jumlah
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	0,69	50	92	142
2.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	0,67	109	748	857
3.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	0,80	-	103	103
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,61	47	286	333
5.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	0,60	9	14	23
6.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	0,61	4	84	88
7.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	0,33	102	1.086	1.188
8.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0,49	31	62	93
9.	Suren	<i>Toona sureni</i>	0,39	4	36	40
10.	Alpukat	<i>Persea americana</i>	0,52	9	63	76
11.	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	0,80	7	79	86
12.	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	0,42	3	25	28
13.	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	0,57	60	1.427	1.487
Total				435	4.105	4.540

Sumber: Data Primer (2023)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa durian memiliki total simpanan karbon tertinggi dibandingkan jenis lainnya. Pertumbuhan durian yang cepat dan kemampuannya menyerap karbon dioksida (CO₂) menjadikannya tanaman penyimpan karbon paling banyak di antara tanaman lainnya. Menurut Millang dan Yuniati, (2010) nilai biomassa dan karbon yang tersimpan pada suatu wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah pohon, karakteristik batang pohon, dan umur pohon. Tingginya nilai karbon pada suatu tegakan hutan dipengaruhi oleh tingginya nilai biomassa, dimana biomassa pohon ditentukan oleh ukuran batang pohon, berat jenis dan jumlah pohon. Hal ini sesuai dengan penelitian Indrajaya dan Mulyana (2017) yang menyatakan rata-rata stok karbon tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter tetapi juga oleh ukuran pohon, keanekaragaman jenis tumbuhan dan kerapatan individu, berkontribusi terhadap nilai stok karbon suatu wilayah.

3.4. Potensi Serapan CO₂ Tegakan Desa Plosorejo

Simpanan karbon yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi CO₂. Hal tersebut menunjukkan jumlah CO₂ yang diserap oleh hutan yang diamati. Proses ini melibatkan perkalian simpanan karbon dengan nilai perbandingan massa molekul relatif CO₂ terhadap massa atom relatif C, yaitu 3,67. Perhitungan potensi serapan CO₂ disajikan pada Tabel 6.

Dapat dilihat pada Tabel 6, tegakan durian (*Durio zibethinus*) sebesar 2.566,63 ha Kemudian diikuti dengan sengon (*Falcataria moluccana*) sebesar 2.051,84 ha. Karbon memiliki peran penting dalam pembentukan bahan organik, karena sebagian besar bahan kering tanaman terdiri dari bahan organik (Hilmi dan Kusmana, 2008). Kandungan karbon juga menggambarkan kapasitas tanaman untuk menyerap CO₂ dari udara (Suryono et al, 2018). Ukuran diameter pohon pada kerapatan juga memiliki dampak pada jumlah biomassa yang disimpan, karena semakin besar diameter pohonnya, semakin banyak CO₂ yang dapat diserapnya (Dharmawan & Siregar, 2008).

Tabel 5. Potensi Karbon Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo Berdasarkan Jenis

No	Jenis	Nama Ilmiah	Karbon (ton/ha)		
			Tiang	Pohon	Jumlah
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	23,70	43,34	67,04
2.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	51,39	352,02	403,41
3.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	48,71	48,71
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	22,13	134,88	157,01
5.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	4,45	6,82	11,27
6.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	2,08	39,50	41,58
7.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	48,35	510,73	559,08
8.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	15,00	29,61	44,61
9.	Suren	<i>Toona sureni</i>	1,91	17,32	19,23
10.	Alpukat	<i>Persea americana</i>	4,26	29,98	34,24
11.	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	3,65	37,52	41,17
12.	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	1,42	12,16	13,58
13.	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	28,55	670,80	699,35
Total			206,89	1.933,39	2.140,28

Sumber: Data Primer (2023)

Tabel 6. Potensi Serapan CO₂ Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo Berdasarkan Jenis

No	Jenis	Nama Ilmiah	Serapan CO ₂ (ton/ha)		
			Tiang	Pohon	Jumlah
1.	Akasia	<i>Acacia auriculiformis</i>	86,98	159,05	246,03
2.	Jati	<i>Tectona grandis</i>	188,60	1.291,91	1.480,51
3.	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	-	178,77	178,77
4.	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	81,22	494,99	576,21
5.	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	16,35	25,02	41,37
6.	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	7,62	144,95	152,57
7.	Sengon	<i>Paraserianthes falcataria</i>	177,45	1.874,39	2.051,84
8.	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	55,04	108,65	163,69
9.	Suren	<i>Toona sureni</i>	7,01	63,58	70,59
10.	Alpukat	<i>Persea americana</i>	15,65	110,02	125,67
11.	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i>	13,40	137,69	151,09
12.	Jabon	<i>Anthocephalus cadamba</i>	5,21	44,62	49,83
13.	Durian	<i>Durio zibethinus</i>	104,79	2.461,84	2.566,63
Total			759,32	7.095,49	7.825,8

Sumber: Data Primer (2023)

Tabel 7. Nilai Ekonomi Potensi Serapan CO₂ Tegakan Hutan Rakyat Desa Plosorejo

Fase	Serapan CO ₂ (ton/ha)	NEK (Rp/ha)
Tiang	759,32	118.794.095,36
Pohon	7.095,49	1.110.075.219,52
Total	7.825,8	1.224.330.758,4

Sumber: Data Primer (2023)

3.5. Nilai Ekonomi Potensi Serapan Karbon Tegakan

Dalam menentukan nilai ekonomi karbon pada penelitian ini, digunakan harga karbon per ton sebesar 10 USD (Hutajulu *et al*, 2019). Berdasarkan nilai kurs USD-Rupiah sebesar Rp15.644,80,- Hasil perhitungan nilai ekonomi karbon di Hutan Rakyat Desa Plosorejo disajikan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui nilai ekonomi serapan karbon hutan rakyat Desa Plosorejo adalah sebesar Rp1.224.330.758,4,- dengan serapan karbon sebesar 7.825,8 ton/ha. Nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Blegur (2018) di lokasi hutan rakyat Desa Babuin dengan serapan CO₂ sebesar 1.007 ton/ha dan nilai serapan karbondioksida Rp150.932.181. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2023 yang mengatur Tata Cara Perdagangan Karbon dalam Sektor Kehutanan, salah satu lokasi perdagangan karbon dapat dilakukan di hutan hak. Hutan rakyat termasuk dalam kategori hutan hak berdasarkan peraturan ini. Dengan demikian, sistem perdagangan karbon yang diterapkan pada hutan rakyat Desa Plosorejo melibatkan *offset* emisi GRK melalui partisipasi masyarakat dan pemegang legalitas atas tanah. Oleh karena itu, hutan rakyat memiliki peran dalam usaha untuk mengurangi dampak perubahan iklim melalui perdagangan karbon.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan yaitu Potensi biomassa, karbon, dan serapan CO₂ yang terkandung pada tegakan hutan rakyat Desa Plosorejo berturut-turut sebesar 4.540 ton/ha; 2140,28 ton/ha dan serapan CO₂ sebesar 7.825,8 ton/ha. Nilai ekonomi dari potensi serapan karbon di hutan rakyat Desa Plosorejo berdasarkan harga satuan karbon yaitu sebesar Rp1.224.330.758,4,- (dengan harga satuan Karbon sebesar 10 USD dan nilai tukar rupiah sebesar Rp15.644,80).

REFERENCES

- Adinugoho WC, Indrawan A, Supriyanto HS, dan Arifin. 2010. Kontribusi Sistem Agroforestri terhadap Cadangan Karbon di DAS Bekasi Hulu. *Seminar Hasil Penelitian Pascasarjana*. Bogor: IPB University.
- Asril. 2009. Pendugaan Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Rawa Gambut di Stasiun Penelitian Suaq balimbing Kabupaten Aceh Selatan Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam. Program Pasca sarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Blegur, C. M. 2018. Potensi Biomassa dan Taksiran Nilai Ekonomi Penyerapan Karbon Tanaman Cendana (*Santalum Album L.*) di Hutan Rakyat Desa Babuin, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur (*Doctoral Dissertation*. Universitas Gadjah Mada).
- Butar butar, T. 2009. Inovasi Manajemen Kehutanan Untuk Solusi Perubahan Iklim di Indonesia. *Jurnal analisis kebijakan kehutanan*. 6(2): 121-129.
- Dahlan S., Surati Jaya I.N., Istomo. 2005. Estimasi Karbon Tegakan *Acacia mangium* Wild Menggunakan Citra Landsat ETM+ dan SPOT-5 : Studi Kasus di BPKH Parung Panjang KPH Bogor. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV. Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa.
- Darusman, D. dan Didik S., 1998. *Kehutanan Masyarakat: Beragam Pola Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Hutan*. Buku. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 150 hlm.
- Dendang, B. dan W. Handayani. 2015. Struktur dan komposisi tegakan hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango Jawa Barat. *Jurnal Kehutanan*. 1(4): 691-695.
- Dharmawan, I.W.S., C.A. Siregar, 2008. Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Alam*. 4(1): 317-326.
- Fajri, M. dan A. Saridan. 2012. Kajian ekologi parashorea malaanonan merr di hutan penelitian labanan Kabupaten Bera. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*. 6(2): 141-154.
- GCP. 2021. *Carbon emissions in 2021*. Diakses pada 4 Mei 2023, dari <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/>.
- GFW.2022. "Tree Cover Loss by Driver." *The Sustainability Consortium, World Resources Institute, and University of Maryland*. Accessed through Global Forest Watch on 01/08/2023. www.globalforestwatch.org.
- Hilmi, E. dan Kusmana, C. 2008. *Model Pendugaan Potensi Karbon Flora Bakau*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hutajulu, G. B., dan Afifah, H. 2019. Nilai Ekonomi Simpanan Karbon Hutan Alam Taman Nasional Way Kambas. *BIOTIKA*. 17(2): 9-19.
- Imam Ghozali. 2011. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 19*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Indrajaya, Y., dan S. Mulyana. 2017. Simpanan Karbon dalam Biomassa Pohon di Hutan Kota Kebun Binatang Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS*. VIII: 550-560.
- Indriyanto. 2010. *Ekologi Hutan*. Edisi Ketiga. Jakarta (ID): Bumi Aksara
- IPCC 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Simon E, Leandro B, Kyoto M, Todd N, Kiyoto T, edotor. Volume 4. Hayama (JP): The Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- IPCC, 2018. *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre- industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.
- IPCC. 2019. *Climate Change and Land: an IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

- Switzerland.
- IPCC. 2023. *Summary for Policymakers. Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- Irundu D, Beddu M. A, dan Najmawati. 2020. Potensi Biomassa dan Karbon Tersimpan Tegakan di Ruang Terbuka Hijau Kota Polewali, Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*. 12(1): 49-57.
- Katterings, Q.M., Coe, R., Noordwijk, M.V., Ambagau, Y., dan Palm, C. A. 2001. Reducing Uncertainty in the Use of Allometrics Biomass Equation for Producing Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forest. *Forest Ecology and Management*. 1(20): 199-209.
- Krisnawati H, Adinugroho WC, Imanuddin R. 2012. *Model-Model Allometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon dan Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Bogor (ID): Kementerian Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Latief, C. 2007. Perbedaan Sebaran Karbon Pada Atmosfer Permukaan dan Menengah Bulan Desember 2007 Hasil Pengukuran Profil Vertikal Karbondioksida di waktu kosek. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. Yogyakarta.
- Lubis SH, Arifin HS, dan Samsuudin I. 2013. Analisis cadangan karbon pohon pada lanskap hutan kota di DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 10(1): 1-20.
- Millang, S. and E. Yuniati. 2010. Potensi Serapan Karbon Beberapa Jenis Tanaman pada Ruang Terbuka Hijau Universitas Hasanuddin Makassar. *Biocelebes*, 4(2): 113-122.
- Natalia, D., Yuwono, S.B. dan Qurniati, R. 2014. Potensi penyerapan karbon pada sistem agroforestri di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 2(1): 11-20.
- Pratama R, Sribudiani E, dan Sulaeman R. 2016. Pendugaan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Kawasan Arboretum Universitas Riau. *Jurnal Jom Faperta*:3(1).
- Purwitasari H. 2011. Model Persamaan Alometrik Biomassa dan Massa Karbon Pohon Akasia Mangium (*Acacia mangium* Wild) (Studi Kasus pada HTI Akasia Mangium di BKPH Parung Panjang, KPH Bogor, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten). *Skripsi*. Bogor: Bogor Agricultural University
- Sunarno, S., Rahadian, R., Suedy, S. W. A., Pradika, B., Adistya, B., Wahyudi, F. E., ... & Widiartanto, W. 2020. Potensi Dan Nilai Ekonomi Cadangan Karbon Pada Area Hijau Yang Dikelola Oleh Pt. Pertamina (Persero) Fuel Terminal Boyolali. *Media Bina Ilmiah*. 15(3): 4201-4216.
- Suryono, S., Soenardjo, N., Wibowo, E., Ario, R. & Rozy, E.F. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancah Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. 7(1): 1-8. DOI: 10.14710/buloma.v7i1.19036.
- Syabana TAA, S. Mareti, dan A. Kunarso. 2015. Cadangan Karbon pada Tegakan Tingkat Tiang dan Pohon di Taman Wisata Alam Pundi Kayu Palembang. *Prosiding Seminar Nasional XVIII MAPEKI*. Bandung.
- Umroni, A. 2012. Metode Inventarisasi Model-Model Pengelolaan Hutan Rakyat di NTT. *Jurnal Warta Cendana*. 6(1):12-18.
- Utami DN. 2019. Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Degradasi Tanah. *Jurnal Alami*. 3(2).
- Wardani M dan NM Heriyanto. 2016. Akuakultur Damar Asam Shorea hopeifolia (F. Heim) Symington di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Lampung. *Buletin Plasma Nutfah*. 21(2): 89-98
- Zaki, N.A. M., Latif, Z. A., dan Suratman, M. N. 2018. *Modeling above-ground live trees biomass and carbon stock estimation of tropical lowland Dipterocarp forest: integration of field-based and remotely sensed estimates*. *International Journal of Remote Sensing*. 39(8): 2312-2340.