

## **Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O<sub>2</sub> dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO<sub>2</sub> Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief**

**Irma Sribianti\*, Sultan<sup>1</sup>, Muthaminnah<sup>1</sup>, M. Daud<sup>1</sup>, Nirwana<sup>1</sup>, Andi Aziz Abdullah<sup>1</sup>, Ashar Sardiawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Program Studi Kehutanan Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar

\*Email: [irma.sribianti@unismuh.ac.id](mailto:irma.sribianti@unismuh.ac.id)

**ABSTRACT:** *This study aims to determine the estimation of biomass, carbon stock, O<sub>2</sub> production and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) absorption in forest stands in the Abdul Latief Forest Park, Sinjai District, South Sulawesi Province. Measurement of biomass at various levels of growth was carried out by making plots of 20 with a size of 20 m x 20 m for tree level, 10 m x 10 m for pole level and 5 m x 5 m for sapling level. Tree biomass, poles and saplings are calculated using allometric equations for tropical wood species in Indonesia. Measuring carbon stocks is done by multiplying biomass with a conversion rate of 0.47 (47%) while carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) absorption is calculated by multiplying the average annual growth of biomass with a conversion rate of 1.4667 obtained from the photosynthesis equation. Based on the results of the study showed that the biomass content of forest stands was 192.10 tons per ha, carbon stocks in the forest stand in the Abdul Latief Forest Park were 90.28 tons per ha, the oxygen production was 241,05 tons per ha and the absorption of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) in forest stands in Abdul Latief Forest Park of 281.75 tons per ha equivalent 13.13 tons per ha per year. Value of Environmental services carbon dioxide was IDR 863,371.99 per ha per year. The total value of environmental services carbon dioxide in the Abdul Latief Forest Park is IDR 621.627.835,00 per year.*

**Keywords:** Biomass, Carbon dioxide absorption, Oxygen Production, Value of Environmental Services, Forest Park

DOI: 10.24259/jhm.v14i1.18022

### **1. PENDAHULUAN**

Perubahan iklim adalah salah satu masalah lingkungan yang dialami dunia sekarang ini. Salah satu faktor penyebabnya adalah pemanasan global akibat emisi gas bumi rumah kaca. Salah satu gas bumi yang berpengaruh besar dalam peningkatan suhu permukaan bumi adalah karbon dioksida (Rinjani dkk 2018). Peranan Hutan sebagai penyerap karbon mulai menjadi sorotan pada saat bumi dihadapkan pada persoalan efek rumah kaca, berupa kecenderungan peningkatan suhu udara atau biasa disebut sebagai pemanasan global. Penyebab terjadinya pemanasan global ini adalah adanya peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer dimana peningkatan ini menyebabkan kesetimbangan radiasi berubah dan suhu bumi menjadi lebih panas. Peningkatan konsentrasi GRK saat ini berada pada laju yang mengkhawatirkan sehingga emisi GRK harus segera dikendalikan. Upaya mengatasi (mitigasi) pemanasan global dapat dilakukan dengan cara mengurangi emisi dari sumbernya atau meningkatkan kemampuan penyerapan (Adinugroho, 2010).

Negara-negara industri yang sudah lebih lama dan banyak mengemisikan GRK mempunyai tanggungjawab menurunkan emisi GRK. Kewajiban ini disepakati dalam Konvensi Perubahan Iklim,

yaitu sebuah perjanjian internasional yang bertujuan untuk menstabilkan emisi GRK ke atmosfer sehingga tidak membahayakan sistem iklim bumi. Untuk mengimplementasikan konvensi ini, masyarakat internasional telah menyepakati sebuah target, tentang besar dan jadwal penurunan emisi yang tertuang dalam Protokol Kyoto. Protokol ini juga mengatur tatacara penurunan emisi termasuk kegiatan yang dilakukan di negara lain yang dikenal dengan nama Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism*, CDM) (Rahayu, 2007). Melalui mekanisme CDM inilah negara berkembang seperti Indonesia dapat menjual karbon yang mampu diserap dan disimpan oleh hutan yang dimiliki ke negara maju (sink program). Indonesia sangat berpotensi menjadi negara penyerap emisi karbon karena Indonesia mempunyai hutan tropis yang luas bahkan potensi tersebut dapat lebih ditingkatkan dengan upaya penanaman dan rehabilitasi hutan yang telah rusak .

Hutan berperan dalam upaya peningkatan penyerapan CO<sub>2</sub> dimana dengan bantuan cahaya matahari dan air dari tanah, vegetasi yang berklorofil mampu menyerap CO<sub>2</sub> dari atmosfer melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis ini antara lain disimpan dalam bentuk biomassa yang menjadikan vegetasi tumbuh menjadi makin besar atau makin tinggi. Pertumbuhan ini akan berlangsung terus sampai vegetasi tersebut secara fisiologis berhenti tumbuh atau dipanen. Dengan adanya hutan yang lestari maka jumlah karbon (C) yang disimpan akan semakin banyak dan semakin lama. Oleh karena itu, kegiatan penanaman vegetasi pada lahan yang kosong atau merehabilitasi hutan yang rusak akan membantu menyerap kelebihan CO<sub>2</sub> di atmosfer (Wardhana, 2010)

Hutan sebagai sumberdaya alam yang memberikan manfaat besar bagi kesejahteraan manusia, baik manfaat *tangible* yang dirasakan secara langsung, maupun *intangibile* yang dirasakan secara tidak langsung. Manfaat hutan tersebut diperoleh apabila hutan terjamin eksistensinya sehingga dapat berfungsi secara optimal (Muthmainnah dan Tahnur, 2018). Salah satu manfaat *intangibile* dari hutan adalah sebagai penyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Peran hutan sebagai penyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan menyimpannya dalam bentuk biomassa harus terus dipertahankan dan ditingkatkan dengan cara pembuatan hutan tanaman dan melakukan penanaman kembali hutan-hutan yang gundul. Adanya peningkatan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) akibat deforestasi dan degradasi hutan serta adanya upaya mitigasi melalui upaya konservasi dan pembangunan hutan, maka kuantifikasi atau perhitungan persediaan karbon hutan perlu dilakukan.

Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui dan mengevaluasi pengurangan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di dunia terutama di Indonesia. Hal paling mendasar yang perlu disiapkan untuk menyusun strategi dalam rangka pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah dengan cara mengetahui besarnya cadangan karbon di setiap peruntukan lahan dan potensi perubahan cadangan karbon akibat aktivitas manusia (Adinugroho, 2010).

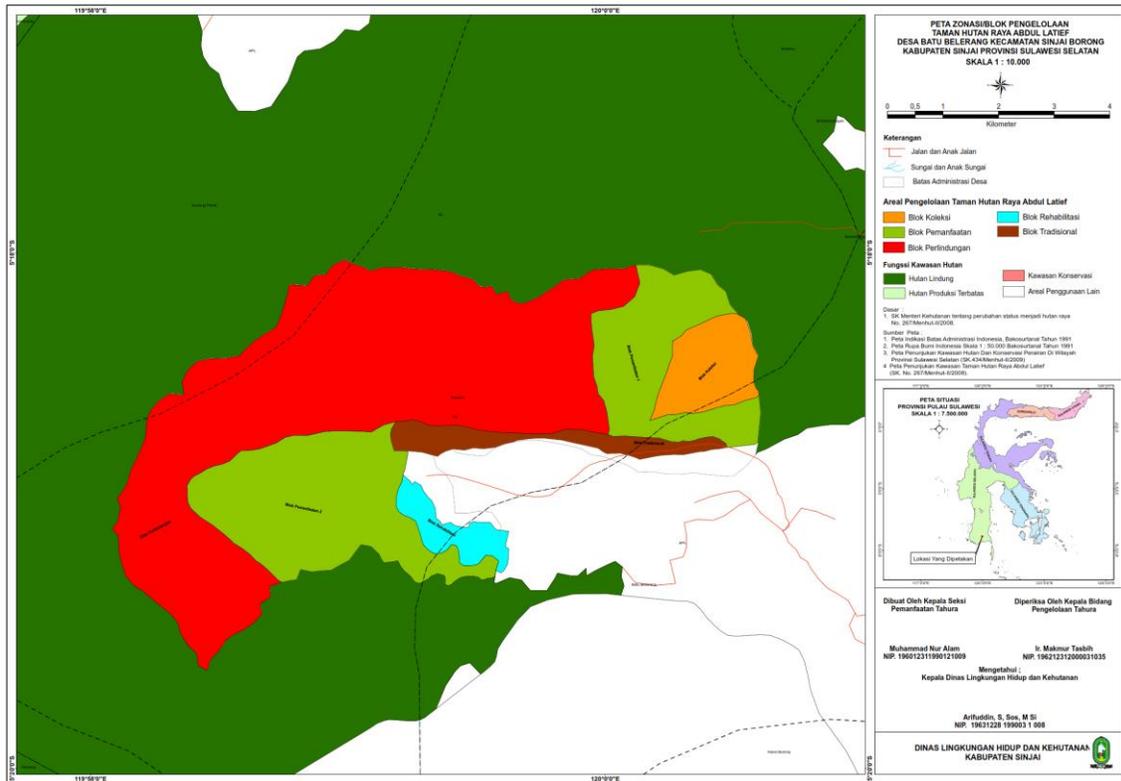
Taman hutan raya adalah kawasan pelestarian alam untuk tujuan koleksi tumbuhan dan atau satwa yang alami atau buatan, jenis asli dan atau bukan asli, yang dimanfaatkan bagi kepentingan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi (Kehutanan, 1999). Salah satu Taman Hutan Raya yang unik di Sulawesi Selatan adalah Taman Hutan Raya (Tahura) Abdul Latief yang terletak di Desa Batu Belerang, Kecamatan Sinjai Borong dengan ketinggian 900-1200 m dpl dengan hutan seluas 720 hektare yang sejak tahun 2008 telah resmi menjadi pusat penelitian dan pengembangan aneka ragam hayati di Sulawesi Selatan. Selain itu, Taman Hutan Raya Abdul Latief berpotensi sebagai area yang berfungsi untuk penyerap karbon dan emisi CO<sub>2</sub> dalam rangka mendukung upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Untuk mengetahui besarnya perubahan (penurunan emisi karbon) akibat konservasi hutan dan penggunaan lahan lainnya diperlukan sistem untuk mendokumentasikan, melaporkan, dan menverifikasikan perubahan cadangan karbon dan serapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) secara transparan, konsisten, dan dapat dibandingkan, lengkap dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi biomassa, cadangan karbon, produksi O<sub>2</sub> dan nilai jasa lingkungan serapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Taman Hutan Raya Abdul Latief.

## **2. METODE PENELITIAN**

### *2.1 Waktu dan Tempat*

Penelitian ini dilakukan di Taman Hutan Raya Abdul Latief Kecamatan Sinjai Borong, Kabupaten Sinjai. Kawasan Taman Hutan Raya Abdul Latief seluas 720 Ha merupakan salah satu kawasan konservasi yang termasuk dalam Kawasan Pelestarian Alam untuk tujuan koleksi tumbuhan yang alami atau bukan alami, jenis asli dan atau bukan asli yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, budaya, pariwisata dan rekreasi di Propinsi Sulawesi Selatan. Peta Taman Hutan Raya Abdul Latief dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Taman Hutan Raya Abdul Latief

## 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik jalur berpetak. Data cadangan karbon dari tutupan/penggunaan lahan dilakukan pada setiap unit lahan yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk menghitung total cadangan karbon dari tutupan/penggunaan lahan didasarkan pada kandungan biomassa dari pancang, tiang dan pohon. Letak plot contoh pengukuran simpanan karbon dilakukan pada Blok Koleksi di Taman Hutan Raya Abdul Latief. Pengambilan data primer dilakukan secara non destruktif. Pengukuran biomassa pohon, tiang dan pancang dilakukan berdasarkan persamaan allometrik hubungan antara diameter pohon (D) dan biomassa (Y)

## 2.3 Analisis Data

### 2.3.1 Analisis Biomassa

Analisis estimasi biomassa tingkat pohon, tiang dan pancang ditentukan berdasarkan rumus Allometrik untuk jenis kayu tropis di Indonesia (Kittredge, 1944).

$$Y = a \cdot D^b$$

Y : kandungan biomassa (kg)  
 D : diameter setinggi dada (cm)  
 a : 0.0661  
 b : 2.591

### 2.3.2 Analisis Cadangan Karbon

Analisis estimasi cadangan karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut BSNi nomor 7724 (2011):

$$C_b = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan :

$C_b$  = Kandungan karbon dari biomassa (kg)

B = Total biomassa (kg)

% C organic = Nilai presentase kandungan karbon, sebesar 0,47 (SNI, 2011)

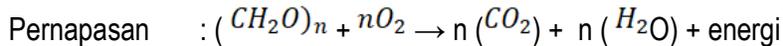
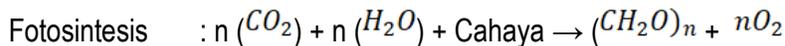
### 2.3.3 Analisis Serapan Karbondioksida ( $CO_2$ )

Serapan Karbon dioksida dihitung berdasarkan rumus (Baharuddin *et al.*, 2014) sebagai berikut :

$$\text{Serapan } CO_2 = \text{Biomassa} \times 1,4667$$

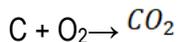
### 2.3.4 Analisis Produksi Oksigen ( $O_2$ )

Produksi oksigen bersih yang dihasilkan didasarkan pada jumlah oksigen yang diproduksi selama proses fotosintesis dikurang jumlah oksigen yang dikumpulkan selama proses respirasi tanaman (Salisbury and Ross, 1978):



Karbon dioksida yang diambil selama proses fotosintesis dan dilepaskan selama proses respirasi tanaman akan mengakulasi karbon (cadangan karbon). Sehingga oksigen bersih yang diperoduksi dihitung berdasarkan cadangan karbon bersih yang tersimpan

(Nowak, Hoehn and Crane, 2007). Jumlah oksigen di produksi dihitung dari cadangan karbon didasarkan pada perbandingan berat atom (Daud *et al.*, 2018)



(Ar C= 12, Ar O = 16)

$$O_2 = C \times 32/12 \text{ (Daud } et al., 2018)$$

$$O_2 = C \times 2,67$$

Keterangan:

$O_2$  = Produksi oksigen bersih (kg/tahun)

C = Cadangan karbon bersih (kg/tahun)

### 2.3.5 Analisis Nilai Jasa Lingkungan dari Serapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

$$NJL = HJC \times C$$

Keterangan:

NJL = Nilai Jasa Lingkungan (Rp per ha)

HJC = Harga jual karbon (Rp per ton, US\$4,57= Rp 66.767,-)

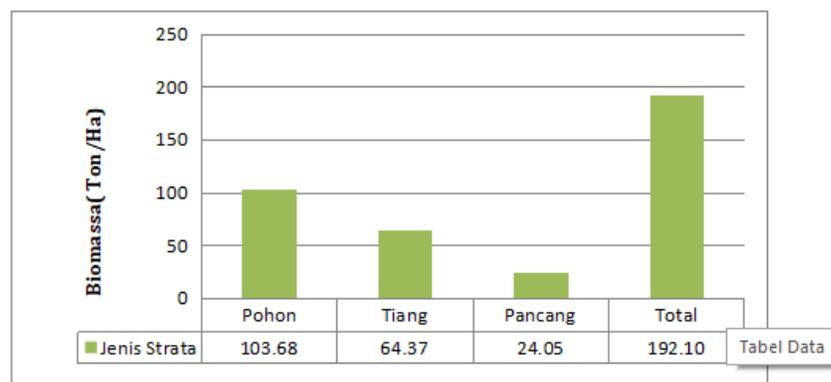
C = Serapan Karbon (Ton per ha)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada tegakan hutandi Taman Hutan Raya Abdul Latief, pada tingkat pohon didominasi oleh jenis Klokos (*Syzygium javanica*) dan jenis Jenitri (*Elaeocarpus ganitrus*), untuk tingkat tiang didominasi jenis Pulai (*Alstonia scholaris*), dan untuk tingkat pancang didominasi oleh Pinus (*Pinus merkusii*).

### 3.1 Potensi Biomassa

Biomassa didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Biomassa vegetasi merupakan berat bahan vegetasi hidup yang terdiri dari bagian atas dan bagian bawah permukaan tanah pada suatu waktu tertentu. Biomassa hutan dapat digunakan untuk menduga potensi serapan karbon yang tersimpan dalam vegetasi hutan karena 47% biomassa tersusun oleh karbon, (SNI, 2011). Pendugaan biomassa dilakukan dengan metode non desktruktif menggunakan persamaan alometrik. Potensi rata-rata biomassa pada tegakan hutanTaman Hutan Raya Abdul Latief dapat dilihat pada Gambar 2.



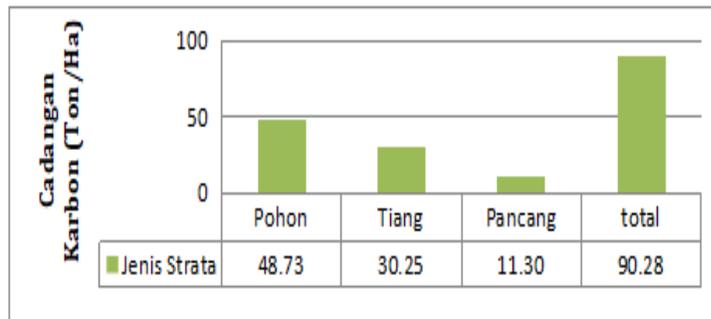
Gambar 2. Potensi Biomassa rata-rata pada Tegakan Hutan

Biomassa pada tegakan hutanterdiri dari biomassa pohon, tiang, dan pancang. Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa grafik potensi Biomassa rata-rata tiap strata pada Tegakan Hutan.

Jumlah rata-rata biomassa terbesar terdapat pada tingkat pohon, karena pohon memiliki diameter yang paling besar dengan jumlah biomasanya 103,68 ton per ha. Kandungan Biomassa rata-rata pada lokasi penelitian berdasarkan tingkat strata berturut-turut 103,68 ton per ha untuk tingkat pohon, 64,37 ton per ha untuk tingkat tiang, dan 24,05 ton per ha untuk tingkat pancang. Total kandungan Biomassa rata-rata pada tegakan hutan adalah 192,10 ton per ha. Potensi biomassa rata-rata tegakan mangrove paling tinggi adalah tingkatan pohon. Hal ini disebabkan karena pohon memiliki diameter yang besar. Hal ini sejalan dengan pendapat Mandari dkk (2016), bahwa Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga di pengaruhi oleh besarnya diameter pohon itu sendiri, hal ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomasanya juga akan semakin besar.

### 3.2. Potensi Cadangan Karbon

Biomassa vegetasi pada hutan campuran yang dihasilkan dari persamaan nilai koefisien a dan b, kemudian melalui pendekatan biomassa dengan asumsi bahwa 47% dari biomassa adalah karbon yang tersimpan (SNI, 2011). Potensi Cadangan Karbon rata-rata pada tegakan hutan di Taman Nasional Abdul Latief dapat dilihat pada Gambar 3.



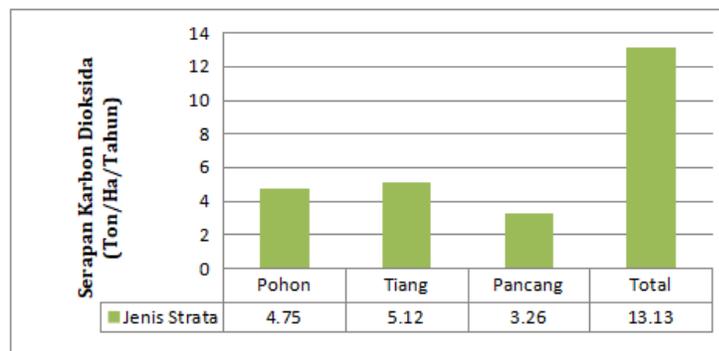
Gambar 3. Potensi Cadangan Karbon rata-rata pada Tegakan Hutan

Gambar 3 menunjukkan potensi cadangan karbon rata-rata berdasarkan tingkatan pertumbuhan menunjukkan bahwa, pada tingkat pohon memiliki kandungan cadangan karbon rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan pada tingkat tiang dan pancang. Hal ini disebabkan karena pada tingkat pohon mempunyai diameter batang lebih besar dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan lainnya. Sehingga memiliki kemampuan menyimpan karbon lebih tinggi dengan jumlah cadangan karbonnya 48,73 ton per ha. Kandungan cadangan karbon rata-rata pada lokasi penelitian berdasarkan tingkat pertumbuhan berturut-turut 48,73 ton per ha untuk tingkat pohon, 30,25 ton per ha untuk tingkat

tiang, dan 11,30 ton per ha untuk tingkat pancang. Total kandungan cadangan karbon rata-rata pada tegakan hutan adalah 90,28 ton per ha. Hasil ini tidak berbeda signifikan dengan Cadangan karbon rata-rata pada Kebun Raya Massenrempulu Enrekang pada kelas penutupan lahan hutan campuran yaitu 90,31 Ton per ha (Daud *et al.*, 2014). Penelitian lain yang dilakukan di hutan Pendidikan Bissoloro Unismuh Makassar pada kelas penutupan lahan hutan sekunder menunjukkan serapan CO<sub>2</sub> 68,10 ton per ha (Daud, Hikmah and Imran, 2015). Pada tegakan hutan tropis cadangan karbon dapat mencapai 506.7 Ton per ha (Siraj, 2019). Bahkan pada hutan gambut, cadangan karbon total dapat mencapai 1.371 ton per ha (Anshari *et al.*, 2022). Tingkatan pertumbuhan pohon memiliki cadangan karbon yang besar karena memiliki kandungan biomassa yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Imiliyana dkk (2012) bahwa kandungan karbon berbanding lurus dengan biomassa, semakin tinggi biomassa maka kandungan karbon juga akan semakin besar.

### 3.3. Potensi Serapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Serapan karbon dioksida rata-rata pada tegakan hutandiketahui berdasarkan nilai total pertumbuhan biomassa per tahun vegetasi pada tegakan hutanyang dihasilkan dari persamaan nilai koefisien a dan b, kemudian biomassa dikalikan dengan faktor konversi serapan karbon dioksida (1,4667) berdasarkan persamaan fotosintesis. Serapan karbon dioksida rata-rata pada tegakan hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Serapan Karbon Dioksida Rata-rata pada Tegakan Hutan

Serapan karbon dioksida rata-rata pada tegakan berdasarkan tingkat strata dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 serapan karbon dioksida rata-rata pada tegakan hutan berturut-turut adalah 4,75 ton per ha per tahun untuk tingkat pohon, 5,12 ton per ha per tahun untuk tingkat tiang, 3,26 ton per ha per tahun untuk tingkat pancang. Total serapan karbon dioksida pada

tegakan hutan adalah 13,13 ton per ha per tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serapan karbon di Tahura lebih rendah dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sribianti *et al.*, 2020) di Hutan Mangrove Kelurahan Takalar Lama, Kecamatan Mappakasunggu, Kabupaten Takalar dengan nilai serapan karbon sebesar 30,29 ton per ha. Hal ini disebabkan karena rata-rata diameter pohon di hutan mangrove lebih besar dibandingkan dengan rata-rata diameter pohon di Tahura. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Adinugroho *et al.*, 2012) semakin besar diameter pohon penyusun suatu tegakan dengan jumlah individu yang dominan dan disusun oleh jenis-jenis yang mempunyai kerapatan kayu tinggi maka potensi biomasa dan kandungan karbonnya juga semakin besar. Penelitian lain yang dilakukan pada tegakan bambu betung pada hutan bambu rakyat di Kabupaten Tanah Toraja potensi serapan karbon dioksida sebesar 110,14 ton per ha per tahun (Baharuddin *et al.*, 2014). Pada hutan tropis, tegakan hutan dapat menyerap karbon dioksida 143.11 ton per ha per tahun (Kiat, Malek and Shamsuddin, 2020).

### 3.4. Biomassa Total, Cadangan Karbon dan Serapan CO<sub>2</sub>

Berdasarkan hasil survey pada lokasi penelitian dengan luas 40,23 didapatkan 3 tingkatan pertumbuhan pada tegakan hutanyaitu pohon, tiang dan pancang dengan jumlah petak jalur 20 plot. Biomassa total, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida dihitung dengan mengalikan nilai biomassa rata-rata, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida pada Taman Hutan Raya Abdul Latief. Biomassa Total, Cadangan Karbon dan Serapan Karbon dioksida pada Taman Hutan Raya Abdul Latief dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan CO<sub>2</sub> dan Produksi Oksigen Rata-rata pada Taman Hutan Raya Abdul Latief

No	Tingkatan Pertumbuhan	Biomassa Rata-rata (ton per ha)	Cadangan karbon Rata-rata (ton per ha)	Serapan CO <sub>2</sub> Rata-rata (ton per ha)	Produksi Oksigen Rata-rata (ton per ha)
1	Pohon	103,68	48,73	152,07	130,11
2	Tiang	64,37	30,25	94,41	80,77
3	Pancang	24,05	11,3	35,27	30,17
	Total	192,10	90,28	281,75	241,05

Hasil pengukuran Biomassa rata-rata dan cadangan karbon digunakan untuk menghitung serapan Serapan CO<sub>2</sub> rata-rata dan produksi oksigen rata-rata per hektar pada pada Taman Hutan Raya Abdul Latief. Hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1, menunjukkan bahwa serapan serapan CO<sub>2</sub> rata-rata pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang berturut-turut 152,07 ton per ha; 94,41 ton per ha; 35,27 ton per ha dan total untuk keseluruhan tingkatan vegetasi adalah 281,75 ton per ha. Produksi oksigen rata-rata per hektar pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai berturut-turut 130,11 ton per ha; 80,77 ton per ha; 30,17 ton per ha dan total untuk keseluruhan tingkatan vegetasi adalah 241,05 ton per ha.

Tabel 2. Potensi Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan CO<sub>2</sub> dan Produksi Oksigen Total pada Taman Hutan Raya Abdul Latief

No	Tingkatan Pertumbuhan	Biomass Total Total (ton)	Cadangan Karbon Total (ton)	Serapan CO <sub>2</sub> Total (ton)	Produksi Oksigen Total (ton)
1	Pohon	74.649,60	35.085,60	109.490.40	93.678,55
2	Tiang	46.346,40	21.780,00	67.975.20	58.152,60
3	Pancang	17.316,00	8.136,00	25.394.40	21.723,12
	Total	13.8312,00	65.001,60	202.860,00	173.554,30

Berdasarkan Tabel 2, Biomassa total pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai berturut-turut 74.649,60 ton; 46.346,40 ton, 17.316,00 ton. Total biomassa pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Kecamatan Sinjai Borong dengan total luas 720 ha adalah 138.312,00 ton. Cadangan karbon total pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai berturut-turut 35.085,60 ton, 21.780,00 ton, 8.136,00 ton. Total cadangan karbon pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai adalah 65.001,60 ton. Serapan karbon dioksida total pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai berturut-turut 109.490.40 ton, 67.975.20 ton, 25.394.40 ton. Total serapan karbon dioksida pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai adalah 202.860,00 ton. Produksi oksigen total pada tegakan hutan tingkat pohon, tiang dan pancang pada Taman Hutan

Raya Abdul Latief Sinjai berturut-turut 93.678,55 ton, 58.152,60 ton, 21.723,12 ton. Total produksi oksigen pada Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai adalah 173.554,30 ton.

### 3.5. Produksi Oksigen ( $O_2$ )

Bayu dkk (2014) mengatakan bahwa pohon merupakan salah satu sumber oksigen di permukaan bumi. Hal inilah yang menyebabkan pohon merupakan paru-paru dunia karena selain dapat menyerap karbondioksida pohon juga dapat memproduksi oksigen melalui proses fotosintesis. Produksi oksigen diperoleh dengan mengalikan nilai serapan karbon dengan angka ekivalen karbondioksida dengan oksigen. Produksi oksigen pada Taman Hutan Raya Abdul Latief dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Serapan Karbon Tahunan Rata-rata, Produksi Oksigen Tahunan Rata-rata, Produksi Oksien Total pada Taman Hutan Raya Abdul Latief

No	Tingkatan Pertumbuhan	Serapan Karbon tahunan Rata-rata (ton per ha per tahun)	Produksi $O_2$ Tahunan Rata-rata (ton per ha per tahun)	Produksi $O_2$ Total (ton per tahun)
1	Pohon	1,52	4,06	2.923,20
2	Tiang	1,64	4,38	3.153,60
3	Pancang	1,04	2,78	2.001,60
	Total	4,20	11,22	8.078,40

Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi  $O_2$  pada Taman Hutan Raya Abdul Latief pada berbagai tingkatan pertumbuhan berbeda-beda. Tingkatan pohon dengan nilai produksi oksigen rata-rata sebesar 4,06 ton per ha per tahun, tingkatan tiang sebesar 4,38 ton per ha per tahun dan tingkatan pertumbuhan pancang sebesar 2,78 ton per ha per tahun dan total produksi  $O_2$  Tahunan Rata-rata sebesar 11,22 ton per ha per tahun. Produksi oksigen pada tegakan hutan ini masih lebih rendah dibandingkan dengan potensi oksigen tegakan bambu parring pada hutan bambu rakyat Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros adalah sekitar 30,73 ton per ha per tahun (Daud *et al.*, 2018). Produksi oksigen total untuk tingkatan pertumbuhan pohon untuk keseluruhan Taman Hutan Raya Abdul Latief sebesar 2.923,20 ton per tahun, tingkatan tiang sebesar 3.153,60 ton per tahun dan

tingkatan pancang sebesar 2.001,60 ton per tahun dan total tingkatan vegetasi 8.078,40 ton per tahun.

### 3.6. Analisis Nilai Jasa Lingkungan dari Serapan Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Nilai jasa lingkungan dari serapan CO<sub>2</sub> diperoleh dengan mengalikan nilai penyerapan CO<sub>2</sub> dengan harga karbon yang berlaku dikurangi dengan biaya transaksi. Harga karbon yang digunakan mengacu pada The World Bank (2011) sebesar US\$5,8 per ton CO<sub>2</sub>. Selain mengacu pada harga karbon yang ditetapkan oleh THE World Bank 2011, harga karbon juga mempertimbangkan biaya lain seperti biaya transaksi (biaya administrasi, monitoring dan verifikasi jasa pengurangan emisi) sehingga harga bersih serapan karbon dioksida adalah US\$ 4,57/ton. (Purnawan, 2016). Nilai Jasa Lingkungan dan Serapan CO<sub>2</sub> dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Jasa Lingkungan dari Serapan CO<sub>2</sub> di Taman Hutan Raya Abdul Latief

No	Tingkatan Pertumbuhan	Serapan CO <sub>2</sub> Rata-rata (ton per ha per tahun)	Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO <sub>2</sub> (Rp per ha per tahun)	Serapan CO <sub>2</sub> Total (ton per tahun)	Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO <sub>2</sub> (Rp per tahun)
1	Pohon	4,75	312.339,45	3.420,00	224.884.403,37
2	Tiang	5,12	336.669,05	3.686,40	242.401.714,79
3	Pancang	3,26	214.363,50	2.347,20	154.341.716,84
		13,13	863.371,99	9.453,60	621.627.835,00

Keterangan 1 US\$ : 14.388,55 (Nilai Tukar Kurs Rupiah dan Dollar, 27 Januari 2022)

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai jasa lingkungan serapan CO<sub>2</sub> di Taman Hutan Raya Abdul Latief untuk tingkatan pertumbuhan pohon sebesar Rp. 312.339,45 per ha per tahun, tingkatan tiang sebesar Rp. 336.669,05 per ha per tahun dan tingkatan pancang sebesar Rp. 214.363,50 per ha per tahun serta total untuk semua tingkatan pertumbuhan adalah 863.371,99 per ha per tahun. Nilai jasa lingkungan serapan CO<sub>2</sub> di hutan ini masih lebih tinggi jika dibandingkan nilai serapan CO<sub>2</sub> pada tegakan tingkat pancang di hutan mangrove Kelurahan Takalar Lama, Kabupaten Takalar, yaitu sekitar Rp. 198.300,07/ha/tahun (Sribianti *et al.*, 2021). Total nilai jasa lingkungan serapan CO<sub>2</sub> untuk keseluruhan areal Taman Hutan Raya Abdul Latief pada tingkatan pohon, tiang dan pancang adalah Rp. 224.884.403,37 per tahun ; Rp. 242.401.714,79 per tahun dan Rp. 154.341.716,84 per tahun serta total untuk semua tingkatan vegetasi adalah Rp. 621.627.835,00/tahun.

#### 4. KESIMPULAN

Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai Timur memiliki potensi biomassa, cadangan karbon, serapan CO<sub>2</sub> dan produksi Oksigen yang besar. Potensi rata-rata untuk keseluruhan tingkatan vegetasi berturut-turut adalah: 192,10 ton per ha; 90,28 ton per ha; 281,75 ton ha dan 241,05 ton per ha. Serapan Karbon tahunan Rata-rata adalah 4,20 ton per ha per tahun, Produksi O<sub>2</sub> Tahunan Rata-rata 11,22 ton per ha per tahun dan Serapan CO<sub>2</sub> Rata-rata Tahunan adalah 13,13 ton per ha per tahun. Nilai jasa lingkungan serapan CO<sub>2</sub> adalah Rp. 863.371,99 per ha per tahun. Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO<sub>2</sub> total tegakan hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief adalah Rp. 621.627.835,00 per tahun. Melihat potensi nilai jasa lingkungan Taman Hutan Raya Abdul Latief, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi pengambil kebijakan dalam pengelolaan Taman Hutan Raya tersebut, sehingga potensi yang ada tetap terjaga kelestariannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W. C. (2010) 'Pendugaan Cadangan Karbon dalam Rangka Pemanfaatan Fungsi Hutan Sebagai Penyerap Karbon', *Hutan dan Konservasi Alam*, 3(1), pp. 103–117.
- Adinugroho, W. C. et al. (2012) 'Kontribusi sistem agroforestri terhadap cadangan karbon di Hulu DAS Kali Bekasi', *Jurnal Hutan Tropis*, 1(3).
- Anshari, G. Z. et al. (2022) 'Carbon loss from a deforested and drained tropical peatland over four years as assessed from peat stratigraphy', *Catena*, 208(September 2021), p. 105719. doi: 10.1016/j.catena.2021.105719.
- Baharuddin et al. (2014) 'Potensi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) Serta Persamaan Allometrik Penduga Biomassa pada Tegakan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) pada Hutan Bambu Rakyat di Kabupaten Tana Toraja', *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian HHBK*, 1(1), pp. 415–428.
- Bayu, P., Suminarti, N. E. and Sudiarso, S. (2014) 'Perencanaan Hutan Kota Di Universitas Brawijaya', *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(5).
- Daud, M. et al. (2014) 'Potensi Biomassa, Cadangan Karbon dan Serapan Karbon Dioksida Pada Kebun Raya Massenrempulu Enrekang', *Jurnal Matoa*, 2(3), pp. 54–63.
- Daud, M. et al. (2018) 'Potensi Produksi Oksigen Pada Tegakan Bambu Parring (*Gigantochloa Atter*) Di Hutan Rakyat Kecamatan Tompobulu Kabupaten Maros', *Jurnal Matoa*, 6(12), pp. 27–39.

- Daud, M., Hikmah and Imran, J. (2015) 'Potensi Cadangan Dan Serapan Karbon Dioksida Di Hutan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Makassar Desa Bissoloro Kabupaten Gowa', *Jurnal Matoa*, 3(5), pp. 1–11.
- Imiliyana, A., Muryono, M. and Purnobasuki, H. (2012) 'Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Camplong, Sampang-Madura', *Paper and Presentation of Biology, ITS*, (June 2014), p. 13 p.
- Kehutanan, D. (1999) 'Undang Undang No. 41 Tahun 1999 Tentang: Kehutanan', Sekretariat Negara. Jakarta.
- Kiat, P. E., Malek, M. A. and Shamsuddin, S. M. (2020) 'Net carbon stocks change in biomass from wood removal of tropical forests in Sarawak, Malaysia', *Journal of King Saud University - Science*, 32(1), pp. 1096–1099. doi: 10.1016/j.jksus.2019.09.012.
- Kittredge, J. (1944) 'Estimation of the Amount of Foliage of Trees and Stands', *Journal of Forestry*, 42(12), pp. 905–912. doi: 10.1093/jof/42.12.905.
- Mandari, D. Z., Gunawan, H. and Isda, M. N. (2016) 'Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai', *Jurnal Riau Biologia*, 1(1), pp. 17–23.
- Muthmainnah and Tahnur, M. (2018) 'Nilai Manfaat Ekonomi Hutan Kota Universitas Hasanuddin Makassar', *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 10, pp. 239–245.
- Nowak, J., Hoehn, R. and Crane, E. D. (2007) 'Oxygen Production by Urban Trees in the United States', *Arboriculture & Urban Forestry*, 33(3), pp. 220–226.
- Purnawan, E. I. (2016) 'Teknik Estimasi Cadangan Karbon Serapan Karbondioksida & Produksi Oksigen Hutan Alam Dipterocarpa', pp. 0–20.
- Rahayu, S. (2007) 'Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan', Bogor: World Agroforestry Centre.
- Rinjani, A. R., Setyaningsih, L. and Rusli, A. R. (2018) 'Potensi Serapan Karbon Di Jalur Hijau Kota Bogor', *Jurnal Nusa Sylva*, 16(1), pp. 32–40.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1978) *Plant Physiology*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Siraj, M. (2019) 'Forest carbon stocks in woody plants of Chilimo-Gaji Forest, Ethiopia: Implications of managing forests for climate change mitigation', *South African Journal of Botany*, 127, pp. 213–219. doi: 10.1016/j.sajb.2019.09.003.



SNI (2011) '*Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon–Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting)*', Standar Nasional Indonesia, 7724.

Sribianti, I. et al. (2020) '*Estimasi Potensi Biomassa, Cadangan Karbon Dan Serapan Co2 Pada Beberapa Kerapatan Tegakan Mangrove Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim*', in. *Forum Dosen Indonesia DPD Sulawesi Selatan*, pp. 129–136.

Sribianti, I. et al. (2021) '*Economic valuation of mangrove ecosystem environmental services based on green economy*', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, p. 12116.