

Estimasi Ketersediaan dan Serapan Karbon pada *Mangrove* di Muara Sungai Cipunegara Desa Patimban, Kecamatan Pusaka Nagara, Subang, Jawa Barat

Sodikin¹, Rahmat Hidayat², Florentina Ratih Wulandari³, dan Fauzi Fahmi⁴

¹Progran Studi Magister Studi Lingkungan Sekolah Pascasarjana, Universitas Terbuka; e-mail: sodikinn@ecampus.ut.ac.id

²Program Studi Magister Administrasi Publik Sekolah Pascasarjana, Universitas Terbuka

³Program Studi Doktor Administrasi Publik Sekolah Pascasarjana, Universitas Terbuka

⁴PT Geo Alam Teknika Indonesia

ABSTRAK

Muara Sungai Cipunegara berada di Desa Patimban Kecamatan Pusakanagara Kabupaten Subang. Di kawasan ini terdapat *mangrove* yang tumbuh secara alami maupun hasil penanaman. Keberadaan kawasan *mangrove* mampu menyerap dan menyimpan emisi karbon yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketersediaan dan menganalisis daya serap karbon pada *mangrove* di muara Sungai Cipunegara. Data *mangrove* diperoleh dengan melakukan interpretasi citra dan melakukan *ground check* lapangan, identifikasi jenis *mangrove* dan pengukuran diameter dilakukan dengan metode *transek line*. Parameter lingkungan dilakukan dengan pengambilan sampel pada plot yang telah ditentukan. Analisis biomassa menggunakan persamaan allometrik, setelah ditemukan hasil biomassa kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui ketersediaan karbon dan kemampuan serapan karbon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *mangrove* di wilayah muara Sungai Cipunegara tahun 2011 sampai tahun 2023 terus mengalami peningkatan, pada tahun 2023 memiliki luas sebesar 696 ha. Jenis *mangrove* dominan adalah jenis *Avicenna spp*, *Rhizophora spp* dan *Sonneratia*, nilai biomassa yang dihasilkan oleh *mangrove* yang dihasilkan sebesar 390,70 ton/ha/hari, rata-rata ketersediaan karbon sebesar 19,53 ton/ha/hari dan rata-rata kemampuan serapan karbon perharinya adalah sebesar 71,69 ton/ha.

Kata kunci: Cipunegara, ketersediaan karbon, *mangrove*, serapan karbon.

ABSTRACT

The mouth of the Cipunegara River is in Patimban Village, Pusakanagara District, Subang Regency. In this area there are mangroves that grow naturally and are planted. The existence of mangrove areas is able to absorb and store carbon emissions produced by human activities. This research aims to estimate the availability and analyze the carbon absorption capacity of mangroves at the mouth of the Cipunegara River. Mangrove data was obtained by interpreting images and conducting field ground checks, identifying mangrove types and measuring diameters using the transect line method. Environmental parameters are carried out by taking samples in predetermined plots. Biomass analysis uses allometric equations, after finding the biomass results, calculations are then carried out to determine carbon availability and carbon absorption capacity. The research results show that mangroves in the Cipunegara River estuary area from 2011 to 2023 continue to increase, in 2023 they will have an area of 696 ha. The dominant mangrove types are *Avicenna spp*, *Rhizophora spp* and *Sonneratia*, the biomass value produced by mangroves is 390.70 tonnes/ha/day, the average carbon availability is 19.53 tonnes/ha/day and the average capacity The daily carbon uptake is 71.69 tonnes/ha.

Keywords: Cipunegara, carbon availability, carbon uptake, and *mangrove*.

Citation: Sodikin, Hidayat, R., Wulandari, F. R. (2024). Estimasi Ketersediaan dan Serapan Karbon Pada *Mangrove* di Muara Sungai Cipunegara Desa Patimban, Kecamatan Pusaka Nagara, Subang, Jawa Barat. Jurnal Ilmu Lingkungan, 22(4), 1100-1107, doi:10.14710/jil.22.4.1100-1107

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim saat ini menjadi ancaman besar bagi kehidupan manusia di Bumi. Salah satu dampak pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata tahunan yang stabil. Meluasnya penggunaan

kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil berkontribusi signifikan terhadap tingkat karbon dioksida di atmosfer. Selain itu, banyak polusi industri yang juga berkontribusi terhadap krisis pemanasan global saat ini. Emisi karbon dioksida (CO₂), adalah

salah satu gas rumah kaca yang merupakan penyebab utama terjadinya pemanasan global. Lima sumber utama emisi karbon dioksida adalah konsumsi energi, proses industri dan penggunaan produk, PKPL (lahan, hutan, dan penggunaan lahan), dan limbah (Rypdal *et al.*, 2006).

Hutan *mangrove* merupakan salah satu ekosistem pesisir yang mampu menyerap dan menyimpan karbon. *Mangrove* adalah penyerap karbon dioksida yang paling efektif dibandingkan ekosistem pesisir lainnya (Azzahra *et al.*, 2020), dan juga menawarkan banyak potensi manfaat bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Untuk memitigasi dampak pemanasan gas rumah kaca, pohon *mangrove* dapat menyimpan karbon (Hairiah *et al.*, 2007). Dibandingkan hutan tropis di darat, *mangrove* merupakan penyerap karbon yang lebih efektif (Donato *et al.*, 2012). Mengurangi konsentrasi karbon dioksida di atmosfer adalah strategi utama dalam memerangi pemanasan global, dan ekosistem *mangrove* berperan penting dalam upaya ini (Tsani *et al.*, 2022). Oleh karena itu, meningkatkan jumlah vegetasi *mangrove* di suatu wilayah dapat menjadi cara untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, karena karbon mampu diserap lebih efektif oleh ekosistem *mangrove* dibandingkan pohon *terrestrial* (daratan) (Kauffman *et al.*, 2012).

Kabupaten Subang merupakan salah satu kabupaten yang berada di wilayah pesisir Utara Provinsi Jawa Barat. Luas wilayah Kabupaten Subang adalah 2.166 kilometer persegi. Kecamatan Blanakan, Sukasari, Legon Kulon, dan Pusakanagara merupakan kecamatan yang terletak di sepanjang pantai dan berbatasan langsung dengan laut Jawa. Berdasarkan data dari Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat tahun 2020 Kabupaten Subang memiliki hutan *mangrove* seluas 7.346 hektar pada tahun 2020. *Mangrove* di Kabupaten Subang dapat ditemukan di sebagian besar wilayah pesisir salah satunya adalah di muara Sungai Cipunagara. Sungai Cipunagara merupakan salah satu dari beberapa sungai besar di Kabupaten Subang. Sungai Cipunagara memiliki hulu di kaki Gunung Tangkuban Prahur di Kabupaten Bandung. Penelitian yang dilakukan Munibah *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa Delta Cipunagara merupakan salah satu yang paling dinamis di dunia. Sejak tahun 1972, yang luasnya hanya 138,9 ha, Delta Sungai Cipunagara bertambah 757,3 ha, 623 ha, dan 623 ha lagi. *Mangrove* di sepanjang muara Sungai Cipunagara merupakan salah satu ekosistem *mangrove* yang pertumbuhannya paling pesat diantara wilayah lainnya di Kabupaten Subang. Saat ini disekitar muara Sungai Cipunagara terdapat pembangunan sebuah Pelabuhan yaitu Pelabuhan Patimban, keberadaan pelabuhan tersebut tentunya akan berdampak terhadap kondisi sosial ekonomi, mata pencaharian dan mobilitas penduduk di sekitar pelabuhan (Iryana, 2018). Semakin meningkatnya aktivitas penduduk di wilayah tersebut, tentunya akan meningkatkan

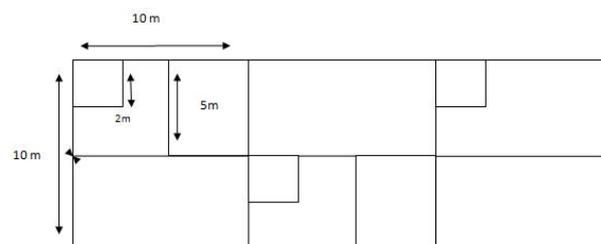
jumlah emisi karbon yang dihasilkan. Keberadaan *mangrove* di muara Sungai Cipunagara diharapkan mampu menjadi penyerap dan penyimpan emisi karbon yang ada, sehingga mampu mengurangi konsentrasi karbon dioksida di udara. Oleh karena itu Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketersediaan dan serapan karbon pada *mangrove* di Muara Sungai Cipunagara Desa Patimban Kecamatan Pusaka Nagara Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat.

2. METODE PENELITIAN

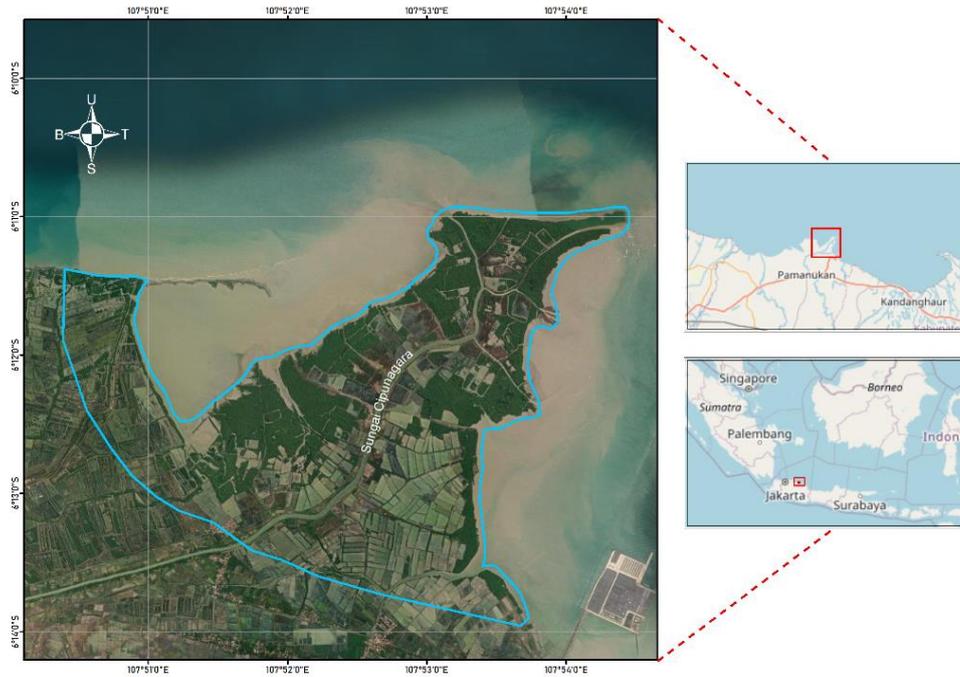
Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni tahun 2023 di Desa Patimban di Kecamatan Pusaka Nagara Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat, lokasi penelitian tepatnya di daerah muara Sungai Cipunagara. **Gambar 1** menunjukkan peta lokasi penelitian.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain GPS, pita pengukur, meteran, dan kamera. Data yang digunakan adalah citra satelit dari Google Earth dengan tahun akuisi 2011, 2017, dan 2023. Metode pengumpulan data *mangrove* dilakukan dengan interpretasi citra untuk mengetahui sebaran *mangrove* di sekitar muara Sungai Cipunagara, selanjutnya dilakukan inspeksi (*Ground Check*) lapangan untuk mengkonfirmasi hasil interpretasi, dan selanjutnya tahap terakhir mendigitalkan (*Digitasi*) data kawasan *mangrove* menggunakan fitur yang ada pada *Google Earth*. Karakteristik lingkungan seperti salinitas, pH tanah, substrat, dan suhu air diukur dengan mengumpulkan sampel di lokasi yang telah direncanakan. Analisis substrat dilakukan dengan mengambil sampel tanah dengan bor tanah, pengukuran salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer, pH tanah ditentukan dengan ph meter, dan suhu air diukur dengan menggunakan Termometer.

Ground check dilakukan untuk mengukur diameter pohon terutama DBH (*diameter at breast height*/diameter diatas dada), pancang dan semai serta mengidentifikasi jenis dan kerapatan *mangrove*. Sehingga dihasilkan data kerapatan dan jenis *mangrove* yang terdapat di kawasan tersebut. *Ground check* dilakukan dengan membuat peta ukur (*transek line*) 10 x10 m, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Transek Line



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.1. Perhitungan Biomassa mangrove

Persamaan alometrik yang digunakan untuk menentukan biomassa pohon mangrove disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persamaan Allometrik Beberapa Jenis *Mangrove*

Jenis Mangrove	Persamaan Allometrik
<i>Avicennia alba</i>	$W = 0.079211 \times DBH^{2.470895}$ (Sutaryo, 2009)
<i>Avicennia marina</i>	$W = 0.1848 \times DBH^{2.3524}$ (Dharmawan et al, 2008)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W = 0.128 \times DBH^{2.6}$ (Fromrard et al, 1998)
<i>Sonneratia alba</i>	$W = 0.0825 \times DBH^{0.89}$ (Kauffman et al, 2012)

Keterangan: W = Biomassa (kg) DBH = Diameter Breast Height (cm)

2.2. Perhitungan Ketersediaan Karbon

Untuk menghitung ketersediaan karbon menggunakan formulasi berikut:

$$C = 0.5 \times W$$

Dimana:

C : Kandungan karbon (Kg/m²)

W : Biomassa (Kg)

2.3. Perhitungan Karbon Total per Hektar pada Batang Pohon

Untuk menghitung karbon total per hektar pada batang pohon menggunakan formulasi berikut:

$$Cn = \frac{Cx}{1000} \times \frac{10000}{l_{plot}}$$

Dimana:

Cn : kandungan karbon per hektar di setiap sumber karbon pada setiap plot (Ton/ha)

Cx : kandungan karbon pada setiap sumber karbon di setiap plot (Kg)

l Plot : luas plot tiap masing-masing plot (m²)

2.4. Tingkat Serapan Karbon dioksida pada Mangrove

Untuk menghitung serapan karbon mangrove, cadangan karbon diubah menjadi total CO₂ menggunakan rasio massa atom relatif, C, yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$CO_2 = Cn \times 3.67$$

Dimana:

Cn : Stok Carbon

3,67 : Angka ekuivalen atau konversi unsur C ke CO₂ (massa atom C = 12 dan O = 16, CO₂ = (1x12) + (2x16) = 44; konversinya (44:12) = 3,67)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perkembangan Mangrove di Muara Sungai Cipunagara

Berdasarkan hasil pemantauan citra satelit google earth, mangrove di kawasan muara Sungai Cipunagara sejak tahun 2011 mengalami peningkatan hingga tahun 2023. Peningkatan luasan mangrove dikawasan disebabkan oleh adanya beberapa program rehabilitasi mangrove yang dilakukan oleh pemerintah maupun kelompok masyarakat, selain itu juga ditunjang oleh karakteristik lahan yang sesuai untuk perkembangan mangrove yaitu adanya sedimentasi yang tinggi dari Sungai cipunagara menyebabkan banyaknya lumpur yan ada di kawasan tersebut. Lebih detail gambaran sebaran mangrove di Muara Sungai Cipunagara tahun 2011, 2017 dan 2023, seperti terlihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil pantauan dari citra satelit Google Earth tahun 2011 luas *mangrove* di muara Sungai Cipunagara adalah 175,61 ha, pada tahun 2017 luas *mangrove* meningkat menjadi 215,1 ha, dan pada tahun 2023 meningkat kembali menjadi 696,00 ha. Peningkatan besar terjadi pada rentang tahun 2017-2023 yaitu sebesar 480,9 ha. Peningkatan tersebut disebabkan oleh adanya program-program penanaman *mangrove* yang telah dilakukan oleh Masyarakat maupun pemerintah. Misalnya program penanaman *mangrove* yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat, CSR Perusahaan dan program dari Kementerian. Selain itu disebabkan faktor lingkungan yang mendukung terhadap

optimalnya pertumbuhan *mangrove* secara alami di kawasan ini, salah satunya adalah sedimen, sedimen di muara Sungai cipunagara tergolong sangat tinggi sehingga menjadi penyebab optimalnya pertumbuhan *mangrove*, karena Karakteristik sedimen yang baik menentukan pertumbuhan *mangrove* (Aini *et al.*, 2016). Sedimen yang tinggi di Sungai Cipunagara menyebabkan luasan muara Sungai cipunagara semakin tahun semakin luas, seperti hasil penelitian Nur *et al.*, 2020 menyatakan bahwa pertambahan lahan baru di muara Sungai Cipunagara dari tahun 1978 sampai dengan tahun 2020 sebesar 208 ha. Lebih detail luasan *mangrove* tahun 2011, 2017 dan 2023 seperti terlihat pada **Gambar 4**.



Sumber: Goolge Earth dan hasil analisis tahun 2023
Gambar 3. Perkembangan *Mangrove* di Muara Sungai Cipunagara



Gambar 4. Luasan *Mangrove* Muara Cipunagara Tahun 2011,2017 dan 2023

Hasil Observasi lapangan dan identifikasi yang telah dilakukan jenis *Avicennia sp.*, *Sonneratia sp.*, dan *Rhizophora sp.* adalah tiga jenis *mangrove* yang terdapat di kawasan muara Sungai Cipunagara. Jenis yang paling dominan adalah jenis *Avicennia lanata* dan *Avicennia marina*. Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Rikardi *et al.*, (2021) yang menemukan bahwa ada tiga jenis *mangrove* yang mendominasi wilayah pesisir Kabupaten Subang. Hal ini terjadi karena tanah di muara sungai Cipunagara sebagian besar merupakan tanah timbul yang terbentuk dari endapan sedimen yang terbawa aliran sungai Cipunagara. *Mangrove* jenis *Avicennia marina* dikenal karena kemampuan adaptasinya terhadap kondisi tanah yang berbeda-beda dan melimpah di daerah dengan substrat berpasir dan endapan lumpur sungai (Sari *et al.*, 2017). Temuan Masruroh *et al.*, (2020) juga menunjukkan pentingnya jenis benih dalam menentukan kepadatan vegetasi *Avicennia*. Terdapat korelasi positif antara persentase lumpur dan kepadatan *Avicennia marina*, yang menunjukkan bahwa persentase lumpur yang lebih tinggi akan menghasilkan kepadatan *Avicennia marina* yang lebih tinggi.

3.2. Diameter dan Kerapatan Mangrove

Berdasarkan hasil pengukuran lapangan diameter pohon dan kerapatan *mangrove* di Kawasan Muara Sungai Cipunagara, rata-rata diameter pohon tertinggi adalah pada plot 2 yaitu 84,33 pada plot 2 di dominasi oleh *Avicennia* dan *Rhizophora* yang memiliki umur yang sudah cukup tua dan memiliki ukuran batang yang besar. Kerapatan tertinggi berdasarkan hasil pengukuran terletak pada plot 2 dan 4, pada plot 4 jenis *mangrove* yang mendominasi adalah jenis *Avicennia* dan berbatasan langsung dengan bibir pantai sehingga terkena pasang surut langsung. Gambaran terkait rata-rata diameter dan kerapatan *mangrove* di Sungai Cipunagara seperti terlihat pada **Gambar 5**.

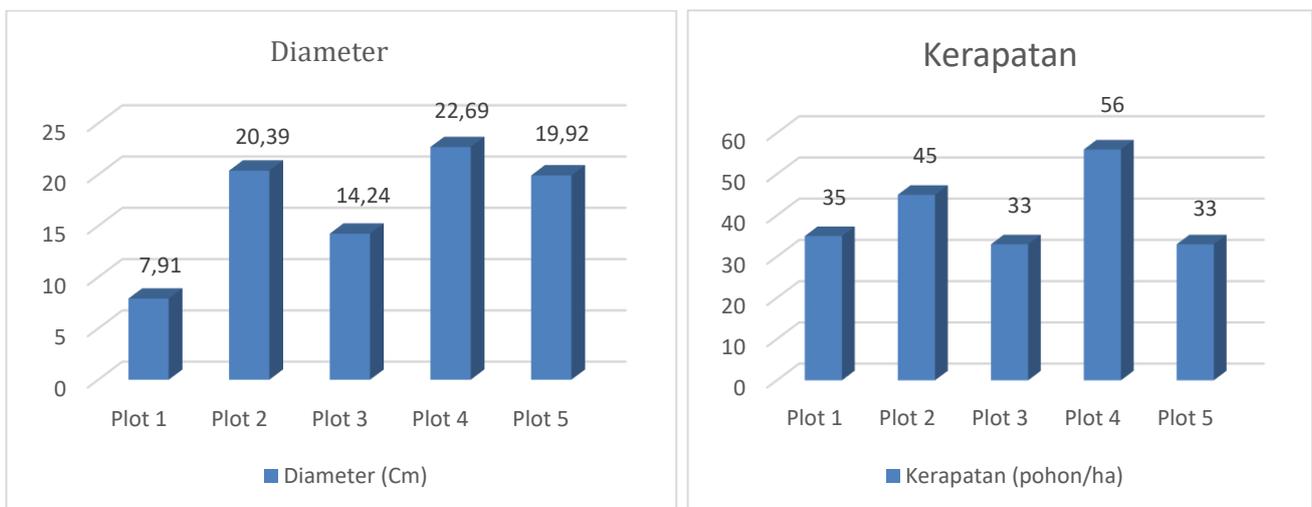
3.3. Parameter Lingkungan sekitar Mangrove

Beberapa parameter yang diukur pada kawasan *mangrove* antara lain suhu air, ph air, salinitas air dan jenis substrat. Nilai masing-masing parameter seperti disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kondisi parameter lingkungan di lokasi penelitian

Parameter	Plot				
	1	2	3	4	5
Suhu air (°C)	31	30	32	32	30
Salinitas (ppt)	47	30	40	30	30
Ph air	7	7	7	7	7
Jenis Substrat	Lumpur	Lumpur	Lumpur	Lumpur	Lumpur

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa suhu air rata-rata berada di antara 30-32°C hal ini terjadi karena saat pengambilan sampel dilakukan pada konsisi siang hari, dimana pada saat itu kondisi sinar matahari sedang sangat panas. Salinitas tertinggi ada pada plot 1 dan 3, salinitas pada 2 plot ini adalah 47 ppt dan 40ppt apabila diklasifikasikan berdasarkan penggolongan kelas salinitas menurut (Poedjirahajoe, 2006), maka plot 1,3 dan 6 merupakan kategori salinitas tinggi, sedangkan plot lain yaitu plot 2,4 dan 5 memiliki nilai salinitas 30ppt atau masuk kategori sedang. Adapun jenis substrat hampir disemua plot adalah substrat jenis lumpur. Seberapa baik pertumbuhan *mangrove* sangat bergantung pada substrat pantai. Kemampuan lumpur dalam menyerap benih *mangrove* bergantung pada jenis substrat lanau (debu) dan tanah liat (*clay*) (Masruroh *et al.*, 2020). Jenis *mangrove Avicennia* tumbuh subur pada kondisi berlumpur (Fadli *et al.*, 2015). Berbeda dengan *Rhizophora mucronata*, merupakan jenis *mangrove* yang dapat tumbuh pada substrat pasir berlumpur yang halus (Lewerissa *et al.*, 2018).



Gambar 5. Rata-Rata Diameter Pohon dan Kerapatan Vegetasi *Mangrove* Sungai Cipunagara

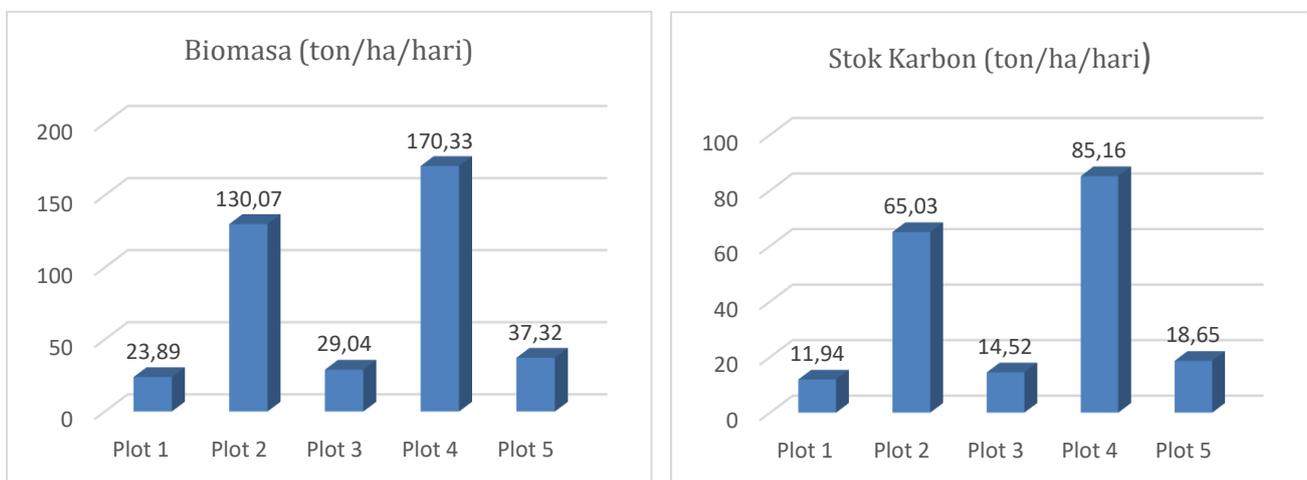
3.4. Stok Karbon pada *Mangrove* Muara Sungai Cipunagara

- Biomasa *mangrove* dan Stok Karbon

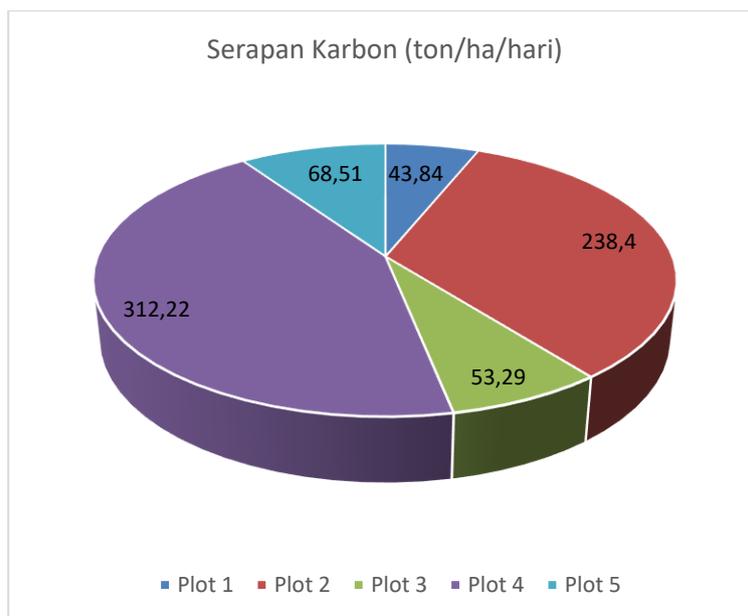
Biomassa *mangrove* sepanjang muara Sungai Cipunagara terbesar terdapat pada plot 2 dan 4 dengan nilai masing-masing sebesar 130,07 ton per hektar dan 170,33 ton per hektar per hari. Hal ini dikarenakan rata-rata diameter pohon pada plot 2 dan 4 sangat besar, hal ini sejalan dengan temuan Rahman *et al.*, (2017) yang menemukan bahwa biomassa, simpanan karbon, dan asupan karbon semuanya berhubungan dengan diameter dan kepadatan *mangrove*. Selain itu, Hakim *et al.*, (2016) menegaskan kembali bahwa nilai karbon pohon meningkat seiring dengan bertambahnya diameternya. Oleh karena itu, nilai karbon yang tersimpan dalam tegakan meningkat seiring dengan bertambahnya diameter tegakan. Lebih spesifiknya, **Gambar 6** menggambarkan biomassa *mangrove* di muara sungai Cipunagara.

- Kemampuan serapan karbon *mangrove* di Muara Cipunagara

Bachmid *et al.*, (2018) menemukan bahwa *mangrove* tidak hanya berperan sebagai penyimpan karbon yang sangat baik, namun juga sebagai penyerap karbon. Karbon yang dikumpulkan oleh *mangrove* disimpan dalam biomassa tanaman, termasuk batang, daun, dan sedimen. Efisiensi penyerapan karbon maksimumnya adalah 77,9%. Rasio tutupan daun terhadap total luas lahan menjadi penentu utama penyerapan karbon tanaman (Sari *et al.*, 2022). Penyerapan karbon pada *mangrove* di Muara Sungai Cipunagara paling besar terdapat pada plot 4 dengan nilai 312,22 ton/ha/hari. Sebaliknya, Plot 3 memiliki serapan karbon terendah (53,29 ton/ha/hari). **Gambar 7** memberikan informasi lebih lanjut mengenai serapan karbon di muara Sungai Cipunagara.



Gambar 6. Biomasa Pada *Mangrove* di Muara Sungai Cipunagara



Gambar 7. Kemampuan Serapan Karbon *Mangrove* di Maura Sungai Cipunagara

Tabel 3. Stok Karbon dan Serapan Karbon Pada *Mangrove* Cipunagara

Plot	Jenis	Diameter (cm)	Biomassa (ton/ha/hari)	Carbon (ton/ha/hari)	WCO (ton/ha/hari)
1	<i>Avicenia Marina</i>	7,91	23,89	11,94	43,84
2	<i>Avicenia Marina</i>	6,79	16,73	8,36	30,70
	<i>Rhizophora Mucronata</i>	13,60	113,34	56,67	207,99
3	<i>Avicenia Marina</i>	7,20	19,20	9,60	35,24
	<i>Avicena Alba</i>	7,04	9,84	4,92	18,05
4	<i>Rhizophora Mucronata</i>	15,09	148,52	74,26	272,54
	<i>Avicenia Marina</i>	7,60	21,81	10,90	40,02
5	<i>Avicenia Alba</i>	9,87	22,67	11,33	41,61
	<i>Avicenia Marina</i>	6,37	14,39	7,19	26,42
	<i>Sonneratia Alba</i>	3,68	0,26	0,13	0,48
Total			390,70	19,53	71,69

Lebih detail terkait Biomassa, stok karbon dan serapan karbon pada setiap jenis *mangrove* di muara Sungai Cipunagara, seperti terlihat pada **Tabel 3**.

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa total biomassa pada *mangrove* di Muara Sungai Cipunagara adalah rata-rata sebesar 390,70 ton/ha/hari, total ketersediaan karbon rata-rata sebesar 19,53 ton/ha/hari. Selain itu total kemampuan penyerapan karbon perhari rata-rata sebesar 71,69 ton/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan *mangrove* di Muara Sungai Cipunagara dapat menjadi solusi untuk mengurangi emisi karbon yang ada di sekitar wilayah tersebut. Apabila dilihat dari sebaran plot nya, nilai ketersediaan dan serapan karbon tertinggi ada pada plot 4 yaitu pada jenis *Rhizophora Mucronata*. Apabila sudah mengetahui jumlah karbon yang tersimpan di suatu hutan, maka kita bisa mengetahui besarnya peran kawasan tersebut dalam mitigasi perubahan iklim (Yaqin *et al.*, 2022). Sehingga bagi pemerintah setempat dan kelompok Masyarakat perlu adanya peningkatan kegiatan-kegiatan yang dapat meningkatkan kelestarian *mangrove*. Terutama kegiatan penanaman pada beberapa lokasi yang telah mengalami kerusakan. Selain itu perlu adanya penguatan kebijakan terkait program-program rehabilitasi *mangrove* serta adanya pengendalian terhadap alih fungsi lahan *mangrove* menjadi peruntukan lain.

4. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa luas *mangrove* di Muara Sungai Cipunagara terus bertambah antara tahun 2011 hingga 2023. Total luas *mangrove* di kawasan ini akan meningkat menjadi 696,00 hektar pada tahun 2023. Spesies *Avicennia*, *Sonneratia*, dan *Rhizophora* mendominasi *mangrove* di kawasan tersebut. Rata-rata ketersediaan karbon harian sebesar 19,53 ton/ha, sedangkan rata-rata produksi biomassa harian sebesar 390,70 ton/ha. *Mangrove* di Muara Sungai Cipunagara mampu menyerap tambahan karbon sebesar 71,69 ton/ha per hari. Total biomassa, stok karbon, dan serapan karbon di wilayah tersebut dipengaruhi oleh besarnya diameter dan kepadatan vegetasi *mangrove*. Penelitian telah memperoleh gambaran kemampuan *mangrove* di Sungai cipunagara dalam menyimpan dan menyerap karbon, dan diharapkan kepada peneliti lain agar dapat menganalisis seberapa besar emisi karbon yang

dihasilkan oleh aktivitas penduduk di wilayah tersebut dan dikaitkan dengan kebutuhan *mangrove* untuk menyerap emisi karbon yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, HR., Suryanto, A., Hendarto, B. (2016). Hubungan Tekstur Sediman dengan *Mangrove* di Desa Mojo Kecamatan Ulujami Kabupaten Pemalang, *Diponegoro Journal Of Maquares*, 5 (4),209-2015.
- Azzahraa, F. S., Suryantia S, Febrianto S. (2020). Estimasi Serapan Karbon Pada Hutan *Mangrove* Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah, *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4 (2), 308-315.
- Bachmid, F., Sondak, C., dan Kusen, J. (2018). Estimasi penyerapan karbon hutan *mangrove* Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken, *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 6 (1), 8-13.
- Dharmawan, I. W. S dan Siregar, C. A. (2008). Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia Marina* (Forsk.) Vierh di Ciasem, Purwakarta, *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 5(4), 317-328.
- Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. dan Kanninen, M. (2012). *Mangrove* Salah Satu Hutan Terkaya Karbon di Daerah Tropis, *Brief CIFOR*, 12, 1- 12.
- Fadli, dan Kharjon. (2015). Analisis vegetasi *Avicennia* sp dan karakteristik sedimen di kawasan *mangrove* Desa Sungai Rawa Kecamatan Sungai Apit Kabupaten Riau, *JOM* 2 (1), 23-24.
- Fromard, F., Puig, H., Mougine, E., Marty, G., Betoulle, J. L., & Cadamuro, L. (1998). Structure, above-ground biomass and dynamics of *mangrove* ecosystems: new data from French Guiana, *Oecologia*, 115(1-2), 39-53.
- Hairiah K, Rahayu S. (2007). Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.
- Hakim, M.A., Martuti, N.K.T. & Irsadi, A. (2016). Estimasi stok karbon mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang, *Journal of Life Science*, 5(2), 87-94.
- Iryana, BI. (2018). Analisis Dampak Pembangunan Pelabuhan Patimban Di Kecamatan Puskakanegara Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar, *Jurnal Academia Praja*, 02 (1), 22-41.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass, and carbon stocks in *mangrove* forests (pp. 50-p). Bogor, Indonesia: CIFOR.

- Sodikin, Hidayat, R., Wulandari, F. R. (2024). Estimasi Ketersediaan dan Serapan Karbon Pada *Mangrove* di Muara Sungai Cipunagara Desa Patimban, Kecamatan Pusaka Nagara, Subang, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 1100-1107, doi:10.14710/jil.22.4.1100-1107
- Lewerissa, YA., Sangaji, M., Latumahina, MB. (2018). Pengelolaan Mangrove Berdasarkan Tipe Substrat di Perairan Negeri Imamahu Pulau Saparua, *Jurnal TRITON*, 14 (1), 1-9.
- Masrurroh L, Insafitri. (2020). Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Kerapatan Vegetasi *Avicennia marina* Di Kabupaten Gresik, *Juvenil*, 1 (2),151-159.
- Munibah K, Iswati A, Tjahjono B. (2010). Perubahan Garis Pantai dan Regulasi Pengelolaan lahan Baru Delta Cipunagara, Subang Jawa Barat, *Globe* 12 (2), 151-159.
- Nur, WH., Hendrizan, M., Nurhidayati, A.U., Ismayanto, A.F. (2020). Estuary Changes of Cipunagara and Cimanuk River Using Landsat Imagery Spatial Analysis, *Bulletin of the Marine Geology*, 35 (2),65-78.
- Poedjirahajoe, E. (2006), Klasifikasi lahan potensial untuk rehabilitasi mangrove di Pantai utara Jawa Tengah (Rehabilitasi mangrove menggunakan jenis *Rhizophora mucronata*), Disertasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahman., H. Effendi, dan I. Rusmana. (2017). Estimasi Stok dan Serapan Karbon Pada Mangrove di Sungai Tallo Makassar, *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11, 19-28.
- Rikardi N, Nurjaya I.W, Damar A. (2021). Indeks Kepekaan Lingkungan Ekosistem Mangrove Terhadap Tumpahan Minyak: Studi Kasus di Pesisir Subang, Jawa Barat, *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 13 (1), 1-17.
- Rypdal, K, Paciornik, N., Eggleston, S., Goodwin, J., Irving, W., Penman, J., & Woodfield, M. (2006). Chapter 1 Introduction to the 2006 Guidelines. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.
- Sari, A.N., Kardhinata, E.H., dan A. Hanifah, M.Z.N. (2017). Analisis Substrat di Ekosistem Kampung Nipah Desa Sei Nagalawan Serdang Bedagai Sumatera Utara, *Jurnal Biologi Lingkungan, Industri, Kesehatan*, 3(2), 163-173.
- Sari D.P, Syaputra M, Webliana K. B. (2022). Biomassa dan Serapan Karbon Hutan Mangrove Tanjung Batu, Desa Sekotong Tengah, Kabupaten Lombok Barat, *Journal of Forest Science Avicennia*, 05 (02), 95-103.
- Sutaryo, D. (2009). Penghitungan Biomassa Sebuah pengantar untuk studi karbon dan perdagangan karbon. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.
- Tsani AAR, Muhsoni FF. (2022). Estimasi stok karbon mangrove di desa Taddan Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang, *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 5 (1), 475-485.
- Yaqin N, Rizkiyah M, Putra EA, Suryanti, Febrianto S. (2022). Estimasi Serapan Karbon pada Kawasan Mangrove Tapak di Desa Tugurejo Semarang, *Buletin Oseanografi Marina* 11 (1), 19-29.