© xxx Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP

**JURNAL ILMU LINGKUNGAN**

*Volume xx Issue x (xxxx) : xx-xxxx ISSN 1829-8907*

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 Fauzi Fahmi4

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

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi ketersediaan dan menganalisis daya serap karbon pada *mangrove* di muara Sungai Cipunagara Desa Patimban Kecamatan Pusaka Nagara Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. Data *mangrove* diperoleh dengan melakukan interpretasi citra google earth dan melakukan *ground check* lapangan, identifikasi jenis *mangrove* dan pengukuran diameter dilakukan dengan metode *transek line*. Data parameter lingkungan terdiri dari salinitas, ph tanah, substrat dan suhu air dilakukan dengan pengambilan sampel pada plot yang telah ditentukan. Analisis biomassa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik, setelah ditemukan hasil biomassa kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui ketersediaan karbon dan kemampuan serapan karbon dari *mangrove* di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil penelitian *mangrove* di wilayah muara Sungai Cipungara dari tahun 2011 sampai dengan 2023 terus mengalami peningkatan, tahun 2023 luas *mangrove* di muara Sungai Cipunagara adalah 696 ha, peningkatan terbesar terjadi pada rentang tahun 2017-2023. Jenis *mangrove* dominan dimuara Sungai Cipunagara adalah jenis *Avicenna spp, Rhizophora spp* dan *Sonneratia*, nilai biomassa yang dihasilkan oleh *mangrove* di muara Sungai Cipunagara 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. Apabila dilihat dari jenisnya, penyumbang terbesar baik biomasa, stok karbon maupun serapan karbon terdapat pada jenis *Rhizophor Mucronata.*

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

**ABSTRACT**

This research aims to estimate the availability and analyze the carbon absorption capacity of mangroves at the mouth of the Cipunagara River, Patimban Village, Pusaka Nagara District, Subang Regency, West Java Province. Mangrove data was obtained by interpreting Google Earth images and conducting field ground checks, identifying mangrove types and measuring diameters using the transect line method. Environmental parameter data consisting of salinity, soil pH, substrate and water temperature is carried out by taking samples in predetermined plots. Biomass analysis is carried out using allometric equations. After finding the biomass results, calculations are then carried out to determine the carbon availability and carbon absorption capacity of the mangroves in the area. Based on research results, mangroves in the Cipungara River estuary area from 2011 to 2023 continued to increase, in 2023 the area of ​​mangroves at the Cipunagara River estuary was 696 ha, the largest increase occurred in the 2017-2023 period. The dominant types of mangroves at the mouth of the Cipunagara River are Avicenna spp, Rhizophora spp and Sonneratia, the biomass value produced by mangroves at the mouth of the Cipunagara River is 390.70 tons/ha/day, the average carbon availability is 19.53 tons/ha/day and the average daily carbon absorption capacity is 71.69 tonnes/ha. If we look at the type, the largest contributor to biomass, carbon stock and carbon uptake is the Rhizophor Mucronata type.

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

***Citation****:* Sodikin, Hidayat, R., Wulandari, F. R. (2023). Estimasi Ketersediaan dan Serapan Kabron Pada Mangrove di Muara Sungai Cipunagara Desa Patimban, Kecamatan Pusaka Nagara, Subang, Jawa Barat. Jurnal Ilmu Lingkungan, xx(x), xx-xx, doi:10.14710/jil.xx.x.xxx-xx

**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),sebagaimana dinyatakan oleh *Intergovernmental Panel on* *Climate Change* (IPCC).

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, 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, 2007). Dibandingkan hutan tropis di darat, *mangrove* merupakan penyerap karbon yang lebih efektif (Donato, 2012). Mengurangi konsentrasi karbon dioksida di atmosfer adalah strategi utama dalam memerangi pemanasan global, dan ekosistem *mangrove* berperan penting dalam upaya ini (Tsani, 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, 2012).

Luas wilayah Kabupaten Subang adalah 2.166 kilometer persegi dan terbagi menjadi 30 kabupaten kecil di sepanjang pantai utara Jawa Barat. Kecamatan Blanakan, Sukasari, Legon Kulon, dan Pusakanagara semuanya terletak di sepanjang pantai dan berbatasan 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. Mangrove di sepanjang muara Sungai Cipunagara merupakan salah satu ekosistem mangrove yang pertumbuhannya paling pesat. Salah satu dari beberapa sungai besar di Kabupaten Subang adalah Sungai Cipunagara. Sungai Cipunagara memiliki hulu di kaki Gunung Tangkuban Prahu di Kabupaten Bandung. Penelitian yang dilakukan Munibah (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. 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**

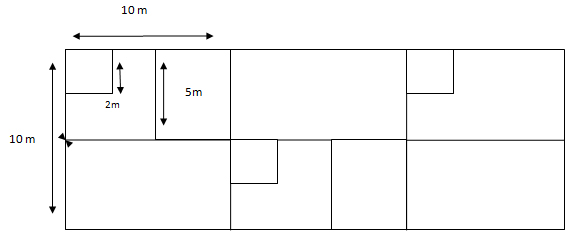
Penelitian ini dilakukan di Desa Patimban di Kecamatan Pusaka Nagara Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat menjadi lokasi penelitian tepatnya di daerah muara Sungai Cipunagara. **Gambar 1** menunjukkan peta lokasi penelitian.

****

Gambar 1 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 mengindentifikasi 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 2 Transek Line

**2.1 Perhitungan Biomassa mangrove**

Biomassa adalah jumlah total bahan organik hidup pada pohon (Rahmattin, 2020).

Biomassa, yang didefinisikan sebagai jumlah jaringan hidup di atas tanah pada sebuah pohon, diukur berdasarkan berat keringnya dalam ton per meter persegi. Persamaan alometrik yang digunakan untuk menentukan biomassa pohon mangrove disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Persamaan Allometrik Beberapa Jenis Mangrove

|  |  |
| --- | --- |
| Jenis Mangrove | Persamaan Allgoritma |
| *Avicennia alba* | W = 0.079211 x DBH 2.470895 (Sutaryo, 2009) |
| *Avicennia marina* | W = 0.1848 x DBH2.3524 (Dharmawan dan Siregar, 2008) |
| *Rhizophora mucronata* | W = 0.128 x DBH2.6 (Fromrard et. al, 1998) |
| *Sonneratia alba* | W = 0.0825 x DBH0.89 (Kauffman dan Donato, 2012) |

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

**2.2 Perhitungan Ketersediaan Karbon**

Sumber karbon *(carbon pool)* adalah setiap lokasi atau sistem yang berpotensi menyimpan dan/atau melepaskan karbon, serupa dengan cara tanaman menyimpan dan/atau melepaskan karbon dari atmosfer. Rumus berikut digunakan untuk penghitungan stok karbon.

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:

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)

**2.3 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.

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 tesebut. Lebih detail gambaran sebaran mangrove di Muara Sungai Cipunagara tahun 2011, 2017 dan 2023, seperti terlihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Perkembangan Mangrove di Muara Sungai Cipunagara

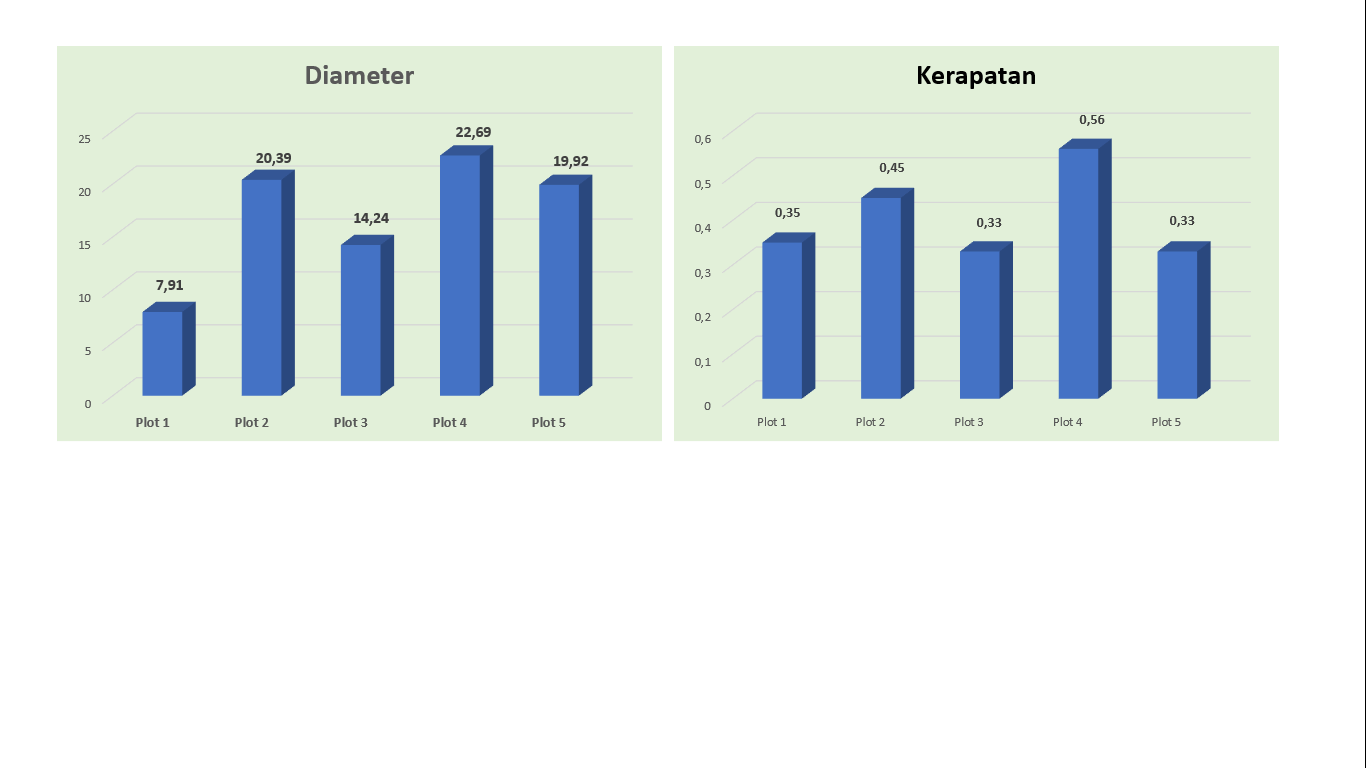
Berdasarkan hasil pantauan dari citra satelit Google Earth tahun 2011 luas mangrove di muara Sungai Cipunagara adalah 175,61 ha, pada tahun 2017 luas mangrove meningkat menjadi 215,1 ha, dan pada tahun 2023 meningkat kembali menjadi ]696,00 ha. Peningkatan besar terjadi pada rentang tahun 2017-2023 yaitu sebesar 480,9 ha. Peningkatan tersebut disebabkan oleh adanya program-program penanaman mangrove yang telah dilakukan oleh Masyarakat maupun pemerintah. Selain itu disebabkan faktor lingkungan yang mendukung terhadap optimalnya pertumbuhan mangrove secara alami di kawasan ini. Lebih detail luasan mangrove tahun 2011, 2017 dan 2023 seperti terlihat pada **Gambar 4**.

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 domianan adalah jenis *Avicennia lanata dan Avicennia marina.* Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Rikardi (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 (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 *Rhizopora* yang memiliki umur yang sudah cukup tua dan memiliki ukuran 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**.



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

**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

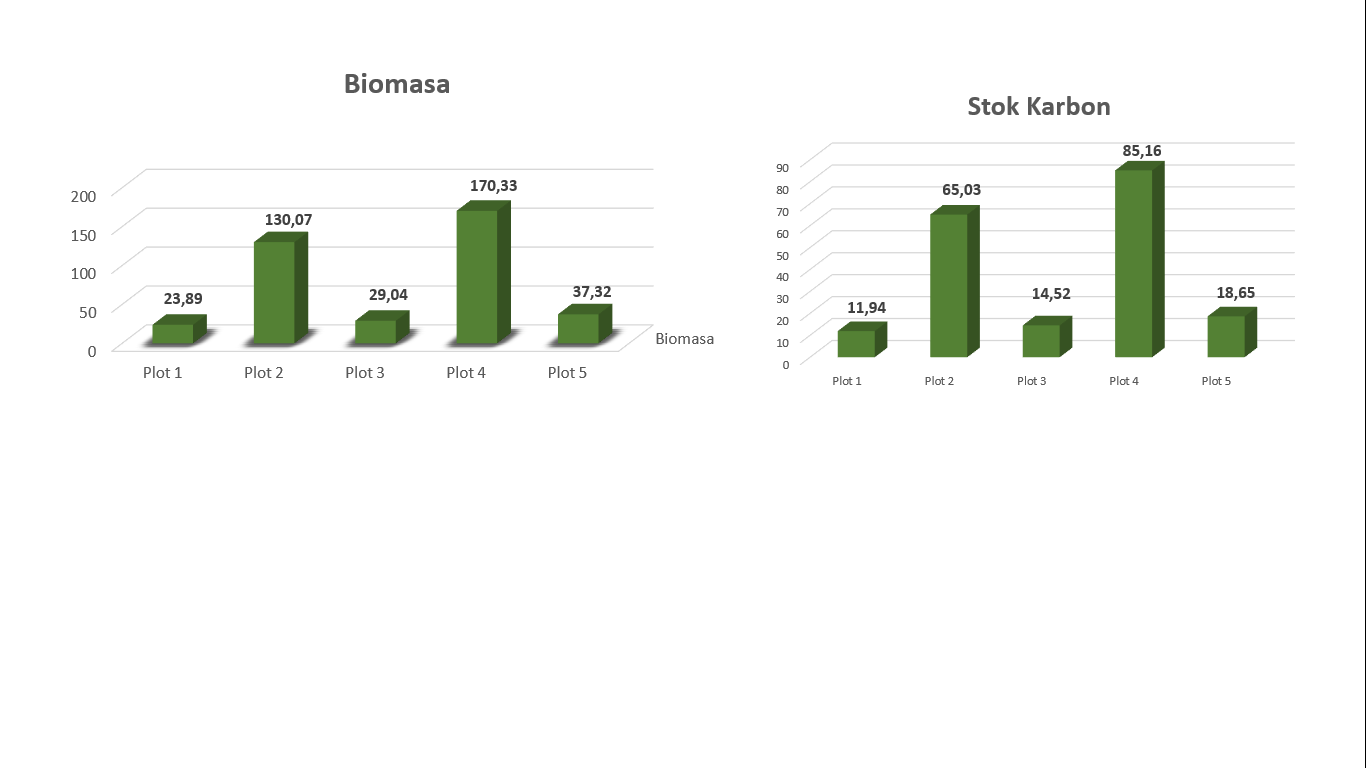
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | Plot | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Suhu air | 31 | 30 | 32 | 32 | 30 |
| Salinitas | 47 | 30 | 40 | 30 | 30 |
| Ph air | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Jenis Substrat | Lumpur | Lumpur | Lumpur | Lumpur | Lumpur |

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa suhu air rata-rata berada di antara 30-32°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‰ dan 40‰ apabila diklasifikan berdasarkan penggolongan kelas salinitas menurut (Poedjirahajoe, 2006), maka plot 1,3 dan 6 merupakan kategori salinitas tinggi, sedangka plot lain yaitu plot 2,4 dan 5 memiliki nilai salinitas 30‰ 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, 2020). Jenis *mangrove Avicennia* tumbuh subur pada kondisi berlumpur (Fadli dan Kharjon, 2015). Berbeda dengan *Rhizophora mucronata*, merupakan jenis *mangrove* yang dapat tumbuh pada substrat pasir berlumpur yang sangat tebal (Usman 2013).

**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 dkk. (2017) yang menemukan bahwa biomassa, simpanan karbon, dan asupan karbon semuanya berhubungan dengan diameter dan kepadatan mangrove. Selain itu, Hakim dkk. (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.



Gambar 6 Biomasa Pada *Mangrove* di Muara Sungai Cipunagara

* Kemampuanserapan karbon mangrove di Muara Cipunagara

Bachmid (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, 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 7 Kemampuan Serapan Karbon *Mangrove* di Maura Sungai Cipunagara

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

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 | *Avicenia Marina* | 7,91 | 23,89 | 11,94 | 43,84 |
| 2 | *Avicenia Marina* | 6,79 | 16,73 | 8,36 | 30,70 |
| *Rhizphora Mucronata* | 13,60 | 113,34 | 56,67 | 207,99 |
| 3 | *Avicenia Marina* | 7,20 | 19,20 | 9,60 | 35,24 |
| *Avicena Alba* | 7,04 | 9,84 | 4,92 | 18,05 |
| 4 | *Rhizphora Mucronata* | 15,09 | 148,52 | 74,26 | 272,54 |
| *Avicenia Marina* | 7,60 | 21,81 | 10,90 | 40,02 |
| 5 | *Avicenia Alba* | 9,87 | 22,67 | 11,33 | 41,61 |
| *Avicenia Marina* | 6,37 | 14,39 | 7,19 | 26,42 |
| *Soneratia Alba* | 3,68 | 0,26 | 0,13 | 0,48 |
|  | **Total Rata-rata** |  | **390,70** | **19,53** | **71,69** |

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 mengindifkasikan 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 *Rhizphora Mucronata.* Apabila sudah mengetahui jumlah karbon yang tersimpan di suatu hutan, maka kita bisa mengetahui besarnya peran kawasan tersebut dalam mitigasi perubahan iklim (Yaqin, 2022). Sehingga bagi pemerintah setempat dan kelompok Masyarakat perlu adanya peningkatan kegiatan-kegiatan yang dapat meningkatkan kelestarian mangrove. Terutama kegiatan penaman pada beberapa lokasi yang telah mengalami kerusakan. Selain itu perlu adanya penguatan kebijakan terkait program-program rehabilitasi mangrove serta adanya pengendalian terhadap alih fungi 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.

**DAFTAR PUSTAKA**

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.

Brown.S, 1997. Estimating Biomass change of tropical forest a primer FAO, Forestry paper

No. 134. USA.

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, no

12, pp 1- 12.

Fromard, F., Puig, H., Mougin, 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. World Agroforestry Centre. Bogor, 77.

Hakim, M.A., Martuti, N.K.T. & Irsadi, A. 2016. Estimasi stok karbon mang rove di Dukuh

Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang. Journal of Life Science, 5(2): 87-94.

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.

Masruroh L, Insafitri. 2020. Pengaruh Jenis Substrat Terhadap Kerapatan Vegetasi Aviceniia

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.

Poedjirahajoe, E., (2006), Klasifikasi lahan potensial untuk rehabilitasi mangrove di pantai

utara Jawa Tengah (Rehabilitasi mangrove menggunakan jenis *Rhizopora mucronata*).

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.

Rahmattin Nur A.E, Hidayah. 2020. Analisis Ketersediaan Stok Karbon Pada Mangrove di

Pesisir Subaya, Jawa Timur. Juvenil 1 (1): 59-65.

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.