



Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon Mangrove di Perairan Estuari Dompok, Kampung Dompok Lama, Kota Tanjungpinang

Estimation of Surface Biomass and Carbon Stock of Mangroves in Dompok Estuary Waters, Dompok Lama Village, Tanjungpinang City

Pajri Febriansyah¹, Febrianti Lestari^{1,2✉}, Rika Anggraini³

¹Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

²Magister Ilmu Lingkungan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

³Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, Indonesia 29111

Info Artikel:

Diterima: 13 Juli 2023

Revisi: 26 Oktober 2023

Disetujui: 20 Juli 2025

Dipublikasi: 01 November 2025

Kata Kunci:

Allometrik, Above Ground Biomassa, Biomassa, Estimasi Stok Karbon, Mangrove

Penulis Korespondensi:

Febrianti Lestari

Manajemen Sumberdaya Perairan,
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Maritim Raja Ali Haji,
Tanjungpinang, Indonesia 29111

Email:

febi_lestary@umrah.ac.id



This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Authors.

Published by Program Studi

Manajemen Sumberdaya Perairan

Universitas Maritim Raja Ali Haji.

ABSTRAK. Hutan mangrove memiliki tingkat penyerapan dan penyimpanan karbon yang tinggi, perhitungan stok karbon diperlukan untuk menghitung estimasi karbon yang tersimpan di suatu lokasi sebagai penentuan keterlibatannya dalam penurunan emisi gas rumah kaca. Studi ini bertujuan untuk mengestimasi biomassa permukaan dan stok karbon di Perairan Estuari Dompok dengan menggunakan perhitungan *allometrik* dari data *above ground biomass* (AGB). Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2023. Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah metode tanpa pemanenan (*non-destructive*) menggunakan pendekatan persamaan *allometrik* sesuai dengan SNI (standar Nasional Indonesia) 7724:2011 yang digunakan untuk mengetahui estimasi biomassa permukaan dan stok karbon mangrove. Data yang dikumpulkan berupa pengukuran diameter batang pohon, pancang, semai dan pengukuran tinggi pohon/kayu mati rebah atau berdiri. Berdasarkan hasil perhitungan, estimasi total biomassa permukaan mangrove sebesar 220,27 ton/ha, dengan estimasi stok karbon adalah 103,53 ton/ha. Estimasi stok karbon tertinggi terdapat di stasiun 1 yang merupakan area berdekatan dengan jembatan, yaitu sebesar 44.01 ton/ha, sedangkan estimasi stok karbon terendah terdapat di stasiun 2, yaitu sebesar 22.47 ton/ha yang merupakan area berdekatan dengan pemukiman masyarakat ke arah laut.

ABSTRACT. Mangrove forests have high levels of carbon absorption and storage, carbon stock calculations are needed to calculate estimates of carbon stored in a location as a determination of its involvement in reducing greenhouse gas emissions. This study aims to estimate surface biomass and carbon stock in the Perairan Estuari Dompok using allometric calculations of Above Ground Biomass (AGB) data. Data collection was carried out from February to March 2023. The method used in data collection in this study was a non-harvesting (non-destructive) method using an allometric equation approach in accordance with SNI (Indonesian National Standard) 7724: 2011 which is used to estimate surface biomass and mangrove carbon stocks. The data collected was in the form of measuring the diameter of tree trunks, saplings, seedlings and measuring the height of fallen or standing trees/dead wood. Based on the calculation results, the estimated total surface biomass of mangroves is 220.27 tonnes/ha, with an estimated carbon stock of 103.53 tonnes/ha. The highest estimated carbon stock is at station 1 which is the area adjacent to the bridge, which is 44.01 tons/ha, while the lowest estimated carbon stock is at station 2, which is 22.47 tons/ha which is an area close to community settlements towards the sea.

How to cite this article:

Febriansyah, P., Lestari, F., & Anggraini, R. (2025). Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon Mangrove di Perairan Estuari Dompok, Kampung Dompok Lama, Kota Tanjungpinang. *Jurnal Akuatiklestari*, 9(1), 107-116. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v9i1.5854>

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan salah satu isu strategis selama satu dekade ini, dengan ditandai kenaikan suhu permukaan bumi yang berhubungan dengan gas rumah kaca. Beberapa peneliti mencatat bahwa kontributor pemanasan global disebabkan oleh karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄) yang bersifat antropogenik terutama diproduksi dari

aktivitas manusia seperti bahan bakar fosil, industri, penggundulan hutan, degradasi, dan konversi hutan melalui pembakaran (Riani, 2012).

Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk memerangi pemanasan global yaitu dengan melindungi keberadaan hutan dan memperluas kepadatan populasi pohon di luar hutan. Cahyaningrum *et al.* (2014) mengemukakan bahwa upaya tersebut perlu didukung dengan kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi gas rumah kaca secara berkala dari berbagai sumber emisi dan penyerapnya, termasuk *carbon stock* (stok karbon). Biomassa hutan sangat berkaitan dengan isu pemanasan global karena hutan memiliki peran penting dalam siklus biogeokimia, terutama dalam siklus karbon dengan sekitar 50% dari total karbon yang ada terkandung dalam hutan (Sutaryo, 2009). Nilai biomassa yang berasal dari hasil fotosintesis yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa tegakan pohon disebut rosot karbon (*carbon sink*) dapat digunakan untuk menduga stok karbon (*carbon stock*) (Nedhisa & Tjahjaningrum, 2019). Menurut Rahim & Baderan (2017), salah satu hutan yang mampu penyerap dan menyimpan karbon di atmosfer berasal dari ekosistem pesisir yaitu hutan mangrove.

Hutan mangrove memiliki peran sebagai tempat habitat berlindung, mencari makan, dan berkembang biak berbagai biota laut serta sebagai pelindung garis pantai dari abrasi atau gelombang besar. Hutan mangrove juga memiliki peran penting yaitu dapat menyerap dan menyimpan karbon yang ada di atmosfer. Hutan mangrove memiliki potensi untuk menyimpan karbon hingga 4 kali lebih besar per hektar dibandingkan mayoritas hutan tropis lainnya di seluruh dunia (Daniel *et al.*, 2011). Selain itu, Hutan mangrove memiliki tingkat penyerapan karbon dari atmosfer 5 kali lebih cepat daripada hutan di daratan (Imiliyana *et al.*, 2012). Fungsi optimal penyerapan karbon oleh mangrove mencapai hingga 77,9%, karbon yang diserap tersebut disimpan dalam biomassa mangrove yaitu pada bagian atas permukaan seperti pada batang, dan daun serta bagian bawah permukaan seperti akar dan sedimen (Bachmid *et al.*, 2018).

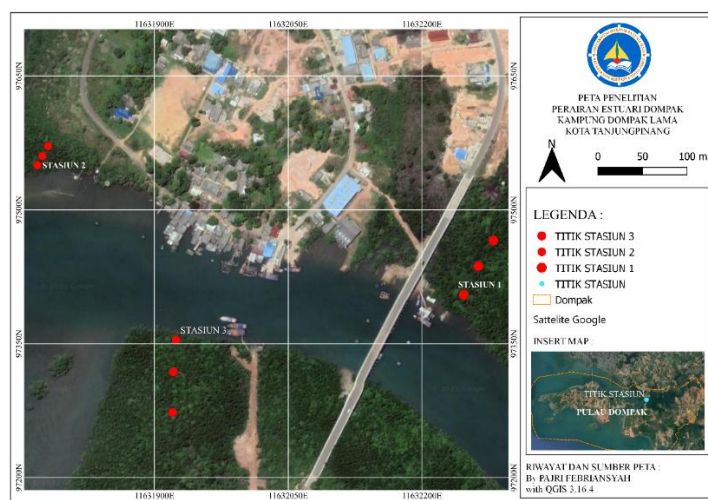
Salah satu kawasan mangrove yang ada di wilayah Kota Tanjungpinang yaitu di pesisir Pulau Dompak memiliki potensi sumberdaya mangrove yang cukup luas (sebesar 27,6%) dengan kategori kerapatan sedang hingga tinggi. Ditemukan 9 jenis mangrove dari 6 genus yaitu *Avicennia* sp., *Sonneratia* sp., *Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., *Xylocarpus* sp., dan *Nypa* sp., yang berpotensi sebagai penyerap dan menyimpan karbon yang berasal dari atmosfer. Namun seiring kegiatan pembangunan yang cukup pesat di Kota Tanjungpinang menjadikan Pulau Dompak sebagai salah satu kawasan pengembangan pusat kota ditandai dengan persebaran jumlah penduduk sebesar 29% di Kecamatan Bukit Bestari pada Juni tahun 2021. Hal ini menyebabkan terjadinya konversi lahan mangrove secara besar-besaran di Pulau Dompak menjadi kawasan perkantoran, perumahan masyarakat, pembangunan jalan dan infrastruktur penunjang lainnya (Lestari, 2012; Lestari, 2013; Lestari, 2014; Husin, 2017; Azizah & Jaya, 2017; Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Tanjungpinang, 2021; Dialam *et al.*, 2023).

Berdasarkan hal-hal yang telah dipaparkan di atas, maka penelitian mengenai estimasi biomassa dan data stok karbon ekosistem mangrove di Perairan Estuari Dompak, Kampung Dompak Lama, Kota Tanjungpinang penting dilakukan karena dengan adanya luasan, kerapatan, dan keanekaragaman jenis mangrove serta minimnya data penelitian tentang stok karbon mangrove sehingga dapat dijadikan sebagai landasan untuk menunjang kegiatan pengelolaan kawasan pesisir yang berkelanjutan terkait pengurangan konsentrasi CO₂ di atmosfer dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Studi ini bertujuan untuk mengestimasi biomassa permukaan dan stok karbon di Perairan Estuari Dompak dengan menggunakan perhitungan *allometrik* dari data *above ground biomass* (AGB).

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2023, di Perairan Estuari Dompak, Kampung Dompak Lama, Kota Tanjungpinang. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.



2.2. Alat dan Bahan

Pengumpulan data membutuhkan pemanfaatan peralatan dan perlengkapan penelitian. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain GPS digunakan untuk titik koordinat lokasi sampel, *Roll meter* untuk mengukur titik pengambilan sampel, Meteran jahit untuk mengukur tinggi DBH mangrove, Jangka sorong untuk mengukur diameter batang mangrove, Cat semprot untuk pemberian tanda pada tegakan mangrove yang telah diukur, tali rafia digunakan untuk menarik garis transek dan plot serta membatasi daerah penelitian, alat tulis dan buku untuk mencatat data serta kamera digital untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian.

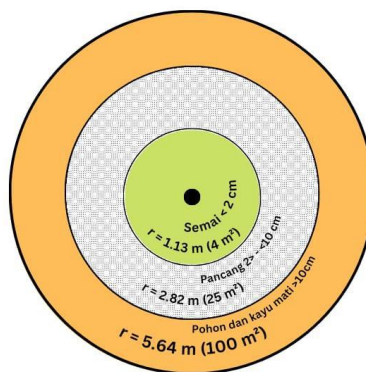
2.3. Prosedur Penelitian

Penentuan stasiun pengamatan mangrove dilakukan berdasarkan teknik *Purposive sampling*. Sampling Purposive adalah teknik penentu sampel dengan pertimbangan dan kriteria-kriteria tertentu (Sugiono, 2016). Dalam penelitian ini di peroleh 3 stasiun pengamatan mangrove berdasarkan keberadaan mangrove dalam suatu lokasi, ukuran mangrove, dan kerapatan mangrove. Penelitian yang dilakukan Husin et al. (2017) di Jembatan 3 Dompok memiliki nilai 1520 ind/ha dengan tingkat kerapatan yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut maka stasiun 1 merupakan area pelabuhan dan jembatan dengan tingkat kerapatan yang tinggi, stasiun 2 merupakan area pemukiman masyarakat pesisir kearah laut dengan tingkat kerapatan rendah, dan stasiun 3 merupakan area yang jauh dari aktivitas masyarakat sekitar dengan tingkat kerapatan sedang berdasarkan citra satelit dimana masing-masing setiap stasiun terdiri dari 3 plot pengamatan.

Metode yang digunakan dalam pengambilan data penelitian ini adalah metode tanpa pemanenan (*non-destructive*) menggunakan pendekatan persamaan *allometrik* sesuai dengan SNI (standar Nasional Indonesia) 7724 : 2011 yang digunakan untuk mengetahui estimasi biomassa permukaan dan stok karbon mangrove. Data yang dikumpulkan berupa pengukuran diameter batang pohon, pancang, semai, dan pengukuran tinggi pohon/kayu mati rebah atau berdiri. Hasil pengukuran kemudian dianalisis dengan pendekatan *allometrik* untuk mendapatkan nilai biomassa. Nilai biomassa yang didapat selanjutnya dikonversi menjadi nilai cadangan karbon yang kemudian dijelaskan dengan berbagai literatur serta disajikan dalam bentuk diagram.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data mangrove berbentuk plot lingkaran dengan ukuran jari - jari semai/*seedling* 1,13 m, pancang/*sapling* 2,82 m, dan pohon 5,64 m. Pemilihan plot lingkaran cocok digunakan di kawasan dengan keragaman jenis yang tinggi agar memperkecil kesalahan sampling (Sihaan et al., 2012). Selain itu keuntungan plot berbentuk lingkaran dengan penyusunan yang linear ini adalah dapat mendokumentasikan dengan baik adanya variasi yang terdapat di hutan mangrove mulai dari batas pantai sampai ke dataran yang lebih tinggi (Warsidi & Endayani, 2017). Dalam mengidentifikasi mangrove dilakukan dengan mengamati secara morfologi akar, batang, daun, bunga dan buah di setiap spesies mangrove pada plot yang diamati secara langsung dan identifikasi lebih lanjut menggunakan buku yang berjudul Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia (Noor et al., 2012). Adapun sketsa plot pengamatan disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Gambar Metode Plot Lingkaran (Sumber: SNI 7724:2011)

2.5. Analisis Data

Analisis data penelitian yang dikumpulkan meliputi struktur komunitas mangrove, analisis estimasi biomassa permukaan dan stok karbon mangrove yang ditemukan. Secara lengkap analisis data sebagai berikut:

2.5.1. Analisis Struktur Komunitas Mangrove

Kerapatan jenis (*Di*) merupakan jumlah tegakan jenis ke-*i* dalam suatu unit area (Bengen, 2000). Dengan kata lain, densitas merupakan jumlah individu organisme per satuan ruang. Untuk kepentingan analisis komunitas tumbuhan, istilah yang mempunyai arti sama dengan densitas dan sering digunakan adalah kerapatan diberi notasi *Di*.

$$\text{Kerapatan (Di)} = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Jenis}}{\text{Luas Seluruh Plot Sampling}}$$

Komposisi jenis (K) adalah nilai persentase antara jumlah jenis ke-i dengan jumlah seluruh jenis. Komposisi jenis digunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang berisi suatu spesies tertentu terhadap jumlah total sampel. Komposisi jenis (K) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Komposisi Jenis (K)} = \frac{\text{Jumlah Individu Suatu Jenis}}{\text{Luas Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

2.5.2. Analisis Estimasi Biomassa Tegakan Mangrove

Nilai biomassa suatu jenis pohon mangrove didapatkan melalui analisis metode *non-destruktif* dengan memasukkan nilai diameter pohon setinggi dada (DBH), pancang, dan semai ke dalam rumus persamaan *allometrik*. Nilai biomassa ini kemudian dapat dikonversi untuk mendapatkan nilai stok karbon. Rumus biomassa mangrove di atas permukaan tanah disajikan dalam Tabel 1. dengan menggunakan beberapa rumus persamaan *allometrik* (Suryono *et al.*, 2018).

Tabel 1. Allometric Above Ground Biomassa (AGB)

Jenis Mangrove	Model Allometric	Sumber
<i>Avicennia alba</i>	$B = 0,079211 \cdot D^{2,470895}$	Poedjirahajoe <i>et al.</i> (2017)
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0,043 \cdot D^{2,63}$	Amira (2008)
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0,1466 \cdot D^{2,3136}$	Dharmawan (2010)
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0,825 \cdot \rho \cdot D^{0,89}$	Kauffman & Donato (2012)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$B = 0,0754 \cdot D^{2,505}$	Kauffman & Donato (2012)
<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i>	$B = 0,251 \cdot \rho \cdot D^{2,46}$	Khairijon <i>et al.</i> (2013)
<i>Ceriops tagal</i>	$B = 0,251 \cdot 0,8859 \cdot D^{2,46}$	Komiyama <i>et al.</i> (2005)
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0,1832 \cdot D^{2,21}$	Tarlan (2008)

Keterangan: B = Biomassa, D=Diameter Pohon, Pancang, Semai, ρ =Berat Jenis (0,78)

Selain itu, perhitungan biomassa kayu mati berdiri dilakukan secara geometrik dengan menghitung volume kayu mati terlebih dahulu sebagai berikut:

$$V_{pm} = \frac{1}{4} \pi (dbh/100)^2 \times t \times f$$

Dimana volume kayu (V_{pm}) dinyatakan dalam m^3 , diameter setinggi dada (dbh), tinggi total pohon (m) dan faktor pembentuk (0,6)

Kemudian untuk perhitungan biomassa kayu mati berdiri sebagai berikut:

$$B_{km} = V_{km} \times BJ_{km}$$

Dimana biomassa kayu mati (B_{km}) dinyatakan dalam kg, volume kayu mati (V_{km}) dinyatakan dalam m^3 dan Berat jenis kayu mati (BJ_{km}) dinyatakan dalam (kg/m^3).

Untuk perhitungan kayu mati rebahan sebagai berikut:

$$V_{pm} = 0,25 \pi \left(\frac{dp + du}{2 \times 100} \right)^2 \times p$$

dimana π adalah 3,14, volume kayu mati (V_{km}) dinyatakan dalam m^3 , diameter pangkal kayu mati (dp) dan diameter ujung kayu mati (du) satuan dalam cm, panjang kayu mati (p) satuan dalam m,

Kemudian, untuk perhitungan biomassa kayu mati rebah dilakukan menggunakan rumus dari SNI (2011) sebagai berikut:

$$B_{km} = V_{km} \times BJ_{km}$$

Dengan keterangan biomassa kayu mati (B_{km}) satuan dalam kg, volume kayu mati (V_{km}) satuan dalam m^3 , dan berat jenis kayu mati (BJ_{km}) satuan dalam kg/m^3 .

2.5.3. Analisis Stok Karbon

Analisis biomassa dapat digunakan untuk menganalisis stok karbon (Howard *et al.*, 2014). SNI (Standar Nasional Indonesia 7724: 2011) memberikan persamaan berikut untuk memperkirakan jumlah karbon yang tersimpan dalam biomassa di atas permukaan tanah:

$$Cb = B \times \% C_{organik}$$

dengan kandungan karbon dari biomassa (Cb) dan biomassa total (B) dalam satuan kg, sedangkan nilai persentase kandungan karbon (% C organik) menggunakan koefisien 0,47.

Hasil estimasi stok karbon per hektar, rumus dari SNI (2011) kembali digunakan sebagai berikut:

$$C_n = \frac{c_x}{1000} \times \frac{10000}{l_{plot}}$$

dimana kandungan karbon per hektar pada tiap plot (C_n) dalam satuan ton/ha, kandungan karbon pada tiap plot (c_x) dalam satuan kg, dan luasan plot pada masing-masing lokasi (l_{plot}) dalam satuan m².

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Struktur Mangrove di Perairan Estuari Dompak

Hasil pengukuran struktur mangrove di Perairan Estuari Dompak yang dihitung secara keseluruhan per stasiun sampling disajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa jenis mangrove yang banyak ditemukan di lokasi penelitian yaitu jenis *R. apiculata* di stasiun 1 dengan 107 tegakan, untuk rentang DBH terbesar terdapat di stasiun 3 dengan jenis *X. granatum* yaitu 2,32 ± 41,43 cm. Dilihat dari nilai kerapatan jenis tingkat pohon di semua stasiun, nilai kerapatan tertinggi terdapat di stasiun 1 dengan nilai kerapatan sebesar 1300 ind/ha sedangkan stasiun 2 merupakan stasiun dengan nilai kerapatan terendah yaitu 333 ind/ha. Dari hasil perhitungan nilai persentase komposisi jenis menunjukkan bahwa stasiun 1 dengan jenis *R. apiculata* memiliki nilai tertinggi yaitu 75% dan jenis *S. hydrophyllaceae* memiliki nilai terendah yaitu hanya 1%.

Tabel 2. Nilai Struktur Mangrove di Perairan Estuari Dompak

Stasiun	Jenis	ni	Rentang DBH (cm)	di (pohon/ha)	K (%)
Stasiun 1	<i>Cerip tagal</i>	3	2,07 ± 2,48		2%
	<i>Rhizophora apiculata</i>	107	0,47 ± 15,92		75%
	<i>Soneratia alba</i>	11	2,42 ± 10,83	1.300 ind/ha	8%
	<i>Xylocarpus granatum</i>	21	0,42 ± 26,75		15%
		142			100%
Stasiun 2	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	17	2,04 ± 10,03		18%
	<i>Cerip tagal</i>	7	2,29 ± 10,61		7%
	<i>Rhizophora apiculata</i>	48	0,42 ± 11,46	333 ind/ha	49%
	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	3	3,95 ± 5,41		3%
	<i>Xylocarpus granatum</i>	22	2,39 ± 7,64		23%
		97			100%
Stasiun 3	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	22	0,33 ± 12,42	700 ind/ha	26%
	<i>Rhizophora apiculata</i>	45	0,10 ± 14,01		52%
	<i>Scyphiphora hydrophyllaceae</i>	1	13,92		1%
	<i>Xylocarpus granatum</i>	18	2,32 ± 41,43		21%
		86			100%

Keterangan: ni= Jumlah jenis, Di= Kerapatan jenis total, K= Komposisi Jenis

Secara kuantitatif, komposisi suatu vegetasi dikenal sebagai struktur komunitas. Terdapat 6 jenis mangrove yang berbeda, termasuk *R. apiculata*, *X. granatum*, *S. alba*, *B. gymnorhiza*, *C. tagal*, dan *S. hydrophyllaceae*, ditemukan selama penelitian di Perairan Estuari Dompak. *R. apiculata* merupakan jenis yang paling banyak ditemukan pada setiap stasiun, dengan jumlah terbanyak pada stasiun 1 dengan total 107 tegakan, sedangkan *S. hydrophyllaceae* hanya terdapat 1 tegakan pada stasiun 3. Kemudian untuk rata-rata *diameter breast high* (DBH) terbesar dari jenis *X. granatum* yang ditemukan di stasiun 1 yaitu 7,8 cm. Dilihat dari nilai kerapatan, stasiun 1 termasuk kedalam kategori kerapatan sedang dengan nilai 1300 ind/ha; namun, stasiun 2 dan 3 termasuk kedalam kategori kerapatan jarang, dengan nilai masing-masing 333 ind/ha dan 700 ind/ha. Menurut KEPMEN LH No. 201 tahun 2004 tentang tingkat kerusakan mangrove berdasarkan nilai kerapatan, suatu kawasan mangrove dianggap jarang apabila nilai kerapatannya kurang dari 1000 individu per hektar (<1000 ind/ha).

Nilai kerapatan tingkat pohon di Stasiun 1 termasuk dalam kategori sedang dengan nilai kerapatan 1300 ind/ha. Stasiun 1 Jenis *R. apiculata* memiliki nilai persentase komposisi jenis tertinggi sebesar 75% dengan jumlah 107 tegakan. Tingginya nilai persentase komposisi jenis tersebut diduga akibat dari faktor lingkungan yang sangat mendukung keberlangsungan hidup mangrove jenis *R. apiculata*, antara lain memperoleh suplai limpasan air tawar yang cukup dan substrat berlumpur sesuai dengan jenis substrat yang disukai *R. apiculata*. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh [Husin et al. \(2017\)](#) yang mengatakan bahwa substrat di Pulau Dompak dominan lumpur berpasir. Sedangkan jenis *C. tagal* memiliki nilai persentase komposisi jenis terendah dengan nilai 1% yang hanya memiliki 3 tegakan di tingkat pancang, hal ini dapat terjadi diduga penyebaran jenis *C. tagal* yang tergolong rendah. Selain itu, di stasiun 1 juga terdapat jenis *X. granatum* dan *S. alba* yang memiliki nilai persentase komposisi jenis sebesar 15% dan 8% dengan jumlah tegakan total masing-masing sebanyak 21 dan 11 tegakan. Menurut [Noor et al. \(2012\)](#) bahwa Jenis *S. alba* merupakan jenis pionir dan sering ditemukan di lokasi pesisir yang terlindungi dari hempasan gelombang, di muara sungai, dan sekitar pulau pulau lepas pantai, hal ini sesuai dengan kondisi dilapangan yang merupakan perairan muara sungai dan juga terlindungi dari hempasan gelombang serta berada di sekitar pulau Dompak. Menurut [Zakia & Lestari \(2022\)](#), jenis *Sonneratia* sp. dan *X. granatum* dapat tumbuh di sepanjang pinggiran sungai dan lingkungan payau.

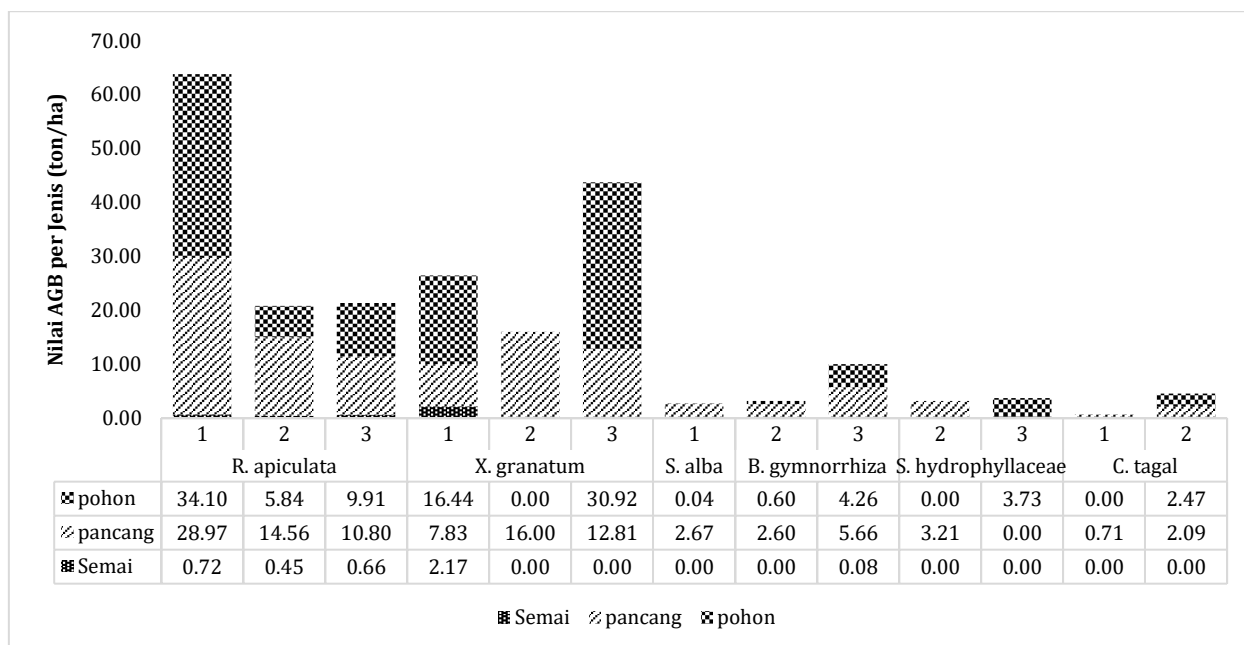
Stasiun 2 memiliki nilai kerapatan pohon yaitu 333 ind/ha yang termasuk kategori jarang. Jenis *R. apiculata* memiliki nilai persentase komposisi jenis tertinggi sebesar 49% dengan 48 tegakan total sedangkan jenis *S. hydrophyllaceae* terendah yaitu hanya 3% dengan 3 tegakan total di tingkat pancang. Selain itu, terdapat jenis *B. gymnorhiza*, *C. tagal*, dan *X. granatum* dengan masing-masing total berjumlah 17 tegakan, 7 tegakan, dan 22 tegakan. Rendahnya nilai kerapatan di stasiun 2

diduga kedekatan lokasi penelitian dengan pemukiman masyarakat pesisir, yaitu berada tepat di sekitar perumahan Kampung Dompok Lama. Hal ini sesuai dengan pernyataan [Edo et al. \(2022\)](#) yang menyatakan bahwa pada umumnya kerapatan mangrove yang berdekatan dengan pemukiman masyarakat sangat rentan akan kerusakan berupa penurunan tingkat kerapatannya. Pertambahan penduduk di pemukiman sekitar hutan mangrove berdampak terhadap keberadaan ekosistem mangrove akibat penggunaan lahan dan pemanfaatan sumberdaya alam secara berlebihan. Berdasarkan data BPS tahun 2021 perkembangan Kota Tanjungpinang pada sebaran penduduk sebesar 29% di Kecamatan Bukit Bestari pada akhir tahun 2021, yang menjadikan Pulau Dompok sebagai salah satu kawasan pengembangan pusat kota ([Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Tanjungpinang, 2021](#)). Hal ini dapat terjadi konversi luas lahan mangrove menjadi tempat tinggal, pembangunan jalan, dan pembangunan infrastruktur pendukung lainnya.

Stasiun 3 memiliki tingkat kerapatan pohon jarang dengan nilai 700 ind/ha dengan jenis *R. apiculata* yang memiliki nilai persentase komposisi jenis tertinggi yaitu sebesar 52% dengan 45 tegakan dan jenis *S. hydrophyllaceae* yang hanya memiliki 1 tegakan di tingkat pohon mendapatkan nilai terendah yaitu 1%. Selain itu, terdapat jenis *B. gymnorhiza* yang memiliki 22 tegakan dengan nilai persentase komposisi jenis sebesar 26% dan *X. granatum* yang memiliki 18 tegakan dengan nilai persentase komposisi jenis sebesar 21%. Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan di sekitar wilayah penelitian ditemukan adanya penebangan yang dapat menjadi penyebab rendahnya tingkat kerapatan pohon di stasiun ini. Menurut sejumlah temuan penelitian di kawasan pesisir Pulau Dompok, keberadaan hutan mangrove mendukung warga pesisir setempat melalui komoditas hasil tangkapan dan pemanfaatan kayu mangrove ([Lestari, 2012](#)). Menurut [Ferreira et al. \(2009\)](#) dampak penebangan pohon mangrove tidak hanya mengakibatkan hilangnya tutupan mangrove tetapi yang lebih penting adalah perubahan struktur komunitas mangrove. Selain itu, penebangan mangrove juga dapat menyebabkan pendudukan kawasan terganggu oleh jenis vegetasi lain ([Radhika, 2006](#)). Menurut [Djohan et al. \(2014\)](#), pemanfaatan kayu mangrove oleh masyarakat atau tebang pilih pohon mangrove skala kecil juga perlu dikelola karena sesuai dengan konsep konservasi yaitu sumber daya ekosistem dalam pemanfaatannya harus dilestarikan, dimanfaatkan secara bijaksana, dan dilindungi agar jasa ekosistem yang diberikan oleh hutan mangrove dapat lestari. Sebaliknya, hutan mangrove yang ditebang secara industri yang tidak ditanami atau dihutankan kembali dapat mengubah struktur hutan mangrove hingga kehilangan fungsi ekosistemnya sebagai habitat tanah bersarang bagi udang, kepiting, dan larva ikan yang bernilai ekonomi.

3.2. Kandungan Biomassa Atas Permukaan Mangrove (AGB)

Hasil akhir pertumbuhan hutan mangrove adalah akumulasi biomassa pohon (Brown dan Gaston, 1996). Persamaan *allometrik* yang telah ditemukan dan dikembangkan oleh para peneliti terdahulu dapat digunakan untuk menghitung biomassa tegakan hutan mangrove ([Kauffman & Donato, 2012](#)). Dalam penelitian ini, hanya pengukuran diameter batang pohon setinggi dada (DBH) yang digunakan untuk menghitung biomassa tegakan dengan menggunakan data diameter dan tinggi pohon. Hasil perhitungan kandungan biomassa permukaan mangrove berdasarkan jenis disajikan dalam Gambar 3.

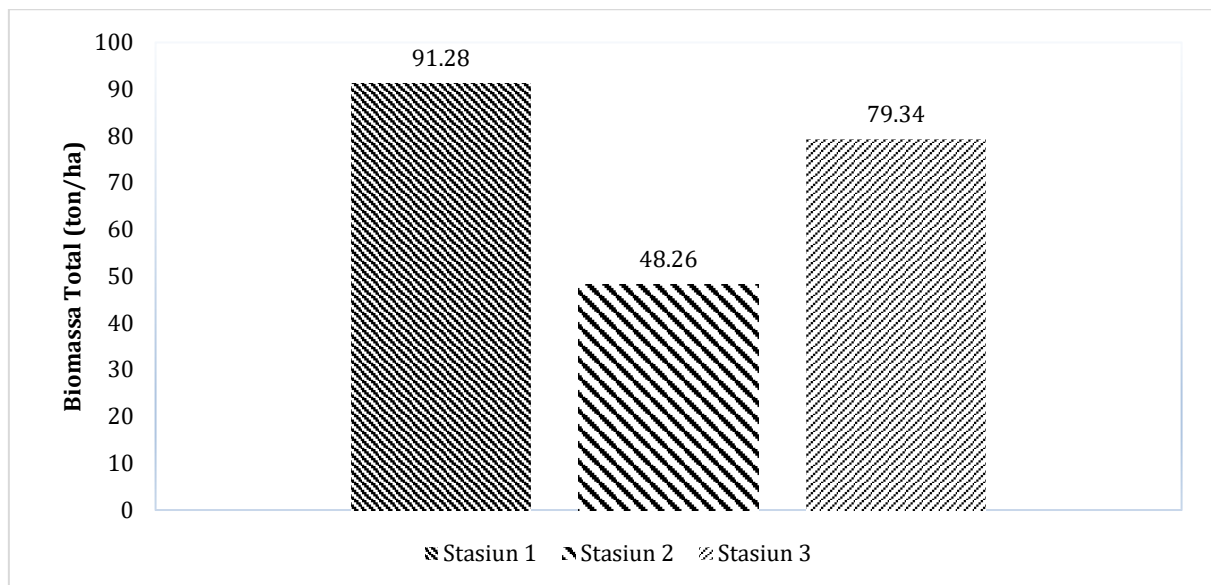


Gambar 3. Nilai AGB per Jenis

Gambar 3. diatas menunjukkan bahwa nilai biomassa total mangrove berdasarkan jenis, jenis *R. apiculata* ditemukan memiliki nilai biomassa tertinggi sebesar 63,78 ton/ha di stasiun 1 dengan nilai AGB tingkat pohon sebesar 34,10 ton/ha,

pancang sebesar 28,97 ton/ha, dan semai 0,72 ton/ha. Sedangkan mangrove jenis *S. alba* memiliki nilai biomassa terendah yaitu 2,71 ton/ha dengan nilai AGB hanya ada di tingkat pohon sebesar 0,04 ton/ha dan pancang sebesar 2,67 ton/ha.

Secara lengkap nilai biomassa di setiap stasiun disajikan dalam Gambar 3. Nilai AGB total. Berdasarkan Gambar 3. diketahui bahwa nilai AGB total tertinggi terdapat di stasiun 1 dengan nilai biomassa yang ditemukan sebesar 91,28 ton/ha, dan nilai biomassa terendah terdapat di stasiun 2 yaitu 48,26 ton/ha.



Gambar 4. Nilai AGB Total Tiap Stasiun

Gambar 4 menunjukkan nilai AGB tertinggi terdapat di stasiun 1 sebesar 91,28 ton/ha dengan nilai biomassa perjenis tertinggi yang didapati sebesar 63,78 ton/ha yaitu pada jenis *R. apiculata*. Tingginya nilai biomassa total jenis *R. apiculata* karena jenis tersebut memiliki nilai komposisi jenis yang tinggi dibandingkan dengan jenis lainnya, sehingga nilai biomassa juga semakin tinggi. Kayu mangrove (*R. apiculata*) merupakan jenis kayu yang tidak mudah lapuk dan memiliki daya serap karbon yang sangat tinggi (Wiarta et al., 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hairiah & Rahayu (2007), jenis vegetasi memiliki pengaruh terhadap biomassa dalam suatu sistem penggunaan lahan. Jika dibandingkan dengan lahan yang memiliki spesies dengan kerapatan kayu rendah, sistem penggunaan lahan dengan spesies kerapatan kayu tinggi akan memiliki biomassa lebih banyak. Kerapatan pohon merupakan salah satu faktor yang memengaruhi banyak sedikitnya stok karbon dalam bentuk biomassa mangrove yang ada di lokasi tertentu. Di stasiun 1, *S. alba* merupakan jenis mangrove dengan konsentrasi biomassa terendah. Hal ini disebabkan oleh distribusi jenis *S. alba* yang sangat kurang, hanya terdapat di stasiun 1 yang masuk dalam plot pengamatan.

Sama halnya dengan stasiun 2, jenis *R. apiculata* yang mendominasi dari jenis lainnya dengan kandungan biomassa sebesar 20,84 ton/ha. Menurut Nurfajri (2022) jenis *Rhizophora* sp. menguasai tipe habitat lainnya karena tingkat adaptasi morfologisnya yang tinggi terhadap lingkungan sekitar. Jenis *R. apiculata* menyukai daerah yang cenderung muara dan banyak ditemukan pada tanah yang berlumpur (Farhaby, 2017). Namun, di stasiun 2 memiliki kandungan biomassa keseluruhan terendah dibandingkan stasiun lainnya yaitu 48,26 ton/ha. Hal ini menyebabkan nilai biomassa mengikuti nilai kerapatan karena stasiun 2 hanya memiliki sedikit tegakan dengan nilai kerapatan sebesar 333 ind/ha. Selain itu, ukuran diameter tegakan juga memiliki peran karena stasiun 2 memiliki mangrove muda yang baru tumbuh sehingga diameter lingkaran semai, pancang, dan pohon relatif lebih kecil dibandingkan dengan stasiun lainnya. Dibandingkan dengan kerapatan pohon, nilai diameter batang yang tinggi berpengaruh lebih besar terhadap nilai biomassa tegakan pohon (Dharmawan, 2010).

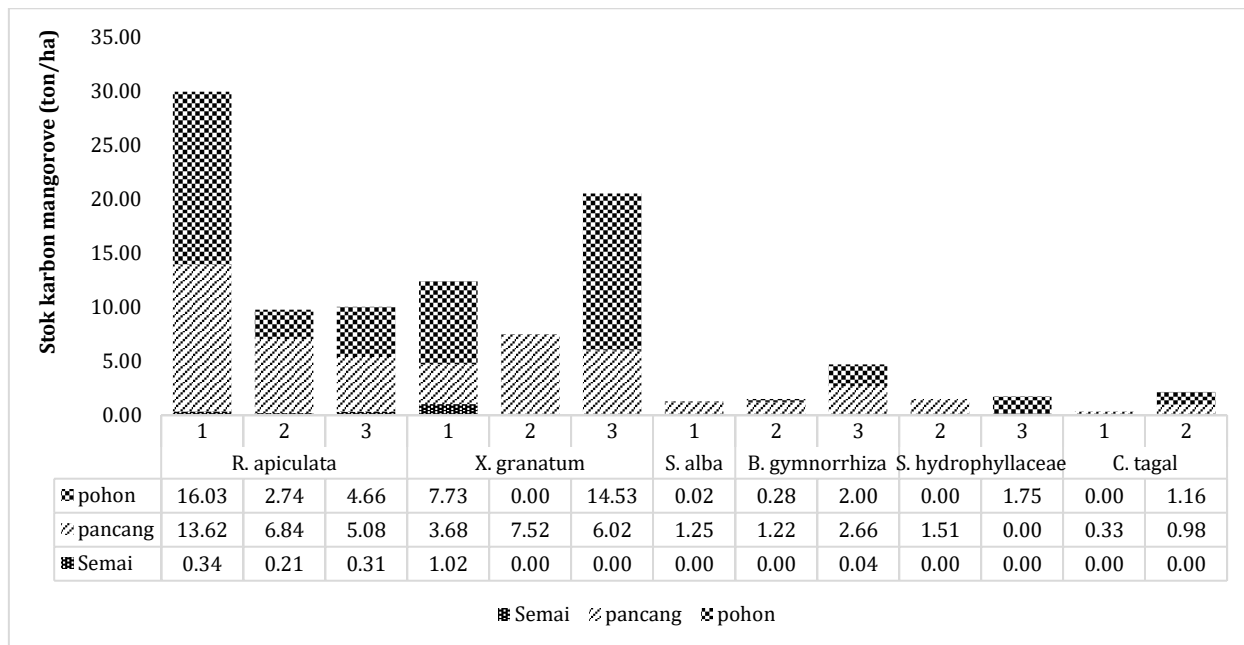
Stasiun 3 memiliki nilai total kandungan biomassa yang didapat sebesar 79,34 ton/ha dengan jenis mangrove yang mendominasi adalah *X. granatum* dengan nilai kandungan biomassa sebesar 43,73 ton/ha. Hal ini bisa disebabkan karena ukuran diameter batang pohon yang besar dibandingkan dengan jenis lainnya. Rentang diameter jenis *X. granatum* yang ditemukan di lapangan sebesar 0,42-41,43 cm yang membuktikan bahwa diameter batang pohon berpengaruh terhadap kandungan biomassa selain dari nilai kerapatan jenis dalam suatu luasan mangrove. Sejalan dengan pernyataan Kusuma (2023), bahwa diameter pohon itu sendiri memiliki dampak yang lebih besar terhadap nilai biomassa daripada kerapatan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sjostrom (1998) dalam Ilmiliyana et al. (2012), bahwa biomassa tegakan meningkat seiring bertambahnya usia sebagai akibat dari perkembangan sel-sel baru. Perkembangan tersebut, yang merupakan pertumbuhan sekunder yang memperbesar diameter batang pada tumbuhan, ditandai dengan pembelahan kambium. Oleh karena itu, nilai biomassa batang akan meningkat dengan bertambahnya diameter batang.

Selain mengukur biomassa semai, pancang dan pohon mangrove juga dilakukan pengukuran biomassa kayu mati rebah dan berdiri. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan untuk kandungan biomassa kayu mati berdiri dan rebah (*nekromassa*) bernilai 0 atau tidak ditemukan sama sekali. Hal ini dapat terjadi diduga karena mangrove di lokasi

penelitian dalam keadaan baru tumbuh atau berumur muda yang ditandai dengan ukuran diameter dan tingkat kerapatan pohon jarang hingga sedang. Hal ini sejalan dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Poedjirahajoe *et al.* (2017) bahwa pertumbuhan tanaman juga dapat diamati melalui perubahan tinggi dan diameter, namun pada umur tertentu peningkatan diameter hampir selalu terjadi terlebih dahulu. Hutan *Rhizophora* sp yang berumur tua menghasilkan lebih banyak serasah (potongan pohon tumbang) daripada hutan baru (Putri *et al.*, 2021).

3.3. Nilai Estimasi Stok Karbon Atas Permukaan Mangrove (AGB)

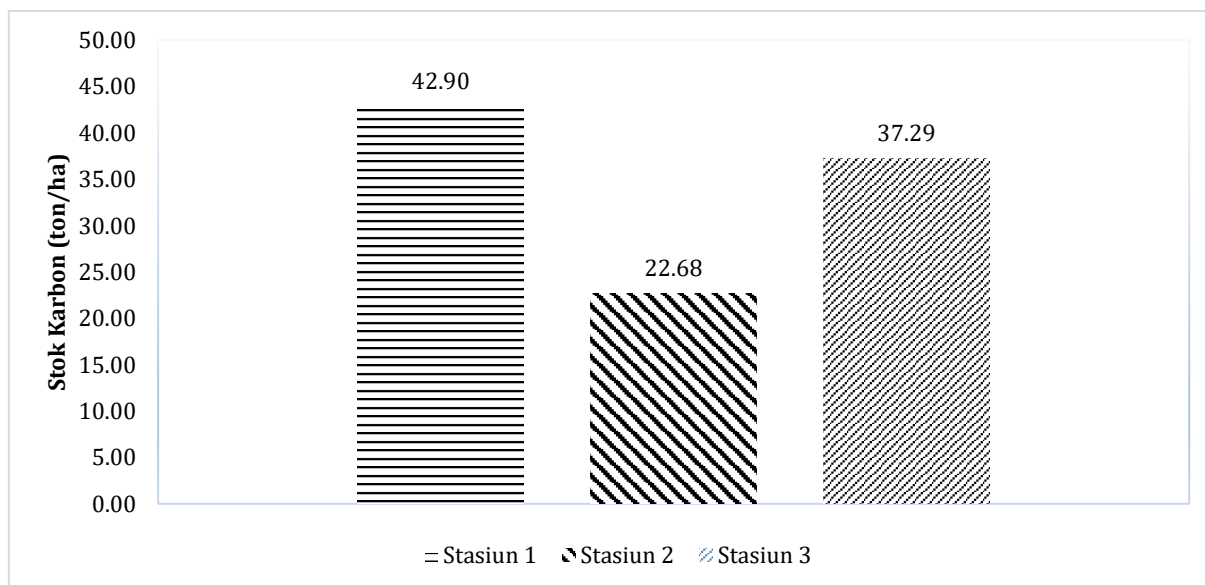
Nilai stok karbon yang terdiri dari stok karbon yang ada di atas permukaan merupakan hasil konversi antara nilai biomassa vegetasi mangrove dengan nilai ketetapan karbon sebesar 0,47. Hasil dari nilai stok karbon mangrove per jenis disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Nilai Stok Karbon Mangrove per Jenis

Gambar 5. diatas menunjukkan bahwa nilai stok karbon mangrove berdasarkan jenis, jenis *R. apiculata* ditemukan memiliki nilai stok karbon tertinggi sebesar 29,98 ton/ha di stasiun 1 dengan tingkat pohon sebesar 16,03 ton/ha, pancang sebesar 13,62 ton/ha, dan semai 0,34 ton/ha. Sedangkan mangrove jenis *S. alba* memiliki nilai stok karbon terendah yaitu 1,27 ton/ha dengan tingkat pohon sebesar 0,02 ton/ha dan pancang 1,25 ton/ha.

Secara lengkap nilai stok karbon di setiap stasiun disajikan pada Gambar 15. Menunjukkan stasiun 1 memiliki estimasi nilai stok karbon mangrove tertinggi dengan nilai sebesar 42,90 ton/ha dan stasiun 2 memiliki nilai terendah yaitu 22,68 ton/ha.



Gambar 6. Nilai Total Stok Karbon Mangrove

Berdasarkan Gambar 6 total kandungan stok karbon pada stasiun 1 lebih tinggi dari stasiun lainnya, dengan nilai stok karbon sebesar 42,90 ton/ha sedangkan stasiun yang memiliki total kandungan karbon terendah terdapat pada stasiun 2 dengan nilai 22,68 ton/ha. Tingginya nilai stok karbon pada stasiun 1 dan rendahnya nilai stok karbon pada stasiun 2 disebabkan karena jumlah nilai biomassa di stasiun 1 lebih besar dan stasiun 2 lebih kecil. Hal ini dikarenakan nilai biomassa dan nilai stok karbon berbanding lurus. Estimasi stok karbon mangrove yang dihitung akan mengalami perubahan nilai sejalan dengan meningkat atau menurunnya nilai biomassa pohon yang artinya nilai biomassa memiliki hubungan langsung dengan nilai stok karbon. Besar kecilnya stok karbon dalam suatu vegetasi bergantung pada diameter pohon, kesuburan tanah, dan daya serap vegetasi tersebut (SNI, 2011). Temuan penelitian ini mendukung pendapat Hairiah & Rahayu (2007) yang menyatakan bahwa potensi stok karbon dapat dilihat dari biomassa tegakan yang ada dan hal yang sama dikemukakan oleh Heriyanto & Subiandono (2017) yang menyatakan bahwa seiring dengan pertumbuhan suatu tegakan pohon maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula.

Sebagai perbandingan, pada hutan mangrove yang terdapat di Desa Kawal Kabupaten Bintan, rata-rata nilai biomassa tercatat sebesar 388,96 Ton/ha dengan rata-rata estimasi stok karbon sebesar 182,81 ton/ha (Heriyanto et al., 2020). Nilai tersebut lebih tinggi dari perolehan data dalam penelitian ini. Sementara di penelitian yang lain seperti hutan mangrove di perairan Desa Mantang Baru Kabupaten Bintan nilai potensi karbon tersimpan sebesar 55,35 ton/ha (Winiardi, 2014). Penelitian lainnya seperti hutan mangrove selatan Pulau Rupat nilai cadangan karbon total sebesar 987,92 ton/ha. Penegasan bahwa nilai biomassa bervariasi tergantung lokasi sejalan dengan penelitian Sugirahayu & Rusdiana (2011) yang menyatakan bahwa biomassa dipengaruhi oleh beberapa variabel, antara lain jumlah, diameter, dan kerapatan pohon, jenis pohon, fisiologi tumbuhan, dan variabel lingkungan seperti penyinaran matahari, ketinggian air, suhu, dan kesuburan tanah.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan hasil pengukuran nilai yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan Potensi biomassa mangrove di Perairan Estuari Dompok Kampung Dompok Lama Kota Tanjungpinang menunjukkan nilai sebesar 220,27 ton/ha. Potensi biomassa terbesar ada di stasiun 1 yang merupakan lokasi yang berdekatan dengan jembatan dengan nilai 91,28 ton/ha dan terendah di stasiun 2 sebesar 48,26 ton/ha yang merupakan lokasi yang berdekatan dengan pemukiman ke arah laut serta stasiun 3 sebesar 79,34 ton/ha yang jauh dari aktivitas masyarakat. Berdasarkan hasil perhitungan estimasi stok karbon total atas permukaan mangrove di Perairan Estuari Dompok sebesar 103,53 ton/ha. Stasiun 1 memiliki nilai estimasi stok karbon tertinggi sebesar 42,90 ton/ha, stasiun 2 memiliki estimasi stok terendah sebesar 22,68 ton/ha, dan stasiun 3 sebesar 37,29 ton/ha.

5. REFERENSI

- Amira, S. 2008. *Pendugaan Biomassa Jenis Rhizophora apiculata Bl. di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Azizah, D., & Jaya, Y. V. (2017). Efektifitas Rehabilitasi Hutan Mangrove di Pulau Dompok, Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 1(1), 21-26. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v1i1.2356>
- Bachmid, F., Sondak, C., & Kusen, J. (2018). Estimasi penyerapan karbon hutan mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 6(1), 8-13. <https://doi.org/10.35800/jplt.6.1.2018.19463>
- Bengen, D.G. (2000). *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cahyaningrum, S. T., Hartoko, A., & Suryanti, -. (2014). Mangrove Carbon Biomass at Kemujan Island, Karimunjawa Nasional Park Indonesia. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(3), 34-42. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i3.5513>
- Dialam, P. K., Lestari, F., & Susiana, S. (2023). Tingkat Kerusakan Ekosistem Mangrove di Pulau Dompok Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 7(1), 82-89. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v7i1.4638>
- Dharmawan, I. W. S. (2010). Pendugaan Biomassa Karbon Di Atas Tanah Pada Tegakan *Rhizophora mucronata* di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(1), 50-56.
- Djohan, T. S., Suhesthiningsih, K., & Akbar, A. (2014). *Kelimpahan Vegetasi Penyusun Hutan Bakau di Habitat Tebangan Segara Anakan, Cilacap*. Laporan Penelitian Hibah Dosen Pasca UGM.
- Dinas Komunikasi & Informatika. (2021). *Analisis Statistik Sektoral Kota Tanjungpinang*. Tanjungpinang. Dinas Komunikasi & Informatika Kota Tanjungpinang.
- Edo, Susiana, Suhana, M.P., & Rochmady, (2021). Condition of mangrove in the waters of Pangkil Village, Teluk Bintan District, Bintan Regency. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.6.1.1-8>
- Farhaby, A.M. (2017). Kajian Karakteristik Biometrika Kepiting Bakau (*Scylla* sp) Di Kabupaten Pemalang, Studi kasus di Desa Mojo Kecamatan Ulujami. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*, 11(1), 48-53.
- Ferreira, M.A., Andrade, F., Bandeira, S.O., Cardoso, P., Mendes, R.N. & Paula, J. (2009) Analysis of Cover Change (1995-2005) of Tanzania/Mozambique Trans-Boundary Mangroves Using Landsat Imagery. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 19, S38-S45. <http://dx.doi.org/10.1002/aqc.1042>
- Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai macam Penggunaan Lahan*. World Agroforestry Centre –ICRAF, SEA Regional Office. Bogor. Indonesia. 77p.
- Heriyanto, T. (2017). *Kajian Potensi Cadangan Karbon Dan Serapan CO₂ Pada Ekosistem Pesisir di Bagian Timur Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau*. [Skripsi]. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Heriyanto, T., Amin, B., Rahimah, I., & Ariani, F. (2020). Analisis biomassa dan cadangan karbon pada ekosistem mangrove di kawasan pantai berpasir Desa Kawal Kabupaten Bintan. *Jurnal Maritim*, 2(1), 31-41. <https://doi.org/10.51742/ojsm.v2i1.104>

- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E. (2014). *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing Carbon Stocks and Emissions Factors in Mangroves, Tidal Salt Marshes, and Seagrasses Meadows*. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Virginia (US).
- Husin, Z. (2017). *Kesesuaian Wisata Mangrove Kawasan Pesisir Dompak Tanjungpinang Kepulauan Riau*. [Skripsi]. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang.
- Imiliyana, A., Muryono, M., & Purnobasuki, H. (2012). *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora stylosa di Pantai Camplong, Sampang-Madura*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). *Protocols for the Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests*. Working Paper 86. CIFOR. Bogor.
- Kepmen LH (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup) Nomor 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Khairijon, K., Fatonah, S. & Rianti, A. P., (2013). Profil Biomassa dan Kerapatan Vegetasi Tegakan Hutan Mangrove di Marine Station Kecamatan Dumai Barat, Riau. *Prosiding Semirata 2013*, 1(1).
- Komiyama, A., Pongpam, S., & Kato, S. (2005). Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21(4), 471–477. <https://doi.org/10.1017/S0266467405002476>
- Kusuma, A. H. (2023). Produksi Serasah Mangrove *Avicennia alba* di Desa Sungai Nibung, Kecamatan Dente Teladas, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung. *Jurnal Akuatiklestari*, 6(2), 179-186. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v6i2.5195>
- Lestari, F. (2012). *Kapasitas Asimilasi Bahan Organik di Perairan Pesisir Kota Tanjungpinang*. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang. 52 halaman.
- Lestari, F. (2013). Identifikasi kondisi ekosistem mangrove di kawasan pesisir Pulau Dompak Tanjungpinang. *Agriplus*, 23(02), 92-97.
- Lestari, F. (2014). Sebaran nitrogen anorganik terlarut di perairan pesisir kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Dinamika Maritim*, IV(2), 88-96.
- Nedhisa, P. I., & Tjahjningrum, I.T. (2019). Estimasi Biomassa, Stok Karbon dan Sekuestrasi Karbon Mangrove pada *Rhizophora mucronata* di Wonorejo Surabaya dengan Persamaan Allometrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 8(2), E61-E65.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (2012). *Panduan Pengenalan Mangrove Indonesia*. Perlindungan Hutan Konservasi Alam/WI-IP. Bogor.
- Nurfajri, R. (2022). *Status Ekologi Mangrove di Kawasan Ekowisata Mangrove Desa Bulu Hadek Kabupaten Simeulue*. [Skripsi]. Universitas Tengku Umar. Meulaboh.
- Radhika, D. (2006). Mangrove Ecosystems of Southwest Madagascar: An Ecological, Human Impact, and Subsistence Value Assessment. *Trop. Res. Bul*, 25, 7-13.
- Rahim, S., & Baderan, D. W. K. (2017). *Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya*. Deepublish. Yogyakarta.
- Riani, E. (2012). *Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (Dampak Pada Bioakumulasi Bahan Berbahaya, Beracun dan Reproduksi)*. IPB Press. Bogor.
- Poedjirahajoe, E., Marsono, D., & Wardhani, F. K. (2017). Penggunaan principal component analysis dalam distribusi spasial vegetasi mangrove di pantai utara pematang. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(1), 29-42. <https://doi.org/10.22146/jik.24885>
- Putri, M., Lestari, F., & Kurniawan, D. (2021). Tingkat Regenerasi Ekosistem Mangrove Berdasarkan Kerapatan Seedling, Sapling Dan Pohon di Perairan Sei Jang Kota Tanjungpinang. *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.47685/barakuda45.v3i1.115>
- Siahaan, O.P., Latifah, S., & Afifuddin, Y. (2012). Perbandingan Unit Contoh Lingkaran dan Tree Sampling Dalam Menduga Potensi Tegakan Hutan Tanaman Rakyat Pinus (Studi Kasus Desa Pondok Buluh, Kecamatan Dolok Panribuan, Kabupaten Simalungun). *Jurnal Kehutanan*, 1(1), 1-6.
- SNI 7724. (2011). Pengukuran Dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*).
- Sugirahayu, L., & Rusdiana, O. (2011). Perbandingan Simpanan Karbon pada Beberapa Penutupan Lahan di Kabupaten Paser, Kalimantan Timur Berdasarkan Sifat Fisik dan Sifat Kimia Tanahnya. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2(5), 149-155.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- 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. *Buletin Oseanografi Marina*, 7(1), 1-8. <https://doi.org/10.14710/buloma.v7i1.19036>
- Sutaryo, D. (2009). *Penghitungan Biomassa: Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Wetlands International Indonesia Program. Bogor.
- Tarlan, M. A. (2008). Biomass estimation of nyirih (*Xylocarpus granatum* Koenig. 1784) in primary mangrove forest in Batu Ampar, West Kalimantan. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Warsidi., & Endayani, S. (2017). Komposisi vegetasi mangrove di Teluk Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal AGRIFOR*, 17(1), 115-124.
- Wiarta, Rinto., Astiani, Dwi., Indrayani, Y., & Mulia, F. (2017). Pendugaan Jumlah Karbon Tersimpan Pada Tegakan Jenis Bakau (*Rhizophora Apiculata* Bl) Di IUPHHK PT. Bina Ovipari Semesta Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(2), 356-364. <https://doi.org/10.26418/jhl.v5i2.19981>
- Winardi, F., Zulfikar, A., & Willian, N. (2014). Nilai Kandungan Karbon dan Indeks Nilai Penting Jenis Vegetasi Mangrove di Perairan Desa Mantang Baru Kecamatan Mantang Kabupaten Bintang Provinsi Kepulauan Riau. *Repository UMRAH*.
- Zakia, R., & Lestari, F. (2022). Karakteristik Ekologi Ekosistem Mangrove di Perairan Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 6(1), 62-68. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v6i1.5534>