

Estimasi Biomassa Dan Serapan CO₂ Mangrove di Desa Timbulloko, Demak, Jawa Tengah

Estimation of Mangrove Biomass and CO₂ Sequestration in Timbulloko Village, Demak, Central Java

Vinny Sindri^{1*}, Siti Rudiyantri¹, Sigit Febrianto¹

¹Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275

Corresponding authors: vinnyvindri1@gmail.com

Diserahkan: 17 Desember 2024; Direvisi: 06 November 2025; Diterima: 08 November 2025.

ABSTRAK

Pemanasan global merupakan isu lingkungan yang saat ini sedang menjadi pusat perhatian publik. Penyebab dari pemanasan global adalah peningkatan emisi gas rumah kaca yang dapat merangkap panas. Upaya mitigasi pemanasan global dapat dilakukan dengan mengendalikan emisi karbondioksida (CO₂) dan mengelola dengan baik ekosistem penyerap karbon. Ekosistem mangrove mempunyai fungsi ekologis sebagai penyerap dan penyimpan karbon yang bermanfaat bagi upaya mitigasi pemanasan global. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui estimasi biomassa, simpanan karbon dan serapan CO₂ pada *above ground*, *below ground* dan sedimen mangrove. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode purposive sampling untuk menentukan titik stasiun penelitian, serta pada pengambilan sampel dengan menggunakan metode *non destruktif* sampling. Analisis simpanan karbon pada tegakan mangrove menggunakan persamaan Allometrik yang berbeda berdasarkan *aboveground* dan *belowground*, sedangkan pada sedimen mangrove menggunakan metode LOI (*Loss on Ignition*). Hasil estimasi biomassa, simpanan karbon dan serapan CO₂ mangrove di Desa Timbulloko pada *aboveground* sebesar 175,02 ton/ha, 87,85 ton/ha dan 346,31 ton/ha. *Belowground* mangrove meliputi biomassa 128,03 ton/ha, simpanan karbon 53,71 ton/ha serta serapan CO₂ sebesar 220,08 ton/ha. Simpanan karbon sedimen 15,03 ton/ha dan serapan CO₂ sebesar 55,17 ton/ha.

Kata Kunci: Mangrove, Pemanasan Global, Simpanan Karbon, Serapan CO₂

ABSTRACT

*Global warming is an environmental issue that is currently becoming the center of public attention. The cause of global warming is an increase in greenhouse gas emissions which can trap heat. Efforts to mitigate global warming can be carried out by controlling carbon dioxide (CO₂) emissions and properly managing carbon sink ecosystems. Mangrove ecosystems have an ecological function as carbon sinks and stores which are beneficial for efforts to mitigate global warming. The purpose of this study was to determine the structure of the mangrove community, to determine the estimation of biomass, carbon storage and CO₂ absorption in above ground, below ground and mangrove sediments. The method used in this research is a purposive sampling method to determine the research station points, as well as the sampling using non-destructive sampling method. Analysis of carbon storage in mangrove stands uses different Allometric equations based on aboveground and belowground, while in mangrove sediments using the LOI (*Loss on Ignition*) method. The results of the estimation of biomass, carbon storage and CO₂ absorption of mangroves in the aboveground village of Timbulloko are 175.02 tons/ha, 87.85 tons/ha and 346.31 tons/ha. Belowground mangroves include a biomass of 128.03 tonnes/ha, carbon storage of 53.71 tonnes/ha and CO₂ absorption of 220.08 tonnes/ha. Sedimentary carbon storage is 15.03 tons/ha and CO₂ absorption is 55.17 tons/ha.*

Keywords: Mangrove, Global Warming, Carbon Storage, CO₂ Sequestration

PENDAHULUAN

Pemanasan global adalah peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat efek gas rumah kaca, seperti emisi karbondioksida dari pembakaran bahan bakar fosil atau dari deforestasi. Pemanasan global berdampak pada kehidupan di dunia dan dirasakan oleh seluruh makhluk hidup (Fitria *et al.*, 2021). Pemanasan global dapat berdampak pada perubahan iklim dan juga kenaikan muka air laut. Akibat dampak tersebut terjadi bencana alam seperti erosi, banjir dan pergeseran lahan basah serta perubahan kualitas air (Asadi *et al.*, 2019)

Menurut Senoaji dan Hidayat (2016) meningkatnya jumlah karbondioksida di atmosfer merupakan salah satu penyebab terbesar terjadinya pemanasan global, sehingga terjadinya perubahan iklim dan peningkatan permukaan air laut. Berdasarkan penelitian Ambarsari dan Tedjasukmana (2011) bahwa karbondioksida memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang gas rumah kaca sebesar 63% dikarenakan waktu hidupnya yang panjang di atmosfer dan jumlahnya yang semakin meningkat.

Salah satu upaya mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi gas karbondioksida (CO₂) di atmosfer adalah dengan konsep *blue carbon* dimana terdapat 3 ekosistem utama yang memiliki peranan dalam menyimpan karbon baik pada jaringan maupun didalam sedimen antara lain ekosistem padang lamun, rawa asin dan mangrove (Azzahra *et al.*, 2020). *Blue carbon* adalah karbon yang diserap dan disimpan di ekosistem pesisir dan laut tersimpan dalam bentuk sedimen, seperti yang terdapat pada ekosistem mangrove, padang lamun dan Semak rawa pasang surut (Rosyada *et al.*, 2021). Ekosistem *blue carbon* dicirikan dengan kemampuannya untuk menyimpan karbon organik dalam sedimen dengan jumlah yang besar dan jangka waktu yang lama. Kemampuan ekosistem mangrove untuk menyimpan karbon diketahui lebih tinggi dibanding hutan terestrial, meskipun luasnya hanya 0,7 % dari hutan tropis (Widyastuti *et al.*, 2018; Nyanga 2020).

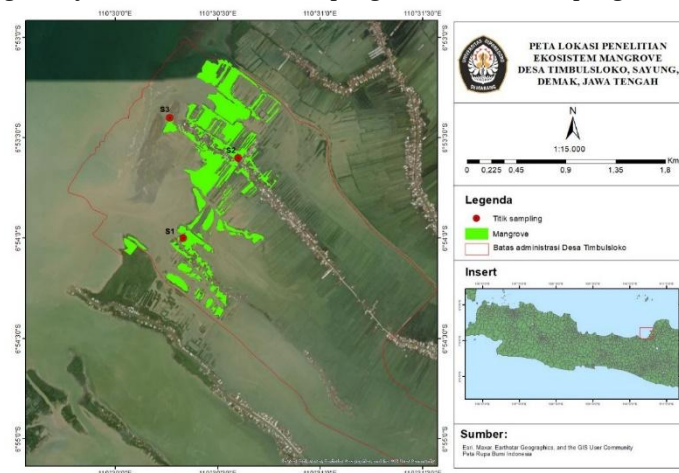
Desa Timbulsloko berada di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Desa ini termasuk dalam wilayah pesisir pantai utara memiliki wilayah dengan batas utara Desa Surodadi, sebelah Selatan Desa Bedono, sebelah timur berbatasan dengan Desa Tugu dan sebelah barat berbatasan dengan Laut Jawa. Desa ini memiliki luas wilayah 461 ha atau sekitar 5,85 % dari total luas wilayah Kecamatan Sayung. Desa Timbulsloko merupakan salah satu desa di Kabupaten Demak yang mengalami kerusakan ekosistem dikarenakan banjir dan rob. Berkaitan dengan hal itu menurut Aisyah *et al.*, (2015) wilayah yang mengalami degradasi lingkungan adalah wilayah pesisir Pantai Utara salah satunya di Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Desa terparah yang terkena dampak abrasi dan inundasi salah satunya Desa Timbulsloko. Hal tersebut diperkuat oleh Astra *et al.*, (2014); Mauludi *et al.*, (2018) bahwa pada sekitar tahun 2000, erosi mulai terjadi di pesisir Desa Timbulsloko, dan pada tahun 2013 desa tersebut telah kehilangan sekitar 400-1300 meter daerah pesisirnya. Penelitian ini mampu memberikan pengetahuan tentang fungsi mangrove sebagai penyimpanan karbon dan dapat menjadi acuan dan kajian pengelolaan ekosistem mangrove secara berkelanjutan.

MATERI DAN METODE

Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif eksploratif. Penelitian deskriptif eksploratif bertujuan untuk menggambarkan keadaan suatu fenomena serta menggali luas sebab dan akibat hal-hal yang mempengaruhi terjadinya sesuatu di lokasi penelitian. Menurut Imran dan Efendi, (2016) bahwa penelitian deskriptif untuk memperoleh informasi mengenai keadaan saat ini sedangkan penelitian eksploratif menggunakan teknik pengambilan sampel, dokumentasi dengan cara sumber morfologi berupa data.

Penelitian ini dilakukan pada Maret 2023 di kawasan hutan mangrove Desa Timbulsloko Kabupaten Demak yang terbagi menjadi beberapa kegiatan yaitu survei Lokasi dan pengambilan data di lapangan.



Gambar 1. Lokasi sampling penelitian

Penentuan koordinat lokasi pengambilan sampel dilapangan dilakukan dengan *Global Positioning System* (GPS). Penentuan lokasi dilakukan berdasarkan keberadaan mangrove dilokasi penelitian. Terdapat 3 stasiun pengambilan data, dengan masing-masing stasiun terdiri dari 3 titik. Penentuan stasiun penelitian disajikan dalam peta tematik temporer yang memiliki kriteria dan memiliki lebih dari satu stratifikasi dalam klasifikasi satelit (Gambar. 1). Dibuat plot berukuran 10 x 10 m dengan tali transek di sepanjang garis transek Dimana untuk setiap stratifikasi dibuat plot sebagai ulangan dan jarak antar satu kelompok plot dengan plot lainnya sekitar 25-50 m. Penentuan stasiun dilakukan dengan pertimbangan Stasiun 1 merupakan daerah mangrove yang tumbuh di daerah dekat pertambakan yang sudah ditumbuhi mangrove. Lokasi ini cukup tenang dan gelombang laut tidak terlalu besar. Stasiun 2 merupakan daerah mangrove yang tumbuh mendekati

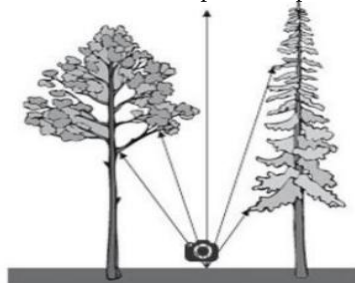
permukiman warga. Lokasi ini tenang dan menerima sedikit terpaan angin dan gelombang laut. Stasiun 3 merupakan daerah yang dekat dengan laut namun dibatasi oleh bangunan semen sebagai pemecah gelombang.

Identifikasi Spesies Mangrove

Identifikasi spesies mangrove dilakukan pada seluruh pohon mangrove yang terdapat di setiap plot. Metode identifikasi dilakukan secara langsung pada saat pengambilan data lapangan, dengan melihat morfologinya (daun, bunga, batang dan akar. Kemudian mencocokkan spesies yang ditemukan dengan buku panduan pengenalan mangrove di Indonesia (Noor *et al.*, 2006).

Pengambilan Data Tutupan Kanopi

Persentase kerapatan mangrove dilakukan dengan 2 metode yaitu *hemispherical photography* dan perhitungan INP. Metode *hemispherical photography* membutuhkan kamera berlensa fish eye dengan sudut pandang 180° pada 1 titik pengambilan foto. Teknik ini masih cukup baru digunakan di Indonesia pada hutan mangrove, penerapannya mudah dan menghasilkan data yang lebih akurat. Hal ini sesuai dengan penelitian Dharmawan dan Pramudji (2017) bahwa metode *hemispherical photography* menggunakan lensa kamera yang menggambarkan pandangan vertical menghadap langit yang berisi tutupan kanopi hutan. Berikut ilustrasi gambar metode *hemispherical photography*.



Gambar 2. . Ilustrasi metode *hemispherical photography* untuk mengukur tutupan mangrove
Sumber. (Darmawan dan Pramudji, 2017)



Gambar 3. Ilustrasi titik pengambilan foto dalam setiap pot
Sumber. (Dharmawan dan Pramudji, 2017)

Kerapatan jenis juga dihitung menggunakan cara manual untuk memastikan keakuratan data. Pengambilan data kerapatan jenis mangrove dilakukan pada plot penelitian yang telah dibuat. Setiap plot penelitian, dilakukan identifikasi jenis tegakan mangrove, demikian pula dengan pencatatan jumlah individu tiap jenisnya tegakan mangrove. Menurut SNI 7717:2011 satuan dari kerapatan jenis digunakan adalah batang/hektar (ind/ha). Maka jumlah jenis individu per unit area diolah berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$Di = ni/A$$

Keterangan:

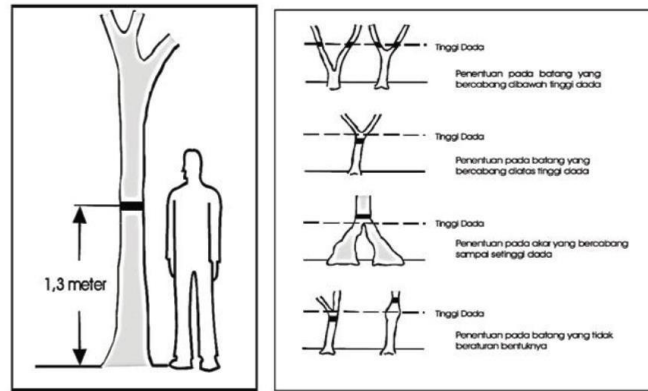
Di = Kepadatan individu jenis ke-i (indv / m²)

ni = Jumlah individu jenis ke-i yang diperoleh

A = Luas total area pengambilan contoh (m²)

Pengambilan Data Diameter Pohon

Pengambilan data diameter pohon mangrove digunakan untuk pengukuran biomassa. Pengukuran diameter pohon dilakukan dengan cara mengukur diameter breast height (DBH) diameter setinggi dada atau kurang lebih 1,3 m dari permukaan tanah (Martha *et al.*, 2019). Berbagai macam bentuk pohon pada ekosistem mangrove menimbulkan kesulitan untuk menentukan posisi pengukuran diameter, maka penelitian ini mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove diilustrasikan sebagai berikut:



Gambar 4. Ilustrasi pengukuran lingkaran batang pohon mangrove
Sumber. (Cintron dan Noveli, 1984)

Pengambilan Sampel Sedimen Mangrove

Menurut Donato *et al.*, (2012) Pengambilan sampel menggunakan *sediment core* yang telah dimodifikasi menggunakan pipa PVC Panjang 20 cm dan diameter 5 cm. Dilakukan dengan memasukkan *sediment core* secara vertikal kedalam tanah dan menarik *sediment core*, ambil sampel sedimen masukkan kedalam plastik zip.

Analisis Struktur Komunitas Mangrove

Struktur tegakan horizontal hutan dapat ditemukan dengan pendekatan Indeks Nilai Penting (INP). Variabel Indeks Nilai Penting menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Kerapatan (ind/ha) = $\frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas plot contoh}}$
2. Kerapatan Relatif (%) = $\frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$
3. Dominasi = $\frac{\text{Basal area suatu jenis}}{\text{Luas plot contoh}}$
Basal Area (m²) = $\frac{\pi D^2}{3,14}$
4. Dominasi Relatif (%) = $\frac{\text{Dominasi suatu jenis}}{\text{Total dominasi seluruh jenis}} \times 100\%$
5. Frekuensi = $\frac{\text{Jumlah plot ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot contoh}}$
6. Frekuensi Relatif = $\frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Total frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$
7. Menurut Badrun (2015) bahwa perhitungan INP dibagi dua yakni untuk tingkat pohon serta tingkat anakan dengan rumus sebagai berikut:
INP tingkat pohon (%) = KR + FR + DR
INP tingkat pancang (%) = KR + FR

Analisis Simpanan Karbon

Pendugaan biomassa terbagi menjadi dua yaitu biomassa atas permukaan (*aboveground biomass*) dan biomassa bawah permukaan (*belowground biomass*). Dimana untuk pendugaan kedua biomassa memerlukan data diameter pohon kemudian diolah menggunakan persamaan alometrik untuk mengetahui biomassa. Menurut Komiyama (2008), Dharmawan dan Siregar (2008) Persamaan Allometrik *Above ground* dan *Below ground* disajikan dalam Tabel berikut:

Tabel 1. Persamaan Allometrik *Above Ground Biomass* dan *Below Ground Biomass*

Jenis Mangrove	Persamaan Allometrik <i>Above ground</i>	Persamaan Allometrik <i>Below ground</i>
<i>Avicennia marina</i>	$W_r = 0.1848DBH^{2.3524}$	$W_r = 0.199\rho^{0.899}DBH^{2.22}$
<i>Rhizophora mucronata</i>	$W_r = 0.1466DBH^{2.3136}$	$W_r = 0.199\rho^{0.899}DBH^{2.22}$

Keterangan: W_r = Biomassa (kg); DBH (cm)= diameter batang; ρ = *Wood density* atau berat kering per satuan volume kayu (gr/cm³)

Wood density atau berat kering per satuan volume kayu. Menurut Donato (2012) wood density setiap spesies mangrove sudah disajikan dalam Tabel berikut:

Tabel 2. *Wood Density Jenis Mangrove*

Jenis Mangrove	Wood density (g/cm ³)
<i>Avicennia marina</i>	0,7316
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,8483

Setelah mendapatkan data biomassa per jenis, maka selanjutnya menghitung densitas untuk mengetahui jumlah biomassa batang mangrove per luasan plot contoh sesuai dalam penelitian Azzahra *et al.*, (2020) bahwa rumus menghitung jumlah biomassa batang per luasan plot sebagai berikut:

$$\text{Biomassa (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Biomassa (kg)}}{\text{Luas plot contoh (m}^2\text{)}}$$

Simpanan karbon diatas dapat ditentukan menggunakan formula 46% dari biomassa karbon. Rumusnya sebagai berikut:

$$\text{Simpanan Karbon (kg/m}^2\text{)} = \text{Biomassa (kg/m}^2\text{)} \times 0,46$$

Menurut SNI 7724:2011 satuan untuk perhitungan simpanan karbon adalah ton/hektar (ton/ha). Maka dari itu konversi simpanan karbon batang adalah sebagai berikut:

$$\text{Simpanan Karbon (ton/ha)} = \text{Biomassa (kg/m}^2\text{)} \times 10$$

Tahapan selanjutnya yaitu menghitung bahan organik sedimen mangrove. Perhitungan bahan organik menggunakan metode LOI sesuai dalam penelitian Salehi *et al.*, (2011) bahwa rumus bahan organik sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{Banyaknya kadar air (g)}}{\text{Berat sampel keseluruhan (g)}} \times 100$$

$$\text{Kadar Bahan Kering} = 100\% - \% \text{ Kadar Air}$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Banyaknya kadar abu (g)}}{\text{Berat sampel keseluruhan (g)}} \times 100$$

$$\text{Kandungan BO} = \text{Kadar Bahan kering}(\%) - \text{Kadar Abu}(\%)$$

Untuk mengkonversi bahan organik dengan karbon organik diasumsikan dengan nilai 1/1,724 (Mardiyah *et al.*, 2019). Persamaan yang dapat digunakan adalah:

$$\text{Kadar Organik}(\%) = \text{Bahan organik}(\%) \times 0,58$$

Menurut Nugraha *et al.*, (2020) bahwa perhitungan simpanan karbon sedimen menggunakan persamaan Simpanan Karbon (g/cm²) = Kedalaman tanah x ρ x %C-Organik

Keterangan:

ρ = Berat jenis tanah atau *bulk density* (g/m³)

%C-Organik = Karbon organik hasil pengukuran laboratorium (%)

Analisis Estimasi Serapan CO₂

Menurut Manafe *et al.*, (2016) bahwa serapan karbondioksida oleh ekosistem mangrove dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Serapan CO}_2 = \frac{\text{Mr CO}_2}{\text{Ar C}} \times \text{simpanan karbon (ton/ha)}$$

Keterangan:

Mr CO₂ = Massa atom relative senyawa (44)

Ar C = Atom relatif atom C (12)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis mangrove yang paling banyak ditemukan di ekosistem mangrove Timbulsloko adalah *Avicennia marina*. Dalam hal ini *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* merupakan spesies yang ditemukan di setiap lokasi penelitian pada tahap pertumbuhan dan mendominasi di daerah penelitian. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Susilowati *et al.*, (2020) dan Azzahra *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa spesies yang paling mendominasi ekosistem mangrove di sekitar Desa Timbulsloko adalah *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*.

Analisis kerapatan ekosistem mangrove berdasarkan luasan area bahwa sebanyak 454 vegetasi mangrove hidup ditemukan pada 9 plot dalam 3 stasiun penelitian meliputi 99 kategori pancang, dan 355 kategori pohon. Pada stasiun 1 baik kategori pancang maupun pohon hanya ditemukan satu jenis spesies mangrove yaitu *Avicennia marina* dan termasuk kedalam kriteri kerapatan kategori padat, stasiun 2 ditemukan dua jenis mangrove yaitu *Avicennia marina* dan

Rhizophora mucronata termasuk kedalam kriteria kerapatan kategori padat dan stasiun 3 ditemukan dua jenis mangrove yaitu spesies *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* dan termasuk kedalam kriteria kategori padat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, mangrove yang ditemukan pada kawasan hutan mangrove Desa Timbulsloko ada dua spesies yaitu *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*, namun spesies yang paling mendominasi dari ketiga stasiun tersebut adalah spesies *Avicennia marina* pantai di kawasan tersebut. Ekosistem mangrove Desa Timbulsloko berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 201 Tahun 2004, masuk pada kategori padat dengan kerapatan ≥ 1500 tegakan/ha, dengan rata-rata sebesar 3.844. Ketiga stasiun didominasi oleh spesies *Avicennia marina* dimana pada stasiun 1 memiliki rata-rata *Diameter Breast High* (DBH) tegakan sebesar 5,10-23,89 cm dan kerapatan 3.700 ind/ha, stasiun 2 berkisar 4,46-14,65 cm memiliki nilai kerapatan 3966,7 ind/ha, sedangkan stasiun 3 berkisar 4,41-12,42 cm memiliki jumlah kerapatan paling tinggi yaitu 4166,7 ind/ha. Hal ini sesuai dengan pernyataan Istomo dan Farida (2017) bahwa semakin rapat tegakan maka diameter tegakan dengan kerapatan yang lebih jarang cenderung memiliki diameter tegakan rata-rata lebih besar. Pada penelitian Dharmawan *et*

al., (2020) juga ditemukan kondisi yang sama zona yang di dominasi oleh mangrove spesies *S. alba* memiliki ukuran kerapatan yang lebih rendah namun memiliki ukuran morfometrik yang relatif besar (diameter tegakan yang besar).

Tabel 3. Indeks Nilai Penting Mangrove Kategori Pohon

Stasiun	Spesies	K (ind/ha)	KR (%)	F	FR (%)	D (m ² /ha)	DR (%)	INP (%)
1	<i>Avicennia marina</i>	3700	100	1	100	1	100	300
	<i>Rhizophora mucronata</i>	-	-	-	-	-	-	-
	Total	3700	100	1	100	1	100	300
2	<i>Avicennia marina</i>	3200	80,67	1	60	0,84	83,54	224,21
	<i>Rhizophora mucronata</i>	766,67	19,33	0,67	40	0,16	16,46	75,79
	Total	3966,7	100	1,67	100	1	100	300
3	<i>Avicennia marina</i>	1133,3	27,2	0,33	25	0,386	38,65	90,85
	<i>Rhizophora mucronata</i>	3033,3	72,8	1	75	0,614	61,35	209,15
	Total	4166,7	100	1.33	100	1	100	300

Tingkat Tutupan Mangrove

Analisis tingkat tutupan mangrove juga dilakukan dengan menggunakan teknik *hemispherical photography*. Konsep analisis ini adalah pemisahan pixel langit dan tutupan kanopi vegetasi mangrove dapat dihitung dalam analisis gambar biner. Hasil analisis tutupan mangrove menggunakan teknik *hemispherical photography* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis tutupan mangrove menggunakan teknik *hemispherical photography*

ST	Jumlah Jenis	Jenis Dominan	Tutupan
1	111	<i>Avicennia marina</i>	85,36
2	119	<i>Avicennia marina</i>	86,87
		<i>Rhizophora mucronata</i>	
3	125	<i>Avicennia marina</i>	89,67

Tutupan kanopi didapatkan dari hasil foto dengan menggunakan metode *hemispherical photography* dan analisis menggunakan ImageJ, Tabel 4. menunjukkan persentase tutupan kanopi pada ekosistem mangrove Desa Timbulsloko. Stasiun 1 mempunyai tutupan kanopi paling rendah yaitu 85,36%, tutupan kanopi tertinggi berada pada stasiun 3 yaitu 89,67%, serta tutupan kanopi stasiun 2 yaitu 86,87%. Kondisi tersebut membuktikan bahwa persentase tutupan kanopi mangrove berkaitan erat dengan tingkat kerapatan.

Kandungan Karbon pada Tegakan Mangrove

Pengambilan data dilakukan pada ketiga stasiun dimana setiap stasiun terdapat 3 plot. Hasil penelitian serapan karbondioksida berdasarkan simpanan karbon pada batang mangrove dihitung dari biomassa kategori pancang dan pohon setiap spesies. Perhitungan biomassa batang dapat dilihat dari persamaan alometrik. Pengukuran dan perhitungan biomassa dan karbon mangrove dihitung berdasarkan bagian *aboveground* dan *belowground* mangrove. Simpanan karbon dapat dihitung dengan membuat asumsi bahwa 46% dari biomassa merupakan stok karbon, kemudian mengalikan hasilnya

dengan 3,67 sehingga serapan CO₂ dapat diketahui (Widyastuti *et al.*, 2018). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Above ground biomass dan simpanan karbon mangrove

ST	Spesies	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
1	<i>Avicennia marina</i>	224,28	103,17
	<i>Rhizophora mucronata</i>	-	-
	Total	224,28	103,17
	Rata-rata	224,28	103,17
2	<i>Avicennia marina</i>	131,50	83,42
	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,23	11,61
	Total	156,73	95,03
	Rata-rata	78,36	47,51
3	<i>Avicennia marina</i>	65,68	30,21
	<i>Rhizophora mucronata</i>	76,35	35,12
	Total	144,05	65,34
	Rata-rata	71,02	32,67

Tabel 6. Below ground biomass dan simpanan karbon mangrove

ST	Spesies	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
1	<i>Avicennia marina</i>	137,33	63,17
	<i>Rhizophora mucronata</i>	-	-
	Total	137,33	63,17
	Rata-rata	137,33	63,17
2	<i>Avicennia marina</i>	112,60	51,80
	<i>Rhizophora mucronata</i>	24,70	11,36
	Total	137,30	63,16
	Rata-rata	68,65	31,58
3	<i>Avicennia marina</i>	40,82	18,78
	<i>Rhizophora mucronata</i>	75,65	34,80
	Total	109,47	53,58
	Rata-rata	58,24	26,79

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa estimasi biomassa dan simpanan karbon pada bagian *below ground* memiliki estimasi biomassa dan simpanan karbon yang lebih rendah dibandingkan *above ground* disebabkan oleh kemampuan *below ground* hanya mampu menyerap karbon menggunakan akar. Menurut Heriyanto *et al.*, (2020) bahwa nilai biomassa *above ground* memiliki hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai biomassa *below ground* yaitu memiliki rata-rata sebesar 282,44 ton/ha pada *above ground* dan *below ground* sebesar 105,52 ton/ha, pada penelitian menyebutkan bahwa biomassa dan karbon pada bagian *above ground* bersumber dari daun, batang dan cabang sedangkan *below ground* hanya bersumber dari akar. Hasil penelitian sesuai dengan pernyataan Heriyanto dan Gunawan (2018), dimana besarnya diameter mempengaruhi biomassa dan simpanan karbon. Dari ketiga stasiun memiliki spesies mangrove sama dan kriteria kerapatan yang sama namun dengan nilai yang berbeda.

Kandungan Karbon pada Sedimen

Tabel 7. Karbon dan Serapan CO₂ pada Sedimen

ST	Plot	BD (gr/cm ³)	C-org (%)	Karbon (ton/ha ²)
1	1	0,529	0,390	4,13
	2	0,832	0,300	4,99
	3	0,875	0,310	5,43
Rata-rata		0,745	0,333	4,85
2	1	0,58	0,390	4,50
	2	0,99	0,260	5,13
	3	1,01	0,250	5,87
Rata-rata		0,86	0,30	5,17
3	1	1,18	0,250	5,89
	2	0,60	0,370	4,47
	3	0,63	0,370	4,69
Rata-rata		0,81	0,33	5,02

Berdasarkan hasil uji perbedaan bahwa ada perbedaan antar simpanan karbon pada sedimen dengan stasiun penelitian. Stasiun 1 mampu menyimpan karbon pada sedimen sebesar 4,85 ton/ha. Stasiun 2 sebesar 5,17 ton/ha, sedangkan stasiun 3 sebesar 5,02 ton/ha. Faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya dapat mengindikasikan terjadinya perbedaan nilai simpanan karbon pada masing-masing lokasi penelitian. pada stasiun 1 memiliki rata-rata berat jenis tanah sebesar 0,745 gr/cm³ dan stasiun 2 sebesar 0,86 gr/cm³, sedangkan stasiun 3 sebesar 0,81 gr/cm³. faktor besarnya berat jenis tanah dapat mempengaruhi simpanan karbon, semakin tinggi nilai berat jenis tanah maka menunjukkan semakin tinggi pula kepadatan tanah, dimana hal ini akan menjadikan meningkatnya simpanan karbon. Pernyataan ini sesuai dengan Mhasani *et al.*, (2015) bahwa semakin tinggi nilai *bulk density* maka kepadatan tanah akan semakin tinggi, sehingga kemampuannya dalam menyimpan karbon juga akan meningkat.

Estimasi serapan CO₂ pada Mangrove Timbulsloko

Tabel 8. Persentase serapan CO₂ pada Hutan Mangrove Timbulsloko

	Serapan CO ₂ (ton/ha)			Total serapan CO ₂ (ton/ha)
	<i>Above ground</i>	<i>Below ground</i>	Sedimen	
Rata-rata	346,31	220,08	55,17	621,57
Persentase	55,72%	35,41%	8,88%	100%

Berdasarkan hasil serapan total CO₂ mangrove menunjukkan bahwa stasiun 1 mampu menyerap lebih banyak sebesar 557,01 ton/ha jika dibandingkan dengan stasiun 2 sebesar 376,68 ton/ha dan stasiun 3 sebesar 165,51 ton/ha. Nilai serapan total CO₂ penelitian ini dikatakan lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Rifandi dan Abdillah (2020) berada di kawasan hutan mangrove Trimulyo, Genuk, Semarang bahwa mampu menyerap karbon sebesar 519,072 ton/ha. Hasil penelitian ini juga dikatakan lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian Aqila dan Haryono (2017) sebesar 2,764,93 ton/ha berada di kawasan hutan mangrove rehabilitasi Pasar Banggi, Rembang, Jawa Tengah.

Berdasarkan hasil persentase serapan CO₂ pada hutan mangrove Timbulsloko, serapan CO₂ pada batang mangrove memiliki kontribusi terbesar. Hal ini mengindikasikan bahwa pentingnya melakukan pelestarian terhadap tumbuhan mangrove, karena mangrove dapat menyerap karbondioksida dalam jumlah tinggi. Hal ini diperkuat oleh Heriyanto dan Gunawan (2018) bahwa hasil fotosintesis pada mangrove digunakan untuk melakukan pertumbuhan ke arah horizontal dan vertical. Secara umum dengan *net growth* atau yang sedang dalam proses pertumbuhan mampu menyerap lebih banyak CO₂, sedangkan hutan dewasa dengan pertumbuhan yang kecil hanya dapat menahan dan menyimpan persediaan karbon namun tidak dapat menyerap CO₂ ekstra. Irsadi *et al.*, (2017) menambahkan bahwa tingginya karbon pada bagian batang erat kaitannya dengan lebih tingginya biomassa bagian batang jika dibandingkan dengan bagian pohon lainnya. Hal ini dapat dijadikan evaluasi bahwa kelestarian tegakan mangrove perlu dijaga mengingat kontribusi dalam penyimpanan karbonnya yang lebih besar dapat mengurangi konsentrasi karbondioksida di atmosfer.

KESIMPULAN

Estimasi biomassa *aboveground* tegakan mangrove Timbulsloko yaitu sebesar 175,02 ton/ha dan simpanan karbon 87,85 ton/ha, biomassa *belowground* 128,03 ton/ha setara dalam menyimpan karbon sebesar 53,71 ton/ha, serta biomassa pada sedimen sebesar 55,17 ton/ha setara dalam menyimpan karbon 15,03 ton/ha. Selanjutnya, estimasi serapan CO₂ pada hutan mangrove Desa Timbulsloko berdasarkan simpanan karbon biomassa *aboveground*, biomassa *belowground* dan sedimen yaitu sebesar 621,57 ton/ha dengan persentase serapan CO₂ *aboveground* 55,72%, *belowground* 35,41% dan sedimen sebesar 8,88%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Desa Timbulsloko dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, N. dan B. S. Tedjasukmana. 2011. Kajian Perkembangan Teknologi untuk Mengukur Konsentrasi CO₂ di Atmosfer. *Berita Dirgantara*. 12(1):28–37.
- Aqila, N. dan E. Haryono. 2017. Kuantifikasi Kandungan Karbon pada Hutan Rehabilitasi Mangrove Pasar Banggi, Rembang, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*. 1-10.
- Ariani, E., M. Ruslan, A. Kurnain, dan Kissinger. 2016. Analisis Potensi Simpanan Karbon Hutan Mangrove di Area PT. Indocement Tunggul Prakarsa, TBK P 12 Tarjun Analysis of Potential Carbon Savings Mangrove Forest Area PT. Indocement Tunggul Prakarsa, tbk P 12 Tarjun. *EnviroScience*. 12(3):312–329
- Asiyah, S., M. G. Rindarjono dan C. Muryani. 2015. Analisis Perubahan Permukiman dan Karakteristik Permukiman Kumuh Akibat Abrasi dan Inundasi di Pesisir Kecamatan Sayung Kabupaten Demak Tahun 2003-2013. *Jurnal GeoEco*. 1(1): 83-100.
- Azzahra, F. S., S. Suryanti dan S. Febrianto. 2020. Estimasi Serapan Karbon pada Hutan Mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4(2): 308–315.
- Dharmawan, I. W. E. 2020. Hemispherical Photography Analisis Tutupan Kanopi Komunitas Mangrove (R. Salam & M. Alim, Eds.; 1st ed., pp. 1–52). CV. Nas Media Pustaka.
- Donato, D. C., J.B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham dan M. Kanninen. 2012. Mangrove adalah salah satu hutan terkaya karbon di kawasan tropis. *CIFOR Brief*. 13(12):12-24.
- Heriyanto, T., B. Amin, I. Rahimah dan F. Ariani. 2020. Analisis Biomassa dan Cadangan Karbon pada Ekosistem Mangrove di Kawasan Pantai Berpasir Desa Kawal Kabupaten Bintan. *Analysis of Biomass and Carbon Stock on Mangrove Forest Ecosystem in Sandy Coastal Area of Kawal Village*. *Jurnal Maritim*. 2(1).
- Imran, A. dan I. Efendi. 2016. Inventarisasi Mangrove di Pesisir Pantai Cemara Lombok Barat. *Jurnal Pendidikan Mandala*. 1: 105–112.
- Irsadi, A., S. Anggoro, T. R. Soeprbowati, M. Helmi dan A. S. E. Khair. 2019. Shoreline And Mangrove Analysis Along Semarang-Demak, Indonesia For Sustainable Environmental Management. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 8(1): 1–11.
- Istomo dan E. N. Farida. 2017. Potensi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah Tegakan *Acacia nilotica* L. (Willd) ex. Del. di Taman Nasional, Baluran, Jawa Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. 7(2):155–162.
- Manafe, G., M. R. Kaho, F. Risamasu, I. Lingkungan, N. Cendana dan K. J. Adisucipto. 2016. Estimasi Biomassa Permukaan dan Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* di Perairan Pesisir Oebelo Kabupaten Kupang. *Jurnal Bumi Lestari*. 16(2):163–173.
- Mardiyah, R., R. Ario dan R. Pribadi. 2019. Estimasi Simpanan Karbon Pada Ekosistem Mangrove Di Desa Pasar Banggi dan Tireman, Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. *Journal of Marine Research*. 8(1):62–68
- Mauludi, F., B. Sulardiono dan Haeruddin. 2018. Hubungan Jenis Sedimen Dengan Kerapatan Mangrove Di Desa Timbulsloko, Demak. *Journal Of Maquares*. 7(4): 232-332.
- Nyanga, C. 2020. The Role of Mangroves Forests in Decarbonizing the Atmosphere. *Intech, (Carbon-Based Material for Environmental Protection and Remediation)*. Hlm. 11
- Salehi, O. H., Beni, H. B. Harchegani, I. E. Borujeni dan H. R. Motaghian. 2011. Refining Soil Organic Matter Determination by Loss-on-Ignition. *Pedosphere*. 21(4): 478-482.
- Senoaji, G. dan F. M. Hidayat. 2016. Peranan Ekosistem Mangrove di Pesisir Kota Bengkulu dalam Mitigasi Pemanasan Global Melalui Penyimpanan Karbon (The Role of Mangrove Ecosystem in the Coastal of City of Bengkulu in Mitigating Global Warming through Carbon Sequestration). *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. 23(3): 327–333.
- Suryono, N. Soenardjo, E. Wibowo, R. Ario dan E. F. Rozy. 2018. Estimasi Kandungan Biomassa dan Karbon di Hutan Mangrove Perancak Kabupaten Jembrana, Provinsi Bali. *Buletin Oseanografi Marina*. 7(1): 1–8.
- Susilowati, M. W., P. W. Purnomo dan A. Solichin. 2020. Estimasi Serapan CO₂ Berdasarkan Simpanan Karbon pada Hutan Mangrove Desa Tambakbulusan Demak Jawa Tengah. *Jurnal Pasir Laut*. 4(2):86–94.