



## **Estimasi Stok Karbon Dan Serapan Karbon Pada Tegakan Pohon Mangrove Di Hutan Mangrove Trimulyo, Genuk, Semarang**

<sup>1</sup>Raditya Ahmad Rifandi, <sup>2</sup>Rangga Fajar Abdillah

<sup>1</sup> Ilmu Lingkunga Univeristas IVET

### **ABSTRAK**

Pelepasan karbon ke alam dianggap menjadi salah satu faktor yang paling bertanggung jawab terhadap terjadinya climate change. Kondisi tersebut semakin diperburuk akibat banyaknya ekosistem hutan yang hilang atau rusak termasuk hutan mangrove. Sedangkan hutan mangrove memiliki potensi mitigasi terhadap perubahan iklim karena hutan mangrove memiliki kemampuan yang besar untuk menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar dan waktu lama. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui mengetahui estimasi biomassa dan carbon stock serta kemampuan penyerapan karbon dari pohon mangrove sebagai penyusun utama hutan mangrove. Penelitian ini dilaksanakan di Trimulyo, Genuk, Semarang. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah metode purposive sampling di 4 stasiun dengan total titik sampling 20. Persamaan allometrik digunakan untuk mengestimasi simpanan karbon pada tegakan pohon. Hasil yang diperoleh ialah di kawasan tersebut ditemukan 2 jenis mangrove yaitu *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Nilai kerapatan jenis masing-masing spesies yaitu 1806,61 indv/ha, dan 485,32 indv/ha. Kandungan karbon yang ada pada tegakan pohon mangrove di seluruh kawasan seluas 30,3 Ha yaitu sekitar 141,43 ton karbon dengan kemampuan rata-rata menyimpan CO<sub>2</sub> ialah sebesar 519,072 ton carbon /hari.

**KATA KUNCI:** Mangrove, Biomassa, Stok karbon, Serapan CO<sub>2</sub>, Trimulyo

### **ABSTRACT**

Carbon release into nature is considered to be one of the most responsible factors for climate change. This condition is exacerbated due to the loss or damage of many forest ecosystems, including mangrove forests. Meanwhile, mangrove forests have the potential to mitigate climate change because mangrove forests have a great ability to absorb and store carbon in large quantities and for a long time. The purpose of this study was to determine the estimated biomass and carbon stock and the ability to absorb carbon from mangrove trees as the main constituent of mangrove forests. This research was conducted in Trimulyo, Genuk, Semarang. The method used in sampling is purposive sampling method at 4 stations with a total sampling point of 20. Allometric equations are used to estimate the carbon storage in tree stands. The results obtained were that there were 2 types of mangroves in the area, namely *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata*. The density values of each species were 1806.61 indv / ha and 485.32 indv / ha. The carbon content in mangrove tree stands in the entire area of 30.3 hectares is about 141.43 tons of carbon with an average ability to store CO<sub>2</sub> of 519.072 tons of carbon / day.

**Key word :** Mangrove, Biomass, Carbon stock, CO<sub>2</sub> uptake, Trimulyo

**Korespondensi:** Raditya Ahmad Rifandi, Rangga Fajar Abdillah, Ilmu Lingkungan Universitas IVET



## PENDAHULUAN

Aktivitas pengembangan dan pembangunan wilayah pesisir memiliki dampak yang cukup serius terhadap kerusakan wilayah pesisir seperti misalnya akibat pembukaan lahan untuk budi daya udang di tambak secara intensif dengan memabat hutan mangrove seperti yang terjadi di sepanjang wilayah pantai utara Jawa (Harahab, 2010).

Ekosistem mangrove memiliki peranan penting bagi ekosistem pesisir, yaitu sebagai daerah *nursery ground*, *feeding ground*) dan *spawning ground* berbagai jenis ikan, udang dan berbagai jenis biota laut lainnya, juga berfungsi sebagai pelindung garis pantai, mencegah abrasi air laut serta memiliki potensi dikembangkan sebagai kawasan wisata berbasis konservasi yang dikelola oleh masyarakat (Bengen, 2003; Sulaiman *et al.*, 2019). Selain fungsi di atas, manfaat penting lain dari ekosistem mangrove ialah kemampuannya dalam menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara dengan kemampuan laju penyerapan karbon yang tinggi. Penyerapan karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa pohon. Sebagaimana pohon dengan melakukan proses fotosintesis mampu menyerap CO<sub>2</sub> serta mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpan dalam biomassa tubuh pohon. Potensi penyimpanan karbon pada ekosistem mangrove telah mulai mendapatkan perhatian sebagai salah satu upaya pemanfaatan jasa ekosistem yang berperan dalam mitigasi perubahan iklim, hal tersebut karena hutan mangrove dinilai mampu menyimpan cadangan karbon 4 kali lebih banyak bila dibanding hutan tropis, hutan mangrove juga disebutkan memiliki tingkat penyerapan lima kali lebih cepat terhadap unsur karbon di udara dibanding dengan hutan di daratan (Bouillon *et al.*, 2008; Daniel *et al.*, 2011; Donato, *et al.* 2011; Imiliyana, 2012; Alongi 2014; Murdiyarso *et al.*, 2015; Alongi *et al.*, 2015).

Pesisir Kota Semarang memiliki potensi hutan mangrove yang cukup luas dan memiliki kecenderungan meningkat secara luasan disebabkan oleh tingginya laju sedimentasi sehingga menyebabkan akresi yang berpotensi menjadi substrat baru bagi tanaman mangrove muda yaitu hutan Mangrove di Kelurahan Trimulyo Kecamatan Genuk Kota Semarang, selain itu meingkatnya luasan hutan mangrove juga disebabkan oleh maraknya upaya rehabilitasi ekosistem mangrove selama lebih dari satu dekade (Rifandi dan Muhammad, 2017).

Hariah dan Rahayu (2007), menyebutkan bahwa Kemampuan penyerapan karbon oleh tanaman mangrove berhubungan dengan proses “sekuestrasi” yaitu yang dikenal sebagai penyerapan karbon dari atmosfer lalu disimpan di dalam organ tumbuhan, serasah serta bahan organik tanah lalu diikat menjadi bentuk biomassa pohon. Lalu Kathiresan *et al.* (2013) menambahkan bahwa mangrove jenis *Avicennia marina* memiliki kemampuan menyerap karbon 75% lebih cepat dibandingkan dengan jenis *Rhizophora mucronata*. Hal tersebut menunjukkan potensi yang baik dalam potensi kemampuan penyerapan karbon yang dimiliki oleh Hutan Mangrove di Kelurahan Trimulyo Kecamatan Genuk Semarang, karena menurut Rifandi dan Muhammad (2017) jenis mangrove di daerah tersebut didominasi oleh jenis *Avicennia marina* yaitu sebesar 90,9% dari seluruh sampel yang diukur.

Salah satu metode sederhana yang dapat digunakan untuk mengestimasi nilai biomassa dari pohon yaitu dengan metode alometrik (Komiya *et al.*, 2007). Pengestimasi dilakukan dengan cara mengetahui diameter batang pohon setinggi dada (*Diameter at Breast Height*, DBH) pada plot transek yang digunakan. Selanjutnya DBH digunakan menjadi variabel bebas dari persamaan alometrik yang menghubungkan biomassa sebagai variabel terikat dan DBH sebagai variabel bebas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi biomassa dan *carbon stock* serta kemampuan penyerapan karbon yang terdapat pada hutan mangrove di Kelurahan Trimulyo Kecamatan Genuk Kota Semarang yang terletak pada.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2020. Berada pada koordinat 110°28'14,74" BT; 6°56'20,94" BT di hutan mangrove seluas ± 30,3 Ha yang terletak di Kelurahan Trimulyo Kecamatan Genuk Kota Semarang. Pembuatan plot yang digunakan untuk mengukur nilai biomassa vegetasi hutan mangrove Trimulyo diawali dengan melakukan metode *Purposive sampling*, metode tersebut digunakan berdasarkan pada medan yang dapat dilalui dengan membagi atas 20 titik dalam 4 stasiun yang dianggap mewakili karakteristik jenis seluruh kawasan hutan mangrove tersebut.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian Hutan Mangrove Trimulyo

Teknik pengukuran struktur hutan mangrove dilakukan dengan memodifikasi metode yang dikembangkan oleh Wyatt dan Smith (1963) dalam Simbala (2007), yaitu hanya untuk tanaman tingkat hidup pohon menggunakan metode sampling *Point Centered Quarter Method* (PCQM). Yaitu setiap stasiun penelitian ditarik garis tegak lurus menyusuri luas kawasan dan pada garis transek tersebut dibuat titik yang mana pada setiap titik dibentuk empat kuadran sesuai empat penjuru mata angin. Selanjutnya teknik penghitungan biomassa mengikuti prosedur yang telah dibuat oleh Hairiah dan Rahayu (2007) dengan mencatat setiap jenis pohon yang ditemukan, dan mengukur diameter batang setinggi dada ( $DBH = \text{diameter at breast height} = 1,3 \text{ m}$  dari permukaan tanah) semua pohon yang masuk dalam sub plot sebelah kiri dan kanan. Pengukuran DBH hanya dilakukan pada pohon berdiameter > 5 cm. Melilitkan pita pengukur pada batang pohon, dengan posisi pita sejajar untuk semua arah, sehingga data yang diperoleh adalah lingkar/lilit batang bukan diameter. Data keliling batang ini kemudian akan di ubah menjadi diameter dengan persamaan 1 (Simon, 2007):

$$D = K / \pi$$

### Analisis Kerapatan Vegetasi

Dalam mengestimasi jumlah tegakan vegetasi digunakan rumus menghitung tegakan pohon menurut Indaryanto (2006) serta (Krebs, 1972; Genisa, 2006; dan Fachrul, 2006), dengan rumus sebagai berikut:

Jarak rata-rata individu pohon ke titik pengukuran (d)

$$d = \frac{d1 + d2 + d3 + \dots + dn}{n}$$

Keterangan :

d = Jarak rata-rata individu pohon ke titik pengukuran

d1, d2, d3 ... dn = Jarak masing-masing pohon ke titik pengukuran

n = Banyaknya pohon

Kerapatan seluruh spesies (K)

$$K = \frac{\text{Luas Area}}{(\text{Jarak rata - rata Pohon})^2}$$

Kerapatan seluruh spesies per hektar (K)

$$K = \frac{10.000}{(\text{Jarak rata - rata Pohon})^2}$$

Kerapatan relatif suatu spesies (KR) (%)

$$K = \frac{10.000}{(\text{Jarak rata - rata Pohon})^2}$$

Selanjutnya untuk menghitung kerapatan jenis menggunakan cara manual untuk memastikan keakuratan data. Pengambilan data kerapatan jenis mangrove dihitung berdasarkan plot penelitian yang telah dibuat. Pada tiap plot penelitian, dilakukan identifikasi jenis tegakan mangrove dan pencatatan jumlah individu tiap jenis pohon mangrove. Kemudian data yang diperoleh diolah berdasarkan persamaan menurut Indaryanto (2006) sebagai berikut :

$$Di = ni/A$$

Keterangan:

Di = Kepadatan individu jenis ke-i (indv / m<sup>2</sup>)

ni = Jumlah individu jenis ke-i yang diperoleh

A = Luas total area pengambilan contoh (m<sup>2</sup>)

### Estimasi Kandungan Biomassa dan Cadangan Karbon

Pengukuran biomassa dilakukan dengan cara “non destructive”, yaitu menggunakan persamaan al;ometrik yang telah dikembangkan oleh peneliti lain sebelumnya dengan cara *destructive*. Persamaan alometrik yang digunakan untuk *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* tersaji dalam tabel berikut :

**Tabel 1.** Model Allometrik Above Ground Biomass

| Jenis Spesies               | Model Alometrik                | Referensi                    |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <i>Avicennia marina</i>     | 0.1848 (DBH) <sup>2.3524</sup> | Dharmawan dan Siregar (2008) |
| <i>Rhizophora mucronata</i> | 0.1466 (DBH) <sup>2.3136</sup> | Dharmawan (2010)             |

Menurut MacDicken 1997, penentuan biomassa dapat disusun minimal menggunakan 30 pohon sampel baik untuk tegakan pohon *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Menurut IPCC (2007) bahwa karbon yang terkandung dalam bahan organik yaitu 47%, sehingga estimasi jumlah karbon tersimpan yaitu dengan mengalikan 47% atau 0,47 dengan biomassa seperti persamaan berikut:

$$C_n (\text{ton/ha}) = \text{Biomasa} (\text{ton/ha}) \times 0,47$$

Selanjutnya untuk mengetahui estimasi serapan CO<sub>2</sub> onversi stok karbon ke total serapan CO<sub>2</sub> dapat menggunakan perbandingan massa atom relatif C dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{CO}_2 = C_n \times 3,67$$

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan analisis vegetasi mangrove di hutan mangrove Trimulyo, Kota Semarang untuk tingkat kerapatan, kerapatan relatif, dominasi relatif dan frekuensi relatif pada tiap-tiap stasiun penelitian disajikan pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kerapatan Individu, Kerapatan Relatif dan Frekuensi Relatif Mangrove

| Stasiun       | Nama Spesies                | Rerata Jarak Pohon (m) | Kerapatan (Ind/ha) | Rerata Diameter (cm) | Kerapatan Relatif (%) | Frekuensi Relatif (%) |
|---------------|-----------------------------|------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1             | <i>Avicennia marina</i>     | 2,28                   | 1917,77            | 18,57                | 100                   | 100                   |
| 2             | <i>Avicennia marina</i>     | 2,46                   | 1651,112           | 17,88                | 100                   | 100                   |
| 3             | <i>Avicennia marina</i>     | 2,70                   | 1366,94            | 18,34                | 95                    | 83,33                 |
|               | <i>Rhizophora mucronata</i> | 6,30                   | 251,95             | 17,52                | 0,05                  | 16,67                 |
| 4             | <i>Avicennia marina</i>     | 2,09                   | 2290,61            | 15,01                | 0,85                  | 83,33                 |
|               | <i>Rhizophora mucronata</i> | 4,63                   | 467,157            | 17,52                | 0,15                  | 16,67                 |
| <b>Rerata</b> | <i>Avicennia marina</i>     | 2,38                   | 1806,611           | 17,45                | 95                    | 90,9                  |
|               | <i>Rhizophora mucronata</i> | 5,46                   | 485,532            | 17,51                | 5                     | 9,1                   |

Berdasarkan hasil pengukuran luas kawasan hutan mangrove Trimulyo menggunakan *Google Earth Pro* telah diketahui bahwa luasan kawasan tersebut yaitu 30,3 Ha. Maka perkiraan jumlah tegakan pohon mangrove di kawasan tersebut disajikan pada perhitungan berikut:

*Avicennia marina* : 1806,611 x 30,3 = 54.740 tegakan

*Rhizophora mucronata* : 485,532 x 30,3 = 14.712 tegakan

Hutan mangrove di Kelurahan Trimulyo sendiri merupakan hasil rehabilitasi kawasan mangrove yang telah dilakukan selama lebih dari satu dekade yang memiliki kerentanan rendah di sekitar sungai babon dan kerentanan sedang di kawasan yang bertasan dengan garis pantai (Ahmad dan Fuad, 2018). Tanaman mangrove di area penelitian didominasi oleh jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata*. Dominasi jenis mangrove tersebut cenderung sama dengan beberapa kawasan mangrove daerah Kota Semarang maupun sekitarnya seperti Kabupaten Demak ataupun Kabupaten Kendal (Martuti, 2013; Farian *et al.*, 2015; Azzahra *et al.*, 2020). Dominasi tersebut dikarenakan kawasan mangrove di sepanjang pesisir pantai utara Jawa Tengah sebagian besar merupakan hasil dari kegiatan rehabilitasi atau ekosistem buatan pasca rusaknya ekosistem mangrove yang

semula ada yang sebagian besar ditanami jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* (Martuti, 2013).

Analisa kandungan biomassa dilakukan mengacu pada persamaan alometrik yang telah dikembangkan oleh Darmawan dan Siregar (2008) dan Dharmawan (2010), sehingga didapatkan nilai biomassa, kandungan karbon yang mengacu pada IPPC (2010) dan Serapan Karbon dioksida mengacu pada Martha *et al.* (2019) tegakan sebagai berikut :

**Tabel 3.** Estimasi Biomassa dan Cadangan Karbon pada Tegakan Mangrove

| Stasiun | Nama Spesies                | Biomassa | Cn    | WCO <sub>2</sub> |
|---------|-----------------------------|----------|-------|------------------|
| I       | <i>Avicennia marina</i>     | 178,35   | 83,82 | 307,64           |
| II      | <i>Avicennia marina</i>     | 163,27   | 76,73 | 281,62           |
| III     | <i>Avicennia marina</i>     | 173,21   | 81,41 | 298,77           |
|         | <i>Rhizophora mucronata</i> | 155,51   | 73,09 | 268,24           |
| IV      | <i>Avicennia marina</i>     | 156,13   | 73,38 | 269,30           |
|         | <i>Rhizophora mucronata</i> | 110,87   | 52,11 | 191,24           |
| Rerata  | <i>Avicennia marina</i>     | 167,73   | 78,83 | 289,33           |
|         | <i>Rhizophora mucronata</i> | 133,19   | 62,60 | 229,74           |

Keterangan:

Cn (kandungan karbon)

WCO<sub>2</sub> (kemampuan penyerapan CO<sub>2</sub>)

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa didapatkan hasil bahwa pada stasiun I dengan estimasi kerapatan jenis *Avicennia marina* sebanyak 1917,77 tegakan/ha memiliki perkiraan biomassa sebesar 178,35 ton/ha serta memiliki kandungan karbon sebesar 83,826 ton/ha. Stasiun II dengan estimasi kerapatan jenis *Avicennia marina* sebanyak 1651 tegakan/ha memiliki perkiraan biomassa 163,27 ton/ha dengan potensi kandungan karbon sebanyak 76,735 ton/ha. Stasiun III dengan estimasi kerapatan jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* masing-masing sebanyak 1366,94 tegakan/ha dan 251 tegakan/ha, memiliki perkiraan biomassa masing-masing 17,52 ton/ha dan 15, 01 ton/ha serta memiliki potensi penyimpanan karbon sebesar 81,408 ton/ha dan 73,379 ton/ha. Stasiun IV dengan estimasi kerapatan jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* masing-masing sebanyak 2290,61 tegakan/ha dan 467,158 tegakan/ha, kemudian memiliki perkiraan biomassa masing-masing 156,13 ton/ha dan 110,87 ton/ha serta memiliki potensi penyimpanan karbon sebesar 73,379 ton/ha dan 52,11 ton/ha. Secara umum kawasan hutan mampu mendapatkan jumlah biomassanya dari produksi dan kerapatan. Produksi dan kerapatan tersebut berasal dari hasil pendugaan pengukuran diameter, atau tinggi tanaman, berat jenis, dan/atau kepadatan setiap jenis pohon, serta kesuburan tanah (Heriyanto, *et al.*, 2011).

Rerata biomassa di kawasan mangrove tersebut untuk jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* masing-masing ialah 167,73 ton/ha dan 133,19 ton/ha, sehingga dapat diperkirakan rerata potensi penyimpanan karbon untuk masing-masing jenis mangrove di kawasan hutan mangrove tersebut baik jenis *Avicennia marina* maupun *Rhizophora mucronata* ialah 78,83 ton/ha dan 62,60 ton/ha.

## KESIMPULAN

Kawasan hutan mangrove Trimulyo diperkirakan memiliki jumlah tegakan sebanyak 54.740 tegakan yang di dalamnya meliputi tanaman mangrove jenis *Avicennia marina* dan 14.712 tegakan *Rhizophora mucronata* yang tersebar di kawasan hutan mangrove seluas 30,3 ha. Kemudian estimasi total kandungan biomassa sebesar 300,93 ton dan *carbon stock* sebesar 141,437 ton dengan perkiraan kemampuan penyerapan karbon sebesar



519,072 ton pada seluruh kawasan hutan mangrove Kelurahan Trimulyo Kecamatan Genuk Kota Semarang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D.M. 2014. Carbon Cycling and Storage in Mangrove Forests. Annual Review of Marine Science, 6, pp.195–219.
- Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean, J. W., Kauffman, J. B., Hutahaean, A., Crooks, S., Lovelock, C. E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M., Pidgeon, E., & Wagey, T. (2015). Indonesia's Blue Carbon: A Globally Significant and Vulnerable Sink for Seagrass and Mangrove Carbon. Wetlands Ecology and Management.
- Association of Official Agriculture Chemist "Official Methods of analysis of AOAC International", pp 25-237,2002.
- Bengen, D. G. 2003. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. PKSPL. Bogor.
- Bouillon, S., Borges, A. V., Castaneda-Moya, E., Diele, K., Dittmar, T., & Duke, N.C. (2008). Mangrove Production and Carbon Sinks: A Revision of Global Budget Estimates. Global Biogeochemical Cycles, 22(2).
- 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 Vol. V No. 4 : 317-328, 2008
- Dharmawan I. W. S, 2010. *Pendugaan Biomassa Karbon Di Atas Tanah Pada Tegakan Rhizophora Mucronata Di Ciasem, Purwakarta*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, Vol. 15 No. 1, April 2010, Hal 50-56. ISSN 0853-4217
- Daniel C. D., Kauffman J.B., Murdiyarso D., Kurnianto S., Stidham M., Kanninen M. 2011. *Mangroves Among The Most Carbon-Rich Forests In The Tropics*. Nature Geoscience. DOI: 10.1038.
- Donato, D. C., J. B. Kauffman, D. Murdiyarso, S. Kurnianto, M. Stidham dan M. Kanninen, 2011. Mangroves Among the Most Carbon-Rich Forest in the Tropics. Nature Geoscience.
- Fachrul M, F.2006. Metode sampling bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fella Suffa Azzahra, Suryanti Suryanti, Sigit Febrianto. 2020. Estimasi Serapan Karbon pada Hutan Mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. Journal of Fisheries and Marine Research Vol. 4. No. 2 (2020) 308-315. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Genisa, A.S. 2006. Keanekaragaman Fauna Ikan di Perairan Mangrove Sungai Mahakam. *J. Oseanol. Limnol. Indon.* 46: 39-51.
- Haikal Hilman Fahrian , Sapto P. Putro, Fuad Muhammad. Potensi Ekowisata di Kawasan Mangrove, Desa Mororejo, Kabupaten Kendal. Biosaintifika 7 (2) (2015). UNNES. Semarang.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.
- Harahab, N. 2010. Penilaian Ekonomi Hutan Mangrove dan Aplikasinya dalam Perencanaan Wilayah Pesisir. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Heriyanto, N. M., Subiandono, E., dan Karlina, E "Potensi dan sebaran nipah (*Nypa fruticans* (Thunb.) Wurmb)



sebagai sumberdaya pangan (Potency and distribution of Nypa palm (*Nypafruticans* (Thunb.) Wurmb) as food resource)” *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, vol. 8, no.4, pp 1- 8,2011.

Imiliyana A. Muryono M, Purnobasuki H. 2012. *Estimasi Stok Karbon Pada Tegakan Pohon Rhizophora Stylosadi Pantai Camplong, Sampang-Madura*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Indriyanto, 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Penerbit PT Bumi Aksara.

Kathiresan K, Gomathi V, Anburaj R, Saravanakumar K, Asmathunisha N, Sahu S.K, Shanmugaarasu V, Anandhan S. 2013. *Carbon sequestration potential of mangroves and their sediments in southeast coast of India*. Faculty of Marine Sciences, Annamalai University, Parangipettai. India.

Komiyama A, Ong J. E, Pongparn S, 2007. *Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review*. *Aquatic Botany* 89 (2008) 128–137

Krebs CJ. 1972. *Ecology the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row. New York Evanston San Fransisco London.

Murdiyarso, D., Purbopuspito, J., Kauffman, J. B., Warren, M. W., Sasmito, S. D., Donato, D. C., Manuri, S., Krisnawati, H., Taberima, S., & Kurnianto, S. (2015). The Potential of Indonesian Mangrove Forests for Global Climate Change Mitigation. *Nature Climate Change*, (July), pp.8–11.

NKT Martuti. 2013. Keanekaragaman Mangrove di Wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA* 36 (2): 123-130 (2013). UNNES. Semarang.

Rifandi Raditya Ahmad dan Muhammad Fuad. 2017. Keanekaragaman Vegetasi Ekosistem Hutan Mangrove Trimulyo Kecamatan Genuk Kota Semarang. Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian Pascasarjana. 2017. Universitas Diponegoro. Semarang.

Rifandi Raditya Ahmad dan Muhammad Fuad. 2018. Vulnerability Assessment of Mangrove Habitat to the Variables of the Oceanography Using CVI Method (Coastal Vulnerability Index) in Trimulyo Mangrove Area, Genuk District, Semarang. *E3S Web Conf*. Volume 31, 2018.

Rahayu S, Lusiana B dan Noordwijk Mv, 2004. *Pendugaan Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur*. World Agroforestry Centre, Cida, Care.

Muhammad Sulaiman, Bambang Sulardiono, Churun Ain. 2019. *Journal of Maquares* Vol 8 Nomor 2. Tahun 2019, Hal 46-5. UNDIP. Semarang