

## Karakteristik Kondisi Mangrove di Desa Taddan Kabupaten Sampang

Firman Farid Muhsoni<sup>1\*)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Kelautan dan Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

\*[firmantaridmuhsoni@trunojoyo.ac.id](mailto:firmantaridmuhsoni@trunojoyo.ac.id)

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.9146>

### ABSTRACT

*Mangroves are intertidal plants found along tropical and non-tropical coastlines which is flooded by tides in brackish areas. Mangroves ecosystems have experienced a very large decrease in area especially in Madura region. This research was conducted in Taddan Village, Camplong District, Sampang. The objectives of this research were to identify mangrove vegetation, mangrove area and mangrove characteristics. The area of mangroves in the research location was 48 ha. There were 7 types of mangroves found, e.g Rhizophora apiculata, Rhizophora stylosa, Rhizophora mucronata, Sonneratia alba, Sonneratia caseolaris, Avicennia marina and Avicennia alba. The type of substrate in the mangrove research location was mainly mud. The distribution pattern of mangroves at the research location tends to spread in groups, with a low level of mangrove diversity. The uniformity index value is balanced, or in other words, there are individuals who dominate. The average sediment depth is 24.7 cm, the average salinity is 36.7 ppt, the average water pH is 5.3, the average DO is 5.9 mg / l, the average water temperature is 31, 70C, the average soil pH is 6.4. Further analysis concluded that environmental parameters in the area was unsuitable for marine tourism.*

**Keywords:** mangrove ecosystems, uniformity index, distribution pattern, environmental parameters

### PENDAHULUAN

Mangrove merupakan tanaman intertidal yang ditemukan di sepanjang garis pantai tropis dan non tropis (Tomlinson, 1986). Tanaman ini tergenang oleh pasang surut di daerah payau. Mereka memiliki adaptasi fisiologi terhadap kadar garam (Kauffman & Donato, 2012). Mangrove juga mempunyai peran yang sangat besar dalam ekosistem sebagai penyerap karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dari udara akibat pembakaran bahan bakar fosil. Mangrove menyimpan karbon empat kali - lima lebih cepat dari hutan tropis (Kauffman & Donato, (2012), Bouillon, (2011). Penyerap dan penyimpan karbon guna mengurangi kadar CO<sub>2</sub> di udara disimpan dalam bentuk biomassa. Biomassa pada mangrove disimpan dalam stok karbon pada batang, akar, serasah dan nekromassa. Manfaat langsung dari pengelolaan hasil kayu hanya 4,1%, sedangkan fungsi optimal dalam penyerapan karbon mencapai 77,9% (Heriyanto

& Subiandono, 2012). Mangrove merupakan salah satu hutan yang mempunyai simpanan Karbon tertinggi di kawasan tropis (rerata 1.023 Mg C/ha). Rerata karbon di mangrove muara sebesar 1.074 Mg C/ha; untuk mangrove laut sebesar 990 ± 96 Mg C/ha (Donato *et al.*, 2012).

Mangrove juga mempunyai fungsi menyediakan bahan makanan bagi kehidupan manusia terutama ikan, udang dan kepiting serta sumber energi bagi kehidupan di pantai (Noor *et al.*, 1999; Bismark *et al.*, 2008; Kauffman & Donato, 2012). Mangrove merupakan jembatan antara lautan dengan daratan. Mangrove sebagai habitat beraneka ragam biota perairan, tempat asuhan dan pembesaran, pemijahan dan pengatur iklim mikro (Brown, 1997). Mangrove hanya menempati 2% wilayah pesisir di dunia dengan fungsi sekitar 5% dari produksi primer, 12% dari ekosistem untuk respirasi dan sekitar 30% untuk penyerapan karbon.

Luas Mangrove hanya 0,7% dari luas hutan tropis, tetapi kehancuran atau kerusakan

#### Article History:

**Received:** Nov, 2<sup>nd</sup> 2020; **Accepted:** Dec, 12<sup>th</sup> 2020

Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

#### Cite this as:

Mushoni, F.F. (2020). Karakteristik Kondisi Mangrove di Desa Taddan Kabupaten Sampang. *Rekayasa*, 13 (3), 263-269. doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v13i3.9146>

© 2020 Firman Farid Muhsoni

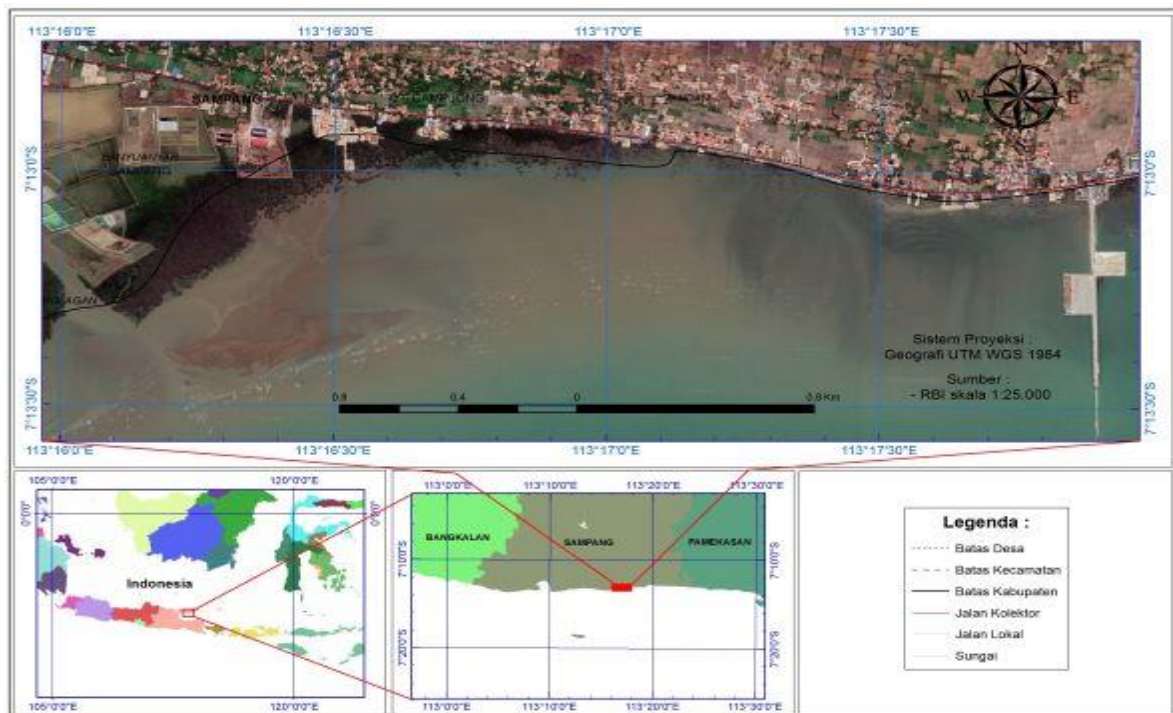
mangrove akan menyuplai 10% CO<sub>2</sub> dari penggundulan mangrove tersebut (Alongi & Mukhopadhyay, 2015). Tanah mangrove dengan kandungan organik tinggi memiliki kedalaman antara 0,5 - 3 m dan memiliki stok karbon sebesar 49–98% (Donato *et al.*, 2012). Luas mangrove di seluruh dunia beragam hasil penelitian Valiela *et al.* (2001) mendapatkan luas 16,6 juta ha. Sedangkan Giri *et al.* (2011) mendapatkan luas mangrove tahun 2000 seluas 13,77 juta ha, yang terdapat di 118 negara tropis dan subtropis. Kauffman & Donato (2012) dan Giri *et al.* (2011) mendapatkan luas mangrove untuk kawasan Asia mencapai 6,8 juta ha atau 34-42%, Afrika mencapai 20%, Amerika Utara dan Tengah mencapai 15%, Oceania mencapai 12%, Amerika Selatan mencapai 11% dan Australia mencapai 7%.

Mangrove di Indonesia tahun 1986-1990 mengalami penurunan sampai 40% dari 4.131.000 ha menjadi 2.490.000 ha (Noor *et al.*, 1999). Luas mangrove di Pulau Jawa mengalami penurunan yang signifikan dari tahun 1985-1997 dari 170.500 ha menjadi 19.077 ha, hal ini terjadi karena perubahan mangrove secara besar besaran menjadi lahan tambak. Perubahan mangrove menjadi lahan tambak di Jawa paling besar di Jawa Timur (Setyawan *et al.*, 2003). Muhsoni, *et al.*, (2013) melakukan

evaluasi kondisi kekritisan dan kesesuaian lahan mangrove dan mendapatkan data mangrove di Kabupaten Sampang mencapai 914,54 Ha. Tingkat kekritisan mangrove dalam kondisi rusak 600,8 Ha (65,7%), kondisi baik 292,5 Ha (32%) dan kondisi rusak berat 21,1 Ha (2,3%). Muhsoni (2014) memetakan sebaran dan kerusakan hutan mangrove dan mendapatkan luas mangrove di Madura mencapai 15.118,2 ha. Mangrove di Madura yang berada dalam kondisi baik mencapai luas 8.794,1 ha (58,2 %) dan dalam kondisi jelek mencapai luas 6.324,1 ha (41,8%). Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan identifikasi karakter vegetasi mangrove di Desa Taddan Kabupaten Sampang.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Desa Taddan Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang. Dalam penelitian ini bekerjasama dengan kelompok Pokmaswas Permata, yang didirikan dengan keputusan kepala desa No 523/50/434.504.01/2017. Lokasi mangrove di Desa Taddan Kecamatan Camplong Kabupaten Sampang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Identifikasi Kerapatan, Frekuensi, Dominasi dan Indeks Nilai Penting (INP)

Pada tahap awal dilakukan identifikasi jenis mangrove berdasarkan panduan pengenalan mangrove di Indonesia yang dibuat oleh *Wetlands International* dan Ditjen PHKA. Pohon mangrove memiliki banyak kesamaan, sehingga pengamatan difokuskan pada perbedaan kulit kayu, tipe akar serta bunga/buahnya. Jika waktu pengamatan tidak memungkinkan, dilakukan dengan mengambil daun, bunga, dan buah dari pohon yang akan diidentifikasi (Noor *et al.*, 1999); (Tomlinson, 1986). Struktur vegetasi mangrove ditentukan dengan menganalisis parameter sesuai dengan SNI 7717:2011 tentang survei dan pemetaan mangrove.

Stratifikasi dalam penelitian meliputi 8 stasiun. Masing-masing stasiun/strata terdapat 2-3 plot, dimana jumlah plot sampel pada penelitian ini terdiri dari 21 plot. Identifikasi mangrove dilakukan pada seluruh lokasi penelitian, baik yang ada di dalam plot sampel maupun di luar plot sampel.

Pola penyebaran dianalisis dengan indeks Morishita (Supardjo, 2008; Sofiah *et al.*, 2013), sebagaimana persamaan berikut :

$$IS = \frac{Q \sum_{i=1}^q Xi(Xi - 1)}{T(T - 1)}$$

Keterangan :

IS : Indeks Morishita  
Xi : jumlah individu spesies X dalam petak  
Ke-i : (i=1,2,3,... q)  
Q : jumlah seluruh petak  
T : jumlah total individu semua petak

Jika :

IS = 1 maka pola penyebarannya acak  
IS < 1 maka pola penyebarannya beraturan (*regular*)  
IS > 1 maka pola penyebarannya kelompok (*clumped*)

Tingkat keanekaragaman didapatkan dengan indeks keanekaragaman. Persamaan indeks keanekaragaman menggunakan persamaan Shanon-Wiener (Spellerberg & Fedor, 2003; Keylock, 2005; Song, *et al.*, 2016; Magnussen & Boyle, 1995; Martuti, 2012).

$$H' = - \sum_{i=1}^s (pi)(\log_2 pi)$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener  
S = Jumlah Spesies,  
Pi = Proporsi jumlah individu spesies ke-i (ni) terhadap total individu (N) = ni/N  
ni = Jumlah Individu jenis ke-i,  
N = Jumlah total individu

Dengan kriteria :

Jika nilai  $H > 3$ , maka keragaman tinggi

Jika nilai  $1 < H < 3$ , maka keragaman sedang

Jika nilai  $H < 1$ , maka keragaman rendah

Keseragaman mangrove dihitung dengan indeks keseragaman. Keseragaman adalah penyebaran individu antar spesies yang berbeda. Keseragaman didapatkan dari hubungan antara keanekaragaman (H') dengan keanekaragaman maksimal. Keseragaman juga diartikan sebagai komposisi individu tiap jenis yang terdapat dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman menunjukkan merata atau tidaknya pola sebaran jenis suatu spesies (Hastuti *et al.*, 2013; Ernanto *et al.*, 2014)

$$E = \frac{H'}{H \text{ maks}}$$

Keterangan :

E = Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keragaman

H' maks =  $3,3219 \log S$

s = jumlah spesies

Indeks keseragaman (E)  $\geq 0,5$  = seimbang; E < 0,5 = tidak seimbang

Indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai spesies yang mendominasi pada suatu populasi. Indeks dominansi dihitung dengan persamaan berikut (Ernanto *et al.*, 2014; Awwaluddin *et al.*, 2011) :

$$C = \sum_{t=1}^s Pi^2$$

Keterangan

C = indeks dominansi Simpson

S = jumlah jenis

Pi = ni/N

ni = Jumlah Individu jenis ke-i

N = Jumlah total individu

Dengan kriteria :

Jika nilai  $0 < C \leq 0,5$  maka Dominansi rendah

Jika nilai  $0,5 < C \leq 0,75$ , maka Dominansi sedang

Jika nilai  $0,75 < C \leq 1,00$ , maka Dominansi tinggi

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di pesisir selatan Kecamatan Camplong tepatnya di Desa Taddan yang terletak di pesisir selatan Madura berhubungan dengan Selat Madura yang cenderung terlindungi dan ombak lebih kecil. Luas mangrove di Desa Taddan mencapai 48 ha. Jenis mangrove yang ditemukan di sekitar lokasi didapatkan 7 jenis untuk mangrove sejati. Identifikasi mangrove dilakukan menggunakan

Jenis mangrove sejati yang ditemukan di lokasi penelitian adalah: *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia marina* dan *Avicennia alba*.

### **Pola Penyebaran (IS), Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (C)**

Pola penyebaran atau distribusi di alam terbagi atas tiga pola dasar, yaitu acak, teratur dan mengelompok. Pola penyebaran erat hubungannya dengan kondisi lingkungan (Sofiah *et al.*, 2013). Hasil analisis indeks *morishita* (IS) pada semua stasiun memperoleh nilai 4,99-5,74. Nilai tersebut menunjukkan  $IS > 1$ , dimana pola penyebaran mangrove di lokasi desa Taddan pada penelitian mempunyai pola penyebaran kelompok. Pola distribusi mangrove di lokasi penelitian cenderung menyebar dalam kelompok, dikarenakan mangrove bereproduksi dengan biji yang jatuh dekat induknya yang menghasilkan anakan. Hasil perhitungan pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tingkat keanekaragaman (H') mangrove di semua lokasi penelitian menunjukkan nilai 0,62 -0,89 (nilai  $H < 1$ ), dimana ada pada tingkat keanekaragaman rendah. Nilai keanekaragaman

rendah disebabkan karena adanya dominasi satu spesies di lokasi. Untuk stasiun 6,7 dan 8 didominasi oleh *Sonneratia alba*. Akbar *et al.*, (2016) menjelaskan bahwa suatu komunitas memiliki nilai keanekaragaman spesies yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies, sebaliknya komunitas memiliki keanekaragaman spesies yang rendah jika disusun oleh sedikit spesies, dan jika hanya ada sedikit saja spesies yang dominan.

Nilai indeks keseragaman (E) pada lokasi penelitian mendapatkan nilai 1,70-2,75. Nilai ini menunjukkan bahwa nilai indeks keseragaman  $\geq 0,5$ , atau dapat dijelaskan bahwa mangrove di area penelitian seimbang atau dengan kata lain terdapat individu yang mendominasi. Spesies yang mendominasi pada stasiun ini adalah *Sonneratia alba*.

Pada suatu komunitas sering ditemukan spesies yang dominan. Dominasi spesies ini menyebabkan keragaman jenis rendah. Keragaman jenis menjadi rendah jika hanya ditemukan beberapa jenis yang melimpah. Sebaliknya suatu komunitas mempunyai keragaman jenis tinggi jika ditemukan kelimpahan masing-masing jenis tinggi (Beyers & Odum, 1993). Hasil indeks dominansi pada stasiun 5, 6 dan 8 mendapatkan nilai 0,5 (nilai

Tabel 1. Hasil Analisa Vegetasi Mangrove Desa Taddan

Stasiun	IS	Pola penyebaran	H'	Status	E	Status	C	Status
1	5,53	Kelompok	0,64	Rendah	1,74	Tidak Seimbang	0,55	Dominansi Sedang
2	5,40	Kelompok	0,81	Rendah	2,31	Tidak Seimbang	0,54	Dominansi Sedang
3	5,27	Kelompok	0,84	Rendah	2,75	Tidak Seimbang	0,53	Dominansi Sedang
4	5,37	Kelompok	0,78	Rendah	2,27	Tidak Seimbang	0,54	Dominansi Sedang
5	4,99	Kelompok	0,69	Rendah	1,98	Tidak Seimbang	0,50	Dominansi Sedang
6	4,99	Kelompok	0,69	Rendah	1,94	Tidak Seimbang	0,50	Dominansi Sedang
7	5,74	Kelompok	0,62	Rendah	1,70	Tidak Seimbang	0,57	Dominansi Sedang
8	4,46	Kelompok	0,89	Rendah	2,42	Tidak Seimbang	0,45	Dominansi Sedang

Tabel 2. Parameter Lingkungan di Lokasi Studi

No	Parameter lingkungan	Min	Max	Rata-rata	Baku mutu
1	Kedalaman sedimen/tanah (cm) Air	11	38	24.7	
2	Salinitas (ppt)	32	42	36.7	Alami (perubahan < 5%)
3	pH air	5.05	5.7	5.3	7 - 8,5 (perubahan <0,2)
4	DO(mg/l)	3.28	6.8	5.9	>5
5	Suhu Tanah (Celsius)	26.2	34.3	31.7	Alami (perubahan < 2°C)
6	pH tanah	5.6	6.8	6.4	7 - 8,5 (perubahan <0,2)
7	Jenis substrat		Lumpur		

0<C≤0,5), sehingga dominansi pada wilayah ini rendah atau dengan kata lain ditemukan beberapa jenis mangrove yang melimpah. Sedangkan pada stasiun 1,2,3,4,7 mendapatkan nilai 0,53-0,57 (nilai 0,5 < C ≤0,75) atau dominansi pada wilayah ini sedang, dengan kata lain ada jenis yang cenderung mendominasi yaitu jenis *Rizophora Stylosa* atau *Sonneratia alba*.

#### Parameter Lingkungan Mangrove

Pengukuran dilakukan untuk parameter lingkungan salinitas, pH dan DO untuk air dan pH untuk tanah. Rata-rata kedalaman sedimen sebesar 24,7 cm. Hasil pengukuran ini dibandingkan dengan baku mutu air laut dalam keputusan menteri lingkungan hidup nomor 51 tahun 2004 untuk wisata bahari.

Parameter salinitas rata-rata sebesar 36,7 ppt, dilihat dari nilai minimum dan maksimum (Tabel 2) selisihnya lebih dari 5%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter salinitas dibawah baku mutu. Sementara itu pH air rata-rata sebesar 5,3, dilihat dari selisih nilai maksimum dan minimum menunjukkan > 0,2. Hal ini menunjukkan selisih > 0,56 yang berarti parameter pH dibawah nilai baku mutu. Rata-rata DO sebesar 5,9 mg/l nilai ini menunjukkan diatas ambang batas, akan tetapi di beberapa stasiun masih ada yang < 5 mg/l yang berarti pada posisi dibawah ambang batas. Rata-rata suhu perairan 31,7°C, selisih nilai maksimum dan minimum suhu sebesar 8,1°C. Hal ini menunjukkan nilai dibawah ambang batas karena perubahannya > 2°C. Rata-rata pH tanah sebesar 6,4, selisih nilai maksimum dan minimum sebesar 1,2. Hal ini menunjukkan bahwa nilai dibawah ambang batas karena

perubahan >0,2. Jenis substrat di lokasi penelitian mangrove jenis lumpur.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Luas mangrove di Desa Taddan mencapai 48 ha. Mangrove yang ditemukan di lapang ada 7 jenis : *Rhizophora apiculate*, *Rhizophora stylosa*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, *Avicennia marina*, *Avicennia alba*. Pola distribusi mangrove di lokasi penelitian cenderung menyebar dalam kelompok, tingkat keanekaragaman mangrove rendah, Nilai indeks keseragaman seimbang atau dengan kata lain terdapat individu yang mendominasi, indeks dominansi pada stasiun 5, 6 dan 8 rendah dan stasiun 1,2,3,4,7 sedang. Rata-rata kedalaman sedimen sebesar 24,7 cm, rata-rata salinitas sebesar 36,7 ppt, rata-rata pH air sebesar 5,3, rata-rata DO sebesar 5,9 mg/l, rata-rata suhu perairan 31,7°C, rata-rata pH tanah sebesar 6,4. Parameter lingkungan ini berada di bawah ambang batas untuk wisata laut. Jenis substrat di lokasi penelitian mangrove jenis lumpur.

### Saran

Penelitian ini sudah mendapatkan jenis mangrove, pola distribusi, tingkat keanekaragaman, nilai indeks keseragaman, indeks dominansi dan kondisi parameter lingkungan. Namun pada penelitian ini belum melakukan analisis persentase tutupan mangrove, kepadatan biota (makrobentos) yang akan memperkaya data dan informasi pada lokasi penelitian. Disarankan pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan analisis tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Trunojoyo Madura yang telah membiaya penelitian ini dalam Hibah Penelitian Mandiri nomor kontrak 128/UN 46.4.1/PT.01.03/2020.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., Baksir, A., Tahir, I., & Arafat, D. (2016). Struktur Komunitas Mangrove di Pulau Mare, Kota Tidore Kepulauan, Provinsi Maluku Utara (Community structure of mangrove in Mare Island, Tidore City, Maluku Utara Province. *Depik*, 5(3), 133–142. <https://doi.org/10.13170/depik.5.3.5578>
- Alongi, D., & Mukhopadhyay, S. (2015). Contribution of Mangroves to Coastal Carbon Cycling in Low Latitude Seas. *Agricultural and Forest Meteorology*, 213, 266–272. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.10.005>
- Awwaluddin, A., Hariyanto, S., & Widyaleksana, C. P. T. (2011). Struktur Dan Status Komunitas Mangrove di Ekosistem Muara Kali Lamong Jawa Timur. *Perpustakaan Universitas Airlangga*, 1–6.
- Beyers, R. J., & Odum, H. T. (1993). *Ecological Microcosms* (D. E. Reichle (ed.)). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9344-3>
- Bismark, Subiandono, E., & Heriyanto, N. M. (2008). Keragaman dan Potensi Jenis Serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 5(3), 297–306.
- Bouillon, S. (2011). Carbon Cycle: Storage Beneath Mangroves. *Nature Geoscience*, 4(5), 282–283. <https://doi.org/10.1038/ngeo1130>
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass And Biomass Change of Tropical Forests: A Primer. *FAO Forestry Paper*, 134 (August), 55. <https://doi.org/ISBN 92-5-103955-0>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2012). Mangrove Adalah Salah Satu Hutan Terkaya Karbon di Kawasan Tropis. *CIFOR Brief*, 13(12), 12.
- Ernanto, R., Agustriani, F., & Aryawaty, R. (2014). Struktur Komunitas Gastropoda Pada Ekosistem Mangrove di Muara Sungai Batang Ogan Komerling Ilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 1(1), 73–78. <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/maspari/article/view/1128>
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and Distribution of Mangrove Forests of the World Using Earth Observation Satellite Data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Hastuti, E. D., Anggoro, S., & Pribadi, R. (2013). Dinamika Kondisi Struktur Komunitas Vegetasi di Kawasan Hutan Mangrove Kota Semarang. *Lingkungan Tropis*, 6(1), 61–71.
- Heriyanto, N. M., & Subiandono, E. (2012). Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomasa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Tanman Nasional Alas Purwo. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 9(1), 23–32. [ejournal.forda-mof.org](http://ejournal.forda-mof.org)
- Ilman, M., Dargusch, P., Dart, P., & Onrizal. (2016). A Historical Analysis of The Drivers of Loss and Degradation of Indonesia's Mangroves. *Land Use Policy*, 54(2016), 448–459. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.03.010>
- Kauffman, J., & Donato, D. (2012). Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. In *Center for International Forestry: Vol. Working paper*. <https://doi.org/10.17528/cifor/003749>
- Keylock, C. J. (2005). Simpson Diversity and The Shannon Wiener Index as Special Cases of A Generalized Entropy. *Oikos*, 1(Lande 1996), 203–208.

- Magnussen, S., & Boyle, T. J. B. (1995). Estimating Sample Size for Inference About The Shannon-Weaver and The Simpson Indices of Species Diversity. *Forest Ecology and Management*, 78(1-3), 71-84. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03596-1](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03596-1)
- Martuti, N. (2012). Keanekaragaman Mangrove di Wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA*, 36(1), 123-130.
- Muhsoni, F. F. (2014). Pemetaan Kerusakan Mangrove di Madura dengan Memanfaatkan Citra Google Earth dan Citra LDCM. In M. Zainuri (Ed.), *Persembahan Program studi Ilmu Kelautan untuk Maritim Madura* (pp. 131-140). utm press.
- Muhsoni, F. F., Effendi, M., Triadji, H., Herianto, A. D., & Abidah, I. W. (2013). Tingkat Kekritisian dan Kesesuaian Lahan Mangrove di Kabupaten Sampang dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Kelautan*, 3(2), 11-20.
- Noor, Y. R., Khazali, M., & Suryadiputra, I. N. N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands International - Indonesia Programme.
- Setyawan, A. D., Winarno, K., & Purnama, P. C. (2003). Mangrove Ecosystem In Java: Recent Status. *Biodiversitas*, 4(2), 133-145. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d050212>
- Sofiah, S., Setiadi, D., & Widyatmoko, D. (2013). Distribution Pattern, Association and Abundance of Bamboo in Plants Community in Mount Baung Natural Tourism Park East Java. *Berita Biologi*, 12(2), 239-247.
- Song, Q., Wang, B., Wang, J., & Niu, X. (2016). Endangered and Endemic Species Increase Forest Conservation Values of Species Diversity Based On The Shannon-Wiener Index. *IForest*, 9(JUNE2016), 469-474. <https://doi.org/10.3832/ifor1373-008>
- Spellerberg, I., & Fedor, P. (2003). A Tribute to Claude Shannon (1916-2001) and A Plea for More Rigorous Use of Species Richness, Species Diversity And The 'Shannon-Wiener' Index. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3), 177-179. <https://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2003.00015.x>
- Supardjo, M. N. (2008). Identification Of Mangrove Vegetation In South Segoro Anak, National Sanctuary Of Alas Purwo, Banyuwangi, East Java. *Jurnal Saintek Perikanan*, 3(2), 9-15.
- Tomlinson, P. B. (1986a). *The Botany of Mangrove*. Combrige University Press.
- Tomlinson, P. B. (1986b). *The Botany of Mangroves*. Combrige University Press.
- Valiela, I., Bowen, J. L., & York, J. K. (2001). Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments. *BioScience*, 51(10), 807. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0807:MFOOTW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2)

