

Inventarisasi dan Pola Penyebaran Regenerasi Alami Semai Mangrove Sejati Di Utara Indonesia

Inventory and Distribution Pattern of Natural Regeneration of True Mangrove Seedling in Northern Indonesia

Syahrial¹, Windi Syahrian², Teguh Heriyanto².

¹ Belukap Mangrove Club Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau

² Alumni Ilmu Kelautan Universitas Riau

*Email: syahrial.bmc@gmail.com Telp: 085397313809

Abstrak

Aktivitas manusia yang semakin bertambah di berbagai sektor akan mengakibatkan tekanan terhadap ekosistem mangrove dan menyebabkan berkurangnya luasan maupun jenis-jenis mangrove disuatu wilayah. Kajian inventarisasi dan pola-pola penyebaran regenerasi alami semai mangrove khususnya mangrove sejati di Utara Indonesia telah dilakukan pada bulan September 2015. Hal ini bertujuan untuk mendata keanekaragaman hayati Indonesia dan mengetahui bentuk pola sebarannya. Pengumpulan data kondisi vegetasi mangrove dilakukan dengan membuat transek garis dan plot. Transek garis ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dengan arah tegak lurus garis pantai sampai ke daratan dan dibuat petak-petak contoh (plot) sesuai kategorinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada vegetasi mangrove di Utara Indonesia ditemukan sebanyak 4 spesies semai alami yakni *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus moluccensis* yang tergolong kedalam 3 famili (Combretaceae, Rhizophoraceae dan Meliaceae), dimana pada Stasiun 1 didominasi oleh semai *B. cylindrica* (62 individu) dan Stasiun 2 didominasi oleh semai *X. moluccensis* (8 individu). Kemudian hasil dari perhitungan Indeks Morisita memperlihatkan bahwa pola penyebaran semai *L. littorea*, *B. cylindrica* dan *R. stylosa* tergolong beraturan (regular), sedangkan pola penyebaran semai *X. moluccensis* tergolong mengelompok (clumped).

Kata Kunci: Inventarisasi, pola penyebaran, regenerasi, semai, mangrove, Pulau Miangas.

Abstract

Increasing human activity in various sectors will contribute a pressure on mangrove ecosystems and cause of decreasing to mangrove species and it's area. The inventory study and patterns of natural regeneration of mangrove seedling especially true mangrove in Northern Indonesia had been conducted in September 2015. It aimed to record the biodiversity in Indonesia and to know the shape of its distribution pattern. Collecting data of mangrove vegetation condition was done by transect line and plot. The line transect was drawn from the reference point (the outer mangrove stand) with the direction perpendicular to the coastline to the mainland and made plots according to the category. The results showed that mangrove vegetation in northern Indonesia found 4 species of natural seedlings, *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* and *Xylocarpus moluccensis*, those belonging to 3 families (Combretaceae, Rhizophoraceae and Meliaceae), in Station 1 dominated by seedlings *B. cylindrica* (62 individuals) and Station 2 dominated by *X. moluccensis* seedlings (8 individuals). Then the result of Morisita Index calculation showed that the distribution pattern of *L. littorea*, *B. cylindrica* and *R. stylosa* seedlings is classified regularly, while the distribution pattern of *X. moluccensis* seedling is clumped.

Keywords: Inventory, distribution pattern, regeneration, seedlings, mangroves, Miangas Island.

1. Pendahuluan

Menurut Hartati dan Harudu (2016) hutan mangrove memiliki interaksi yang kompleks dengan lingkungan sekitarnya, sehingga mempunyai relevansi ekologi yang tinggi (Valiela *et al.*, 2001; Bouillon, 2011) yakni berupa pengembangan mekanisme mengimpor, mempertahankan dan mengeksport bahan organik maupun anorganik (Neogi *et al.*, 2016); membantu proses siklus karbon (Alongi, 2014; Doughty *et al.*, 2015); memerangkap puing-puing laut dan darat (Udechukwu *et al.*, 2014); peka terhadap kenaikan permukaan laut (McKee *et al.*, 2007); menghentikan atau mengurangi proses penyerapan dan akumulasi logam berat (Hamzah dan Setiawan, 2010); menyuplai nutrisi (Valiela dan Cole, 2002; Alongi, 2013); menunjang perekonomian masyarakat pantai (Zainuri *et al.*, 2017) hingga memberi kontribusi $\pm 14.5\%$ dari total pendapatan rumah tangga masyarakat pesisir (Hussain dan Badola, 2010).

Saat ini kota-kota melakukan pembangunan disekitar hutan mangrove, sehingga secara terus menerus hutan mangrove akan mengalami gangguan (Valiela *et al.*, 2001). Menurut Green *et al.*, (1996) tingkat pertumbuhan penduduk yang tinggal di daerah pesisir diperkirakan mencapai 60%, kemudian lebih dari 100 juta orang tinggal dalam jarak 10 km dari kawasan mangrove dan jumlah ini diperkirakan akan meningkat sekitar 120 juta orang di tahun 2015 (UNEP, 2014). Selain itu, tekanan yang dialami mangrove juga disebabkan oleh konversi penggunaan lahan budidaya (FAO, 2007; Duke *et al.*, 2007; Giri dan Muhlhausen, 2008; Friess dan Webb, 2013), dimana total mangrove yang hilang akibat budidaya pesisir sebesar 1.89 juta ha dengan 1.4 juta ha disebabkan oleh budidaya udang (Valiela *et al.*, 2001).

Tingginya tingkat kerusakan mangrove dan pentingnya ekosistem mangrove bagi lingkungan pesisir, maka kajian regenerasi alami semai mangrove sangat perlu dilakukan (khususnya di Utara Indonesia). Hal ini bertujuan untuk mendata keanekaragaman hayati Indonesia dalam mempertahankan eksistensinya dan mengetahui bentuk pola sebarannya.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

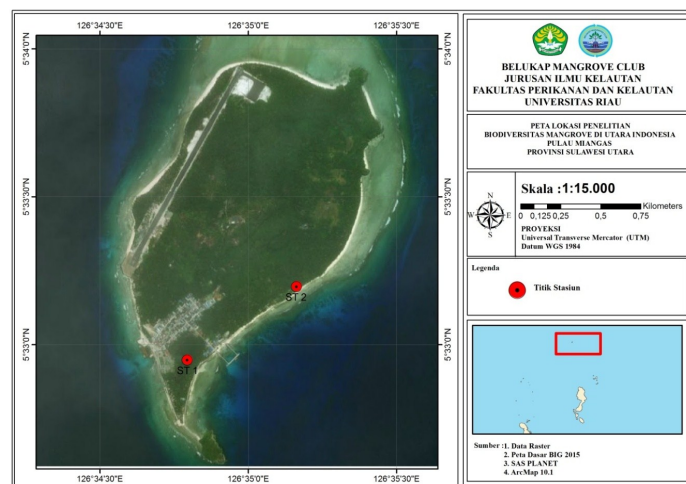
Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2015 di pesisir pantai Pulau Miangas (Gambar 1) dengan pengamatan Stasiun 1 berada di bagian Selatan pulau dan Stasiun 2 berada di bagian Timur pulau.

2.2 Alat Penelitian

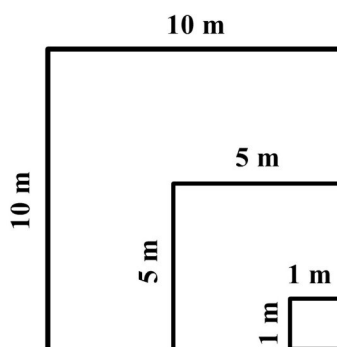
Peralatan yang digunakan selama penelitian adalah rol meter, buku identifikasi mangrove Noor *et al.*, (2006), data sheet, kamera, GPS Garmin 62 series dan alat tulis.

2.3 Pengumpulan Data Regenerasi Alami Semai Mangrove

Pengukuran regenerasi alami semai mangrove dilakukan dengan menggunakan transek garis yang ditarik dari titik acuan (tegakan mangrove terluar) dengan arah tegak lurus garis pantai sampai ked-



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Histogram Struktur Komunitas Diatom Pada Sekitar Pulau Cawan

aratan. Kemudian dibuat petak-petak contoh kategori pohon dengan ukuran 10 X 10 m², kategori anakan (5 X 5 m²) dan kategori semai (1 X 1 m²) (Gambar 2) (Bengen, 2004; Nurrahman *et al.*, 2012; Hutasoit *et al.*, 2017). Selanjutnya transek garis yang diambil pada penelitian ini sebanyak 12 transek dengan 34 plot di Stasiun 1 dan 3 plot di Stasiun 2, sehingga petak contoh secara keseluruhan berjumlah 37.

2.4 Analisis Pola Penyebaran Regenerasi Alami Semai Mangrove

Pola penyebaran jenis regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia dianalisis menggunakan Indeks Morisita ($I\delta$) (Morisita, 1959; Krebs, 1972; Poole, 1974; Kusmana dan Istomo, 1995; Sakai *et al.*, 1999; Jongjitvimolm *et al.*, 2005) dengan persamaan:

$$I\delta = \sum_{i=1}^N \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)} \times N$$

Dimana:

$I\delta$: Indeks Morisita

n_i : Jumlah individu tiap petak contoh (plot)

n : Jumlah total individu dalam semua petak contoh (plot)

N : Jumlah petak contoh (plot)

Kriteria Indeks Morisita:

$I\delta = 1$: Pola penyebarannya acak

$I\delta < 1$: Pola penyebarannya beraturan (*regular*)

$I\delta > 1$: Pola penyebarannya mengelompok (*clumped*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Komposisi Regenerasi Alami Semai Mangrove di Utara Indonesia

Tabel 1 memperlihatkan bahwa regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia ditemukan sebanyak 4 spesies yakni *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus moluccensis* yang tergolong kedalam 3 famili yaitu Combretaceae, Rhizophoraceae dan Meliaceae. Menurut Su *et al.*, (2006) *L. littorea* adalah spesies mangrove non-vivipar yang tersebar di Asia tropis dan Australia, begitu juga dengan *B. cylindrica* yang banyak tersebar di Asia Tenggara (Laphookhieo *et al.*, 2004). Sementara *R. stylosa* adalah spesies mangrove yang tumbuh di dekat tepi pantai maupun muara sungai yang selalu terkena genangan air laut secara teratur (Clough, 1984), sedangkan *X. moluccensis* ditemukan di tepi sungai dan di sepanjang pesisir

Tabel 1. Regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia

No	Jenis Semai Mangrove	Famili
1	<i>Lumnitzera littorea</i>	Combretaceae
2	<i>Bruguiera cylindrica</i>	Rhizophoraceae
3	<i>Rhizophora stylosa</i>	Rhizophoraceae
4	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	Meliaceae

Tabel 2. Komposisi regenerasi alami semai mangrove di Stasiun 1

Plot	Jenis Semai Mangrove			
	<i>Lumnitzera littorea</i>	<i>Bruguiera cylindrica</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>	<i>Xylocarpus moluccensis</i>
1	3	1	-	-
2	1	-	-	-
3	3	-	-	-
4	-	2	-	-
5	-	1	-	-
6	-	2	-	-
7	-	1	-	-
8	1	1	-	-
9	-	3	-	-
10	-	6	-	-
11	-	1	-	-
12	-	6	-	-
13	8	2	-	-
14	-	6	-	-
15	-	5	-	-
16	-	-	1	-
17	-	2	-	-
18	2	-	-	-
19	-	4	-	-
20	-	3	-	-
21	-	1	-	-
22	-	2	-	-
23	2	-	-	-
24	3	-	-	-
25	-	1	-	-
26	2	1	-	-
27	1	1	-	-
28	-	2	-	-
29	-	1	-	-
30	-	1	-	-
31	2	-	-	-
32	-	4	-	-
33	-	2	-	-
34	1	-	-	-
Jumlah	29	62	1	0

terbuka yang tersebar di Asia Tropis (Giesen *et al.*, 2006).

Regenerasi alami semai mangrove yang ditemukan di Utara Indonesia, untuk tiap-tiap plotnya (petak contoh) ditabulasikan pada Tabel 2 dan 3. Tabel 2 memperlihatkan bahwa regenerasi alami semai mangrove yang ditemukan pada Stasiun 1 didominasi oleh spesies *B. cylindrica* (62 individu), kemudian diikuti oleh *L. littorea* (29 individu) dan *R. stylosa* (1 individu). Menurut Noer *et al.*, (2006) *B. cylindrica* merupakan tumbuhan mangrove yang tumbuh mengelompok dalam jumlah besar dan memiliki kemampuan untuk tumbuh pada tanah/substrat yang baru terbentuk, dimana tidak cocok untuk jenis mangrove lainnya.

Sementara itu, Tabel 3 memperlihatkan bahwa regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia pada Stasiun 2 didominasi oleh spesies *X. moluccensis* dengan jumlah individu keseluruhan plotnya sebanyak 8 individu. Menurut IUCN (2017) *X. moluccensis* merupakan spesies yang hidup atau tumbuh sedikit lebih kedalam daripada *X. granatum* dan lebih dekat ke tepian sungai. Kemudian Das *et al.*, (2014) menyatakan bahwa *X. moluccensis* adalah pohon yang berukuran sedang, bercabang luas, tingginya mencapai 10 m dan umumnya tumbuh di teluk berpasir atau berbatu yang jauh dari genangan air pasang laut.

Tabel 3. Komposisi regenerasi alami semai mangrove di Stasiun 2

Plot	Jenis Semai Mangrove			
	<i>Lumnitzera littorea</i>	<i>Bruguiera cylindrica</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>	<i>Xylocarpus moluccensis</i>
1	-	-	-	6
2	-	-	-	1
3	-	-	-	1
Jumlah	0	0	0	8

3.2 Perhitungan Indeks Morisita

Hasil dari perhitungan Indeks Morisita memperlihatkan bahwa pola penyebaran semai *L. littorea*, *B. cylindrica* dan *R. stylosa* di Stasiun 1 tergolong beraturan (regular) (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa regenerasi semai alaminya berkompetisi antara satu dengan yang lainnya. Kusmana dan Istomo (1995) menyatakan bahwa pola penyebaran yang beraturan mencerminkan adanya interaksi negatif antar individu. Interaksi negatif tersebut dapat berupa persaingan dalam merebut ruang, unsur hara maupun cahaya matahari (Kusmana dan Istomo, 1995; Nurhamiyawan *et al.*, 2013).

Selain itu, Tabel 4 juga memperlihatkan bahwa pola penyebaran semai *X. moluccensis* di Stasiun 2 tergolong mengelompok (*clumped*). Hal ini disebabkan karena buah yang jatuh keberadaannya tidak jauh dari pohon induknya dan lingkungan sekitarnya juga tidak terdapat aliran air, dimana air laut hanya bisa masuk (menggenangi vegetasi mangrove) disaat pasang tertinggi. Menurut Barbour *et al.*, (1987) pola distribusi



Gambar 3. Kondisi ekosistem mangrove di Utara Indonesia (Pulau Miangas): a) bagian Selatan, b) bagian Timur

Tabel 4. Indeks Morisita regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia

	Jenis Semai Mangrove			
	<i>Lumnitzera littorea</i>	<i>Bruguiera cylindrica</i>	<i>Rhizophora stylosa</i>	<i>Xylocarpus moluccensis</i>
Indeks Morisita (I^2)	0.46	0.23	0.00	1.28
Pola penyebaran	Beraturan (Regular)	Beraturan (Regular)	Beraturan (Regular)	Mengelompok (Clumped)

tumbuhan cenderung mengelompok, sebab tumbuhan bereproduksi dengan biji yang jatuh dekat induknya atau dengan rimpang yang menghasilkan anakan vegetatif masih dekat dengan induknya. Kemudian Noor *et al.*, (2006) menambahkan bahwa *X. moluccensis* merupakan jenis mangrove yang kelimpahannya hanya melimpah disuatu tempat dan kadang-kadang hidup atau tumbuh secara berkelompok. Sementara itu, mengelompoknya penyebaran semai alami *X. moluccensis* juga dapat menggambarkan bahwa tingkat predatornya sangat rendah, sehingga tingkat mortalitasnya sangat kecil. Menurut Okuda *et al.*, (1997) bahwa penyebaran spesies secara mengelompok dapat disebabkan oleh rendahnya predator terhadap jenis tersebut.

4. Kesimpulan

Regenerasi alami semai mangrove di Utara Indonesia ditemukan sebanyak 4 spesies yakni *L. littorea*, *B. cylindrica*, *R. stylosa* dan *X. moluccensis*, dimana pada Stasiun 1 didominasi oleh spesies *B. cylindrica* dan Stasiun 2 didominasi oleh spesies *X. moluccensis*. Kemudian berdasarkan hasil Indeks Morisita, pola penyebaran semai *L. littorea*, *B. cylindrica* dan *R. stylosa* (Stasiun 1) tergolong beraturan (*regular*), sedangkan pola penyebaran semai *X. moluccensis* (Stasiun 2) tergolong mengelompok (*clumped*).

5. Referensi

- Alongi, D. M. 2013. Cycling and global fluxes of nitrogen in mangroves. *Glob Environ Res.* 17:173–182.
- Alongi, D. M. 2014. Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annu Rev Mar Sci.* 6:195–219. Doi:10.1146/annurev-marine-010213-135020.
- Barbour, M. G., J. H. Burk, W. D. Pitts. 1987. *Terrestrial Plant Ecology: Second Edition*. New York: Benjamin/Cumming Publishing.
- Bengen, D. G. 2004. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Bogor (ID): Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB.
- Bouillon, S. 2011. Carbon cycle: Storage beneath mangroves. *Nat Geos.* 4:282–283. Doi: 10.1038/ngeo1130.
- Clough, B.F. 1984. Growth and salt balance of the mangroves *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. and *Rhizophora stylosa* Griff. in relation to salinity. *Aust J Plant Physiol.* 11:419–430. Doi: 10.1071/PP9840419.
- Das, S.K., D. Samantaray, H. Thatoi. 2014. Ethnomedicinal, antimicrobial and antidiarrhoeal studies on the mangrove plants of the genus *Xylocarpus* : A mini review. *Bioanal Biomed.* 4:1–7. Doi: 10.4172/1948-593X.S12-004.
- Doughty, C. L., J. A. Langley, W. S. Walker, I. C. Feller, R. Schaub, S. K. Chapman. 2015. Mangrove range expansion rapidly increases coastal wetland carbon storage. *Est and Coas.* 39(2):385–396. Doi: 10.1007/s12237-015-9993-8.
- Duke, N. C., J. O. Meynecke, S. Dittmann, A. M. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K. C. Ewel, C. D. Field, N. Koedam, S. Y. Lee, C. Marchand, I. Nordhaus, F. Dahdouh-Guebas. 2007. A world without mangroves?. *Science.* 317:41–42. Doi: 10.1126/science.317.5834.41b.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2007. *The World's Mangroves 1980 – 2005: A Thematic Study Prepared in The Framework of The Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, Itali.



Gambar 1. Dermaga Kayu



Gambar 2. Kondisi Kolam Pelabuhan Saat Pasang

Tabel 6. Data Perhitungan Luas dan Kedalaman Kolam Pelabuhan

No.	Armada Alat Tangkap	n (unit)	Dimensi Kapal (m)				DC (hari)
			LOA	B	D	<i>D</i>	
1	<i>Gillnet</i> Besar (1,5 GT)	20	8	1,5	1	0,6	1
2	<i>Gillnet</i> Sedang (1 GT)	6	6	1,3	0,9	0,55	1
3	<i>Gillnet</i> Kecil (0,6 GT)	2	4	1	0,8	0,5	1
Total		28					

Friess, D. A., E. L. Webb. 2013. Variability in mangrove change estimates and implications for the assessment of ecosystem service provision. *Global Ecol Biogeogr.* 23(7):715–725. Doi: 10.1111/geb.12140.

Giesen, W., S. Wulffraat, M. Zieren, L. Scholten. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. Bangkok: RAP Publication.

Giri, C., J. Muhlhausen. 2008. Mangrove forest distributions and dynamics in Madagascar (1975–2005). *Sensors*. 8:2104–2117. Doi: 10.3390/s8042104.

Green, E. P., P. J. Mumby, A. J. Edwards, C. D. Clark. 1996. A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources. *Coas Manag.* 24:1–40. Doi: 10.1080/08920759609362279.

Hamzah, F., A. Setiawan. 2010. Akumulasi logam berat Pb, Cu, dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *ITKT*. 2(2):41–52.

Hartati, L. Harudu. 2016. Identifikasi jenis-jenis kerusakan ekosistem hutan mangrove akibat aktivitas manusia di Kelurahan Lowulowu Kecamatan Lea-Lea Kota Baubau. *Penel Pend Geog.* 1(1):30–45.

Hussain, S. A., R. Badola. 2010. Valuing mangrove benefits: contribution of mangrove forests to local livelihoods in Bhitarkanika conservation area, East Coast of India. *Wet Ecol Manag.* 18:321–331. Doi: 10.1007/s11273-009-9173-3.

Hutasoit, Y. H., Melki, Sarno. 2017. Struktur vegetasi mangrove alami di areal Taman Nasional Sembilang Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspri*. 9(1):1–8.

[IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2017. *The IUCN Red List of Threatened Species*. <http://www.iucnredlist.org/details/178805/0>. Dikunjungi Tanggal 04 November 2017. Pukul 16.45 WIB.

Jongjivimol, T., K. Boontawon, W. Wattanachaiyingcharoen, S. Deowanish. 2005. Nest dispersion of a stingless bee species, *Trigona collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) in a mixed deciduous forest in Thailand. *Nat Hist Jour Chul Univ*. 5(2):69–71.

Krebs, C. J. 1972. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York: Harper & Row.

Kusmana, C., Istomo. 1995. *Ekologi Hutan*. Laboratorium Kehutanan Fakultas Kehutanan Intitut Pertanian Bogor. Bogor.



Gambar 3. Kondisi Kolam Pelabuhan Saat Surut

- Laphookhieo, S., C. Karalai, C. Ponglimanont, K. Chantrapromma. 2004. Pentacyclic triterpenoid esters from the fruits of *Bruguiera cylindrica*. *Nat Prod.* 67:886–888. Doi: 10.1021/np0305122.
- McKee, K.L., D. R. Cahoon, I. C. Feller. 2007. Caribbean mangroves adjust to rising sea level through biotic controls on change in soil elevation. *Glob Ecol Biogeogr.* 16:545–556. Doi: 10.1111/j.1466-8238.2007.00317.x.
- Morisita, M. 1959. Measuring of dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem Fac Sci Kyus Univ Ser E.* 3:64–80.
- Neogi, S. B., M. Dey, S. M. L. Kabir, S. J. H. Masum, G. Kopprio, S. Yamasaki, R. Lara. 2016. Sundarban mangroves: Diversity, ecosystem services and climate change impacts. *Asian J Med Biol Res.* 2(4):488–507. Doi: 10.3329/ajmbr.v2i4.30988.
- Noor, Y. R., M. Khazali, I. N. N. Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (ID):PHKA/WI-IP.
- Nurhamiyawan, E. N. L., B. Prihandono, Helmi. 2013. Analisis dinamika model kompetisi dua populasi yang hidup bersama di titik kesetimbangan tidak terdefinisi. *Bul Ilm Mat, Stat Terap.* 2(3):197–204.
- Nurrahman, Y. A., O. S. Djunaedi, R. Rostika. 2012. Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di pesisir Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Perik Kel.* 3(1):99–107.
- Okuda, T., N. Kachi, S. K. Yap, N. Manokaran. 1997. Tree distribution pattern and fate of juveniles in a lowland tropical rain forest – implications for regeneration and maintenance of species diversity. *Plant Ecol.* 131:155–171. Doi: 10.1023/A:1009727109920.
- Poole, R. W. 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. New York: McGraw-Hill.
- Sakai, S., K. Momose, T. Yumoto, T. Nagamitsu, H. Nagamasu, A. A. Hamid, T. Nakashizuka. 1999. Plant reproductive phenology over four years including an episode of general flowering in a lowland dipterocarp forest, Sarawak, Malaysia. *Amer Jour Bot.* 86(10): 1414–1436.
- Su, G., Y. Huang, F. Tam, X. Ni, T. Tang, S. Shi. 2006. Conservation genetics of *Lumnitzera littorea* (Combretaceae), an endangered mangrove, from the Indo-West Pacific. *Mar Biol.* 150(3): 321–328. Doi: 10.1007/s00227-006-0357-6.
- Udechukwu, B. E., A. Ismail, S. Z. Zulkifli, H. Omar. 2014. Distribution, mobility, and pollution assessment of Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, and Fe in intertidal surface sediments of Sg. Puloh mangrove estuary, Malaysia. *Environ Sci Pollut Res.* 22(6):4242–4255. Doi: 10.1007/s11356-014-3663-4.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2014. *The Importance Of Mangroves To People: A Call To Action*. van Bochove, J., E. Sullivan, T. Nakamura. (Eds). United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. 128 pp.
- Valiela, I., M. L. Cole. 2002. Comparative evidence that salt marshes and mangroves may protect seagrass meadows from land-derived nitrogen loads. *Ecosystems.* 5:92–102. Doi: 10.1007/s10021-001-0058-4.
- Valiela, I., J. L. Bowen, J. K. York. 2001. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience.* 51(10):807–815. Doi: 10.1641/0006-3568(2001)051[0807:MFOOTW]2.0.CO;2.
- Zainuri, A. M., A. Takwanto, A. Syarifuddin. 2017. Konservasi ekologi hutan mangrove di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo. *Dedikasi.* 14:1–7.