

## KEANEKARAGAMAN HAYATI MANGROVE SEJATI DI PULAU MIANGAS

### *TRUE MANGROVE BIODIVERSITY IN MIANGAS ISLAND*

**Syahrial, Nanang Karsim, dan Khairul Mukmin Lubis**

Belukap Mangrove Club Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293  
Email: syahrial.bmc@gmail.com  
Registrasi: 7 Maret 2018; Diterima setelah perbaikan: 28 Mei 2018;  
Disetujui terbit: 1 Juli 2018

#### ABSTRAK

Keanekaragaman hayati tumbuhan mangrove Indonesia tersebar di seluruh wilayahnya, dimana sebagian telah diketahui manfaatnya, sebagian baru diketahui potensinya dan sebagian lagi belum dikenal sama sekali baik itu jenis, manfaat maupun potensinya. Salah satu kawasan atau wilayah yang belum terekspos keanekaragaman hayatinya adalah ekosistem mangrove di bagian Utara Indonesia khususnya Pulau Miangas. Kajian keanekaragaman hayati mangrove sejati di Pulau Miangas telah dilakukan pada bulan September 2015. Hal ini bertujuan sebagai upaya eksplorasi, pelestarian, pengelolaan dan dasar evaluasi ekosistem mangrove kedepannya, sehingga biodiversitas Indonesia tetap terjaga. 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 contoh (plot) dengan ukuran 10 X 10 m<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies mangrove sejati yang tumbuh dan berkembang di hutan mangrove Pulau Miangas adalah *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus moluccensis*. Kerapatan dari masing-masing spesies tersebut adalah *L. littorea* 856 ind/ha, *B. cylindrica* 21 ind/ha, *R. stylosa* 26 ind/ha dan *X. moluccensis* 1233 ind/ha. Sementara Indek Nilai Penting (INP) spesies *L. littorea* adalah 277.25%, *B. cylindrica* 14.79%, *R. stylosa* 7.95% dan *X. moluccensis* 300.00%.

**KATA KUNCI:** Keanekaragaman hayati, mangrove, Pulau Miangas.

#### ABSTRACT

*Indonesia mangrove biodiversity spread throughout the region. Some of benefit, potential and species of mangrove were known, but some others were not. One of the mangroves area that has not exposed is Northern Indonesia, specially Miangas Island. The analysis of true mangrove biodiversity was conducted on September 2015. It aims to explore effort, preservation, management and evaluation basic on mangrove ecosystem for the future, so Indonesia biodiversity still preserve. The data collecting of mangrove vegetation condition used line transect and plots. Line transect is stretched from point of reference (outer mangrove stand) with the direction perpendicular to the shoreline and made the plots by size 10 X 10 m<sup>2</sup>. The result of research show that the true mangroves that grow and develop in Miangas Island area are *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* and *Xylocarpus moluccensis*. The densities for each species are *L. littorea* 856 ind/ha, *B.**

*cylindrica* 21 ind/ha, *R. stylosa* 26 ind/ha and *X. moluccensis* 1233 ind/ha. Importance value index for each species are *L. littorea* 277.25%, *B. cylindrica* 14.79%, *R. stylosa* 7.95% dan *X. moluccensis* 300.00%.

**KEYWORDS:** *Biodiversity, mangrove, Miangas Island.*

## 1. PENDAHULUAN

Mangrove adalah ekosistem lahan basah pasang surut yang sangat produktif (Sandiyan dan Kathiresan, 2012; Chakraborty, 2013; Osland *et al.*, 2017) dan ditemukan di sepanjang pantai tropis maupun subtropis (Costanza *et al.*, 2014; Giri *et al.*, 2015; Osland *et al.*, 2017), mempunyai peranan penting di daerah estuaria (Hamzah dan Setiawan, 2010; Bayen, 2012; Jupriyati *et al.*, 2013), merupakan ekosistem yang sangat unik dan rapuh (Chakraborty, 2013) serta sebagai daerah pertemuan antara lingkungan darat dan laut (Kathiresan dan Bingham, 2001; Vane *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2011). Di dunia, jenis mangrove terdiri dari 9 ordo, 20 famili, 27 genus dan 70 spesies (Tripathi *et al.*, 2016) yang tersebar di 112 negara (FAO, 2010) dengan luasannya mencapai 15 juta ha (Lewis *et al.*, 2011). Di Amerika Barat (Pasifik Timur) dan Amerika Timur (Karibia dan Afrika Barat) terdapat sekitar 7 jenis mangrove, sedangkan di Afrika Timur terdapat sekitar 9 jenis mangrove (Saenger *et al.*, 1983). Kemudian pada kawasan Samudera India bagian Utara dan Pasifik Barat Daya (memanjang dari Laut Merah sampai Jepang dan Indonesia), masing-masing memiliki 44 dan 38 jenis dari 60 jenis mangrove sejati yang tercatat di dunia (Saenger *et al.*, 1983).

Indonesia sebagai negara maritim dan kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau mencapai

17504 pulau dan memiliki panjang pantai sekitar 95181 km (BPS Indonesia, 2011). Hal ini menggambarkan bahwa Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara yang unik karena tersusun oleh belasan ribu pulau dan kepulauan, serta tersebar di seputar khatulistiwa dan terletak diantara dua benua (Asia dan Australia) maupun dua samudera (Pasifik dan Hindia) (KPPN, 2016), sehingga Indonesia dikenal sebagai negara *mega biodiversity* (Rhee *et al.*, 2004; MFF Indonesia, 2012; Keong, 2015). Menurut Kemenko Perekonomian (2017) tahun 2015, Indonesia merupakan negara yang memiliki ekosistem mangrove terluas di dunia (3.49 juta ha), dimana terdapat sekitar 202 jenis mangrove dengan 166 jenis di Pulau Jawa, 157 jenis di Pulau Sumatera, 150 jenis di Pulau Kalimantan, 142 jenis di Pulau Irian Jaya, 135 jenis di Pulau Sulawesi, 133 jenis di Pulau Maluku dan 120 jenis di Kepulauan Sunda Kecil (Noor *et al.*, 2006).

Saat ini hutan mangrove sedang mengalami tekanan yang berat dan mengalami kekurangan luasan di beberapa kawasan pesisir terutama di wilayah yang berbatasan dengan laut lepas, sehingga akan membuat warga yang ada di pesisir menderita bila terjadi air pasang (Zainuri *et al.*, 2017). Menurut Polidoro *et al.*, (2010) enam belas persen (16%) spesies vegetasi mangrove dunia akan mengalami risiko kepunahan. Hal ini disebabkan karena tekanan terhadap mangrove yang tiada hentinya seperti berkembangnya pusat-

pusat kegiatan dan berbagai aktivitas manusia, juga disebabkan oleh beberapa aspek kegiatan: (a) pengembangan permukiman, (b) pembangunan fasilitas rekreasi dan (c) pemanfaatan lahan pasang surut untuk kepentingan budidaya pertambakan (Zainuri *et al.*, 2017). Di Taman Nasional Sembilang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan misalnya, penyebab utama terjadinya degradasi hutan mangrove adalah aktivitas tambak (Suwignyo *et al.*, 2012). Kemudian di Kota Probolinggo disebabkan oleh masuknya bahan padatan sedimen (erosi) dan pencemaran (baik yang bersumber dari industri maupun rumah tangga) (Zainuri *et al.*, 2017). Sementara di Asia Tenggara, rusaknya ekosistem mangrove disebabkan oleh industri akuakultur selama 30 tahun terakhir (Primavera, 2000; Valiela *et al.*, 2001) dan diprediksi mangrove akan hilang dalam 100 tahun ke depan serta bisa menjadi fungsional paling berharga pada abad ke-21 nanti (Duke *et al.*, 2007; Polidoro *et al.*, 2010).

Mengingat banyaknya sumberdaya hayati Indonesia yang masih belum teridentifikasi dan pentingnya ekosistem mangrove bagi kehidupan sekitarnya, maka kajian keanekaragaman hayati mangrove sejati yang tumbuh di Pulau Miangas sangat perlu dilakukan. Hal ini berguna sebagai upaya eksplorasi, pelestarian, pengelolaan dan dasar evaluasi ekosistem mangrove kedepannya, sehingga biodiversitas Indonesia tetap terjaga.

## 2. BAHAN DAN METODE

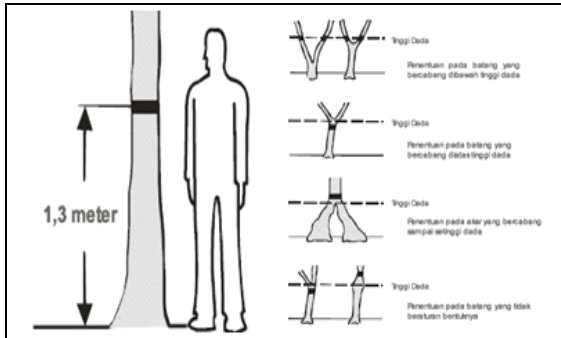
Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2015 di pesisir pantai Pulau Miangas Kabupaten Talaud Provinsi Sulawesi Utara (Gambar 1).

Stasiun 1 berada di bagian Selatan pulau dan Stasiun 2 berada di bagian Timur Pulau. Alat yang digunakan selama penelitian adalah rol meter, buku identifikasi mangrove Noor *et al.*, (2006), data sheet, kamera dan GPS (*Global Positioning System*).

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 contoh (plot) dengan ukuran 10 X 10 m<sup>2</sup> (Bengen, 2004; Nurrahman *et al.*, 2012; Hutasoit *et al.*, 2017). Sementara ketentuan pengukuran lingkaran batang pada setinggi dada dan lingkaran batang pada berbagai jenis batang mangrove MNLH (2004) (Gambar 2). Selanjutnya transek garis yang diambil pada penelitian ini sebanyak 12 transek dengan 34 plot di Stasiun 1 dan 3 plot di Stasiun 2. Kemudian untuk mengetahui keanekaragaman hayati mangrove sejati di Pulau Miangas, maka dilakukan analisis vegetasi mangrove yang mengacu pada English *et al.*, (1994) dan Bengen (2004) untuk memperoleh nilai kerapatan dan Indeks Nilai Penting (INP).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian



Gambar 2. Ketentuan pengukuran lingkaran batang pada setinggi dada dan lingkaran batang pada berbagai jenis batang mangrove (MNLH, 2004)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kondisi Umum Lokasi Penelitian dan Hutan Mangrove di Pulau Miangas

Pulau Miangas merupakan salah satu Pulau-Pulau Kecil Terluar (PPKT) yang dikategorikan sebagai pulau perbatasan dan berfungsi sebagai pos lintas batas (*Border Crossing Agreement/BCA*) antara Indonesia dengan Filipina (Velasco, 2010; Frederik, 2011). Secara geografis, Pulau Miangas berada pada koordinat 5°34'02" Lintang Utara dan 126°34'54" Bujur Timur dengan luas wilayahnya mencapai 6.7 km<sup>2</sup>. Di bagian Utara, Pulau Miangas berbatasan dengan negara Filipina dan di bagian Timur berbatasan dengan Laut Pasifik. Sementara di sebelah Selatan, Pulau Miangas berbatasan dengan Laut Sulawesi dan sebelah Barat berbatasan dengan negara Filipina (BPS Talaud, 2016). Selain itu, Pulau Miangas mempunyai tanda perbatasan yaitu Titik Referensi (TR) dan Titik Dasar (TD) dengan masing-masing nomor yaitu 056 (Rismayati, 2009).

Di Pulau Miangas, hanya terdapat satu kecamatan yaitu Kecamatan Khusus Miangas yang terdiri dari tiga (3) dusun (Dusun 1, 2 dan 3). Luas wilayah Dusun 1 sekitar 2.2 km<sup>2</sup> (32.84%), Dusun 2 sekitar 0.2 km<sup>2</sup>

(2.99%) dan Dusun 3 sekitar 4.2 km<sup>2</sup> (64.18%). Jarak ibukota kecamatan ke dusun-dusun tersebut sekitar 450 m, kemudian jarak ibukota kecamatan ke ibukota kabupaten mencapai 110 mil dan jarak ibukota kecamatan ke ibukota provinsi mencapai 320 mil (BPS Talaud, 2016).

Pada bagian Barat Pulau Miangas, kondisi alamnya berupa dataran rendah dan ada beberapa tempat terdapat gundukan batu karang/kapur serta goa, kemudian didominasi oleh tanaman kelapa dengan hamparan pasir putih di seluruh pantainya. Sementara pada sisi sebelah Timur yang membujur ke Utara hingga Selatan merupakan dataran tinggi dan berbukit dengan ketinggiannya mencapai 30 – 200 m. Di bagian ini, areal pantainya berhubungan langsung dengan lereng bukit, sehingga keadaan pantainya berupa pantai berbatu karang (KKP, 2017).

Hutan mangrove di Pulau Miangas tumbuh dan berkembang di sisi bagian Selatan maupun di bagian Timur pulau, sedangkan di bagian Baratnya hanya ditumbuhi oleh jenis mangrove ikutan. Luas mangrove di bagian Selatan lebih besar bila dibandingkan dengan bagian Timur. Hal ini karena di bagian Selatan terdapat aliran air serta kondisi perairannya sangat tenang (tidak berombak besar, dilindungi oleh pulau kecil).

Spesies *Lumnitzera littorea* merupakan spesies yang mendominasi di habitat mangrove bagian Selatan dan pohonnya sering dimanfaatkan sebagai pohon natal disaat perayaan natal berlangsung (tingginya 1 – 1.5 m dan berdiameter < 4 cm), sedangkan *Xylocarpus moluccensis* merupakan spesies yang mendominasi di habitat mangrove bagian Timur dan buahnya dimanfaatkan sebagai alat peraga

pendidikan untuk proses belajar mengajar berhitung.

Selain itu, pada habitat mangrove di bagian Selatan, spesies *L. littorea* maupun *Bruguiera cylindrica* tumbuh dengan baik pada substrat berlumpur keras dan terdistribusi di sekitar pinggir daratan yang berbatasan dengan permukiman penduduk serta lokasinya jarang terjadi penggenangan air pasang, sedangkan *Rhizophora stylosa* tumbuh dengan baik pada substrat yang berawa dan sering terjadi penggenangan air. Kemudian spesies *X. moluccensis* yang berkembang di bagian Timur pulau, tumbuh dengan baik pada substrat lumpur berpasir dan berbatasan dengan kebun kelapa milik penduduk setempat.

#### Komposisi Jenis Mangrove di Pulau Miangas

Tabel 1 memperlihatkan bahwa di Pulau Miangas teridentifikasi 4 jenis mangrove sejati yakni *L. littorea*, *B. cylindrica*, *R. stylosa* dan *X. moluccensis*. Keempat spesies tersebut tergolong ke dalam 3 famili yaitu Combretaceae, Rhizophoraceae dan Meliaceae. Menurut Noer *et al.*, (2006) *L. littorea* merupakan pohon yang selalu hijau dengan ketinggian pohonnya mencapai 25 m (meskipun pada umumnya lebih rendah) dan ditemukan di daerah tropis Asia, Indonesia, Australia Utara maupun Polinesia, sedangkan *R. stylosa* tinggi pohonnya dapat mencapai 10 m dan penyebarannya ditemukan di Taiwan, Malaysia, Filipina, Indonesia, Papua New Guinea dan Australia tropis. Kemudian Giesen *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pohon *B. cylindrica* memiliki daun kecil, tingginya dapat mencapai 15 m, kulit batangnya

berwarna abu-abu dan memiliki beberapa lentisel kecil, sedangkan *X. moluccensis* tinggi pohonnya bisa mencapai 5 – 20 m, panjang tangkai daunnya 1 – 3 mm dan permukaan batang kulitnya pecah-pecah.

Tabel 1. Komposisi jenis mangrove di Pulau Miangas

No	Jenis 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

#### Kerapatan Jenis Mangrove di Pulau Miangas

Menurut Prianto *et al.*, (2006) kerapatan jenis merupakan jumlah tegakan suatu jenis mangrove dalam suatu unit area dan menggambarkan banyaknya individu yang mendiami atau tumbuh dalam suatu area. Tabel 2 memperlihatkan bahwa kerapatan mangrove sejati di Pulau Miangas yang tertinggi pada Stasiun 1 adalah jenis *L. littorea* (856 ind/ha) dan Stasiun 2 adalah *X. moluccensis* (1233 ind/ha). Menurut IUCN (2017) *L. littorea* merupakan spesies yang tersebar secara luas dan umum, diperkirakan mengalami penurunan sekitar 22% sejak tahun 1980 akibat dari pembangunan pesisir maupun perubahan iklim (pemanasan global) dan terdaftar sebagai "Least Concern" (spesies dengan tingkat risiko rendah). Sementara *X. moluccensis* diperkirakan mengalami penurunan sekitar 21% sejak tahun 1980 akibat dari pembangunan pesisir dan juga terdaftar sebagai "Least Concern".

Tabel 2. Kerapatan mangrove di Pulau Miangas

No	Jenis Mangrove	Stasiun Pengamatan (ind/ha)	
		1	2
1	<i>Lumnitzera littorea</i>	856	-
2	<i>Bruguiera cylindrica</i>	21	-
3	<i>Rhizophora stylosa</i>	26	-
4	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	-	1233
Total		903	1233

### Indeks Nilai Penting Mangrove di Pulau Miangas

Tabel 3 menunjukkan bahwa Indeks Nilai Penting (INP) setiap jenis yang ditemukan di hutan mangrove Pulau Miangas. Untuk INP spesies adalah *L. littorea* adalah 277.25%, *B. cylindrica* 14.79%, *R. stylosa* 7.95% dan *X. moluccensis* 300% dengan INP tertinggi adalah spesies *L. littorea* di Stasiun 1 dan *X. moluccensis* di Stasiun 2. Menurut Prianto *et al.*, (2006) INP bermanfaat untuk mengetahui gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis mangrove dalam suatu kawasan. Selain itu, INP juga merupakan kajian dari kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif yang diakumulasi untuk melihat jenis mangrove dominan di suatu kawasan hutan mangrove (Hutasoit *et al.*, 2017).

Tabel 3. Indeks Nilai Penting (INP) mangrove di Pulau Miangas

No	Jenis Mangrove	Stasiun Pengamatan (%)	
		1	2
1	<i>Lumnitzera littorea</i>	277.25	-
2	<i>Bruguiera cylindrica</i>	14.79	-
3	<i>Rhizophora stylosa</i>	7.95	-
4	<i>Xylocarpus moluccensis</i>	-	300.00

## 4. KESIMPULAN

Keanekaragaman hayati (biodiversitas) di Pulau Miangas terdapat empat jenis mangrove sejati yaitu *Lumnitzera littorea*, *Bruguiera cylindrica*, *Rhizophora stylosa* dan *Xylocarpus moluccensis* yang tersebar di bagian Selatan dan Timur pulau. Kemudian kerapatan mangrove tertinggi adalah *L. littorea* 856 ind/ha di Stasiun 1 dan *X. moluccensis* 1233 ind/ha di Stasiun 2 dengan INP masing-masing adalah 277.25% (*L. littorea*) dan 300.00% (*X. moluccensis*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Bayen S. 2012. Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: A review. *Environment International*. 48:84–101.
- Bengen DG. 2004. *Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Indonesia. 2011. *Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir*. Jakarta, Indonesia.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Talud. 2016. *Miangas Dalam Angka 2016*. Melonguane, Indonesia.
- Chakraborty SK. 2013. Interactions of environmental variables determining the biodiversity of coastal-mangrove ecosystem of West Bengal, India. *The Ecoscan*. 3:251–265.
- Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson SJ, Kubiszewski I, Farber S, Turner RK. 2014. Changes in the global value of ecosystem services.

- Global Environmental Change*. 26:152–158.
- Duke NC, Meynecke JO, Dittmann S, Ellison AM, Anger K, Berger U, Cannicci S, Diele K, Ewel KC, Field CD, Koedam N, Lee SY, Marchand C, Nordhaus I, Dahdouh-Guebas F. 2007. A world without mangroves?. *Science*. 317:41–42.
- English S, Wilkinson C, Baker V. 1994. *Survey Manual For Tropical Marine Resources*. ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources, Australian Institute of Marine Science. Townsville (AUS).
- [FAO] Food And Agriculture Organization. 2010. *Global Forest Resources Assessment 2010: Main Report*. Roma, Itali.
- Frederik WAPG. 2011. Impacts of the implementation of Border Crossing Area Agreement between Indonesia and the Philippines at the border of Miangas Island of North Celebes. *Indonesian Journal of International Law*. 9(1):152–172.
- Giesen W, Wulffraat S, Zieren M, Scholten L. 2006. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia*. Bangkok: RAP Publication.
- Giri C, Long J, Abbas S, Murali RM, Qamer FM, Pengra B, Thau D. 2015. Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia. *Environmental Management*. 148:1–11.
- Hamzah F, Setiawan A. 2010. Akumulasi logam berat Pb, Cu, dan Zn di hutan mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2(2):41–52.
- Hutasoit YH, 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: *Xylocarpus moluccensis**. <http://www.iucnredlist.org/details/178805/0>. Dikunjungi tanggal 27 September 2017. Pukul 07.56 WIB.
- Jupriyati R, Soenardjo N, Suryono CA. 2013. Akumulasi logam berat Timbal (Pb) dan pengaruhnya terhadap histologi akar mangrove *Avicennia marina* (Forssk). Vierh. di perairan Mangunharjo Semarang. *Marine Research*. 3(1):61–68.
- Kathiresan K, Bingham BL. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology*. 40:81–251.
- [Kemenko Perekonomian] Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. 2017. *Peraturan Menteri Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia Selaku Ketua Pengarah Tim Koordinasi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove Nomor 4 Tahun 2017 Tentang Kebijakan, Strategi, Program dan Indikator Kinerja Pengelolaan Ekosistem Mangrove Nasional*. Jakarta, Indonesia.
- Keong CY. 2015. Sustainable resource management and ecological conservation of mega-biodiversity: The Southeast Asian big-3 reality. *International Journal of Environmental Science and Development*. 6(11):876–882
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. *Direktori Pulau-Pulau Kecil Indonesia: Miangas*. [www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-](http://www.ppk-kp3k.kkp.go.id/direktori-)



- [pulau/index.php/public\\_c/pulau\\_info/306](http://pulau/index.php/public_c/pulau_info/306). Dikunjungi tanggal 24 September 2017. Pukul 21.31 WIB.
- [KPPN] Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. 2016. *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan 2015-2020*. Jakarta, Indonesia.
- Lewis M, Pryor R, Wilking L. 2011. Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A review. *Environmental Pollution*. 159:2328–2346.
- [MFF] Mangroves for the Future Indonesia. 2012. *National Strategy and Action Plan: Indonesia 2012 – 2015*. Jakarta, Indonesia.
- [MNLH] Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*. Jakarta, Indonesia.
- Noor YR, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (ID):PHKA/WI-IP.
- Nurrahman YA, Djunaedi OS, Rostika R. 2012. Struktur dan komposisi vegetasi mangrove di pesisir Kecamatan Sungai Raya Kepulauan Bengkayang Kalimantan Barat. *Perikanan Kelautan*. 3(1):99–107.
- Osland M, Feher LC, Griffith KT, Cavanaugh KC, Enwright NM, Day RH, Stagg CL, Krauss KW, Howard RJ, Grace JB, Rogers K. 2017. Climatic controls on the global distribution, abundance, and species richness of mangrove forests. *Ecological Monographs*. 87(2):341–359.
- Polidoro BA, Carpenter KE, Collins L, Duke NC, Ellison AM, Ellison JC, Farnsworth EJ, Fernando ES, Kathiresan K, Koedam NE, Livingstone SR, Miyagi T, Moore GE, Nam VN, Ong JE, Primavera JH, Salmo SG, Sanciangco JC, Sukardjo S, Wang Y, Yong JWH. 2010. The loss of species: Mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *Plos One*. 5(4):1–10.
- Prianto E, Jhonnerie R, Firdaus R, Hidayat T, Miswadi. 2006. Keanekaragaman hayati dan struktur ekologi mangrove dewasa di kawasan pesisir Kota Dumai Provinsi Riau. *Biodiversitas*. 7(4):327–332.
- Primavera JH. 2000. Development and conservation of Philippine mangroves: institutional issues. *Ecological Economics*. 35:91–106.
- Rhee S, Kitchener D, Brown T, Dilts R, Tighe S. 2004. *Report on Biodiversity and Tropical Forests in Indonesia*. Jakarta, Indonesia.
- Rismayati ID. 2009. Pulau Miangas: Perlukah kekhawatiran itu?. *Opini Juris*. 1:12–15.
- Saenger P, Hegerl EJ, Davie JDS. 1983. *Global Status of Mangrove Ecosystems*. IUCN Commission on Ecology Papers No. 3. Gland, Switzerland. 88 p.
- Sandilyan S, Kathiresan K. 2012. Mangrove conservation: a global perspective. *Biodiversity and Conservation*. 21:3523–3542.
- Suwignyo RA, Ulqodry TZ, Sarno, Miyakawa H, Tatang. 2012. Mangrove plant condition in the greenbelt area of Banyuasin Peninsula, Sembilang National Park, South Sumatra, Indonesia and its restoration plan. *Natural Sciences*. 11(1):123–134.



- Tripathi R, Shula AK, Shahid M, Nayak D, Puree C, Mohanty S, Raja R, Lal B, Gautam P, Bhattacharyya B, Panda BB, Kumar A, Jambhulkar NN, Nayak AK. 2016. Soil quality in mangrove ecosystem deteriorates due to rice cultivation. *Ecological Engineering*. 90:163–169.
- Valiela I, Bowen JL, York JK. 2001. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*. 51(10):897–815.
- Vane CH, Harrison I, Kim AW, Moss-Hayes V, Vickers BP, Hong K. 2009. Organic and metal contamination in surface mangrove sediments of South China. *Marine Pollution Bulletin*. 58:134–144.
- Velasco D. 2010. Navigating the Indonesian-Philippine border: The challenges of life in the borderzone. *Kasarinlan: Philippine Journal of Third World Studies*. 25(1-2):95–118.
- Zainuri AM, Takwanto A, Syarifuddin A. 2017. Konservasi ekologi hutan mangrove di Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo. *Dedikasi*. 14:1–7.

