

"PENGELOLAAN SUMBERDAYA LAUT BERKELANJUTAN"

PROGRAM KOMPETISI KAMPUS MERDEKA

TIM EDITOR :
STENLY WULLUR
NOLDY GUSTAF MAMANGKEY
ENDRI SHELOVITA MANEMBU
ANTONIUS RUMENGAN
WEIBE WAROUW

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS SAM RATULANGI



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA

UNSRAT PRESS
2021

PROGRAM KOMPETISI KAMPUS MERDEKA
PRODI ILMU KELAUTAN
FPIK - UNSRAT
2021

CHAPTER 2

KEANEKARAGAMAN DAN KONSERVASI MANGROVE DI INDONESIA

(Mangrove Diversity And Conservation In Indonesia)

Rignolda Djamaluddin^{1,2)*}, Brama Djabar¹⁾, Zulkifli Otoluwa²⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,

Universitas Sam Ratulangi,

²⁾ Perkumpulan KELOLA

*rignolda@unsrat.ac.id

Abstract

Indonesia has a high diversity of mangroves in the Indo-Pacific West biogeographical region. Ironically, the rate of mangrove deforestation is very fast, even the fastest in the world. The policy of converting mangrove land to ponds has contributed significantly to the rapid rate of deforestation. The degradation of mangrove ecosystems has an impact on the diversity of mangrove species. Meanwhile, various information related to mangrove diversity is still very weak, partly because most of the scope of research is very partial and research methods that still need to be developed such as molecular approaches in taxonomy as well as studies of pollen and spores in sediments. Conservation efforts to preserve the ecological and economic functions of the mangrove ecosystem must also be developed. The Government's program to rehabilitate critical mangrove ecosystems is appropriate, but must be implemented with correct procedures and integrated and clear program management. It is time for conservation efforts through the use of mangroves for eco-tourism and the development of products made from mangroves to be developed. This paper discusses two topics, namely the diversity of mangrove species and alternative conservation efforts based on literature studies including the results of research and the author's experience.

Keywords: *Indonesia, mangrove, biogeography, diversity, conservation*

Abstrak

Indonesia memiliki keanekaragaman mangrove yang tinggi di wilayah biogeografi Indo-Pasifik West. Ironisnya, laju deforestasi mangrove berlangsung sangat cepat, bahkan tercepat di dunia. Kebijakan konversi lahan mangrove untuk peruntukan tambak berkontribusi signifikan terhadap laju deforestasi yang cepat. Degradasi ekosistem mangrove berdampak terhadap keanekaragaman spesies mangrove. Sementara itu, berbagai informasi terkait keanekaragaman mangrove masih sangat lemah antara lain karena lingkup riset yang sangat parsial dan metode riset yang

masih perlu dikembangkan seperti pendekatan molecular dalam taksonomi maupun kajian-kajian pollen dan spora dalam sedimen. Upaya konservasi untuk melestarikan fungsi ekologis dan ekonomis ekosistem mangrove juga harus dikembangkan. Program Pemerintah untuk merehabilitasi ekosistem mangrove yang kritis sudah tepat, tetapi harus dilaksanakan dengan prosedur yang benar dan tata-laksana program yang terintegrasi dan jelas. Upaya konservasi melalui pemanfaatan mangrove untuk eko-wisata dan pengembangan produk berbahan baku mangrove sudah saatnya dikembangkan. Paper ini membahas dua topik yaitu keanekaragaman spesies mangrove dan upaya alternatif konservasi berdasarkan studi pustaka termasuk hasil riset dan pengalaman penulis.

Kata kunci: Indonesia, mangrove, biogeografi, keanekaragaman, konservasi

PENDAHULUAN

Asal kata mangrove mungkin saja berkaitan dengan dengan suku kata “mangle” pada *Rhizophora mangle* (sebuah spesies mangrove yang umum di wilayah tropis dan sub-tropis Amerika dan Pantai Atlantik Afrika), bisa juga berkaitan dengan kata Melayu tua “mangin” atau “manggi-manggi”, atau dari Bahasa Nasional Senegal mangue. Saat ini, kata mangrove telah berlaku umum dan diadopsi ke dalam Bahasa Indonesia. Secara terminologi, kata mangrove dapat diartikan pertama sebagai kelompok tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki kemampuan hidup atau toleransi terhadap kadar garam (juga dikenal dengan istilah tumbuhan halofitik), kedua sebagai komunitas tumbuhan yang menempati habitat yang dipengaruhi pasang-surut air laut (intertidal). Dengan demikian, mangrove sebagai tumbuhan dan komunitas tumbuhan dapat dibedakan dengan tumbuhan pantai atau tumbuhan lain yang berasosiasi dengan mangrove dilihat dari aspek biologi maupun habitat tumbuh.

Kemampuan tumbuh mangrove di lingkungan bergaram terjadi karena tumbuhan ini telah beradaptasi secara molekular, anatomi, morfologi, dan

fisiologi. Secara keseluruhan, tumbuhan ini ditemukan dalam bentuk pohon, semak, paku-pakuan, dan palma.

Sebaran mangrove secara global dibatasi oleh kondisi temperatur atmosfer kurang dari 23 °C. Garis lintang 30° sebelah Utara dan Selatan bumi merupakan wilayah utama tumbuh mangrove, meskipun tumbuhan ini di kebanyakan pulau Pasifik tidak ditemukan (Spalding, Blasco & Field, 1997). Ditinjau dari aspek biogeografi, ada hal menarik terkait sebaran mangrove dimana terdapat perbedaan signifikan antara jumlah spesies yang berada di belahan bumi bagian Timur mencakup Afrika Timur, India, Asia Tenggara, Australia dan Pasifik Barat dengan jumlah spesies paling sedikit 46 spesies, dibandingkan belahan bumi bagian Barat meliputi Afrika Barat, Amerika Selatan, Atlantik, Karibia, Florida, Amerika Tengah, Pasifik Utara dan Amerika Selatan dengan jumlah spesies hanya 8 spesies (Tomlinson, 1986).

Spesies mangrove di Indonesia dapat dikelompokkan dalam dua wilayah biogeografi belahan bumi bagian Timur, yakni Indo-Malesia dan Asia, Australasia dan Pasifik Barat (Duke, 1992). Jumlah spesies mangrove di Indonesia diperkirakan sekurang-kurangnya ada 48 spesies (Giesen dkk. 2006). Catatan lain melaporkan sebanyak 56 spesies mangrove di Indonesia termasuk hibrida putatif (Djamaluddin, 2004). Dengan jumlah spesies tersebut menjadikan Indonesia sebagai Negara yang mengoleksi spesies mangrove terbanyak di Asia Tenggara.

Mangrove memiliki peran ekologis dan ekonomis penting. Keberadaannya mendukung produktivitas ekosistem pantai sekitar (Nagelkerken, Grol & Mumby, 2012; Bosire, Okemwa & Ochiwo, 2012), menyediakan habitat dan tempat pemijahan berbagai jenis ikan dan organisme lainnya (Huxham, Kimani & Augley, 2004; Mohamed, Regal & Ibrahim, 2014), melindungi pantai dari aksi gelombang, abrasi, dan propagasi gelombang tsunami (Patel dkk. 2014). Bagian tumbuhan mangrove dimanfaatkan untuk berbagai

tujuan antara lain sebagai bahan makanan, kayu bakar dan (Ellison, 2008; Dahdouh-Guebas dkk. 2006, Chow, 2018), perangkap ikan dan pewarna jaring (Djamaluddin, 2004; Djamaluddin, Kaumbo & Djabar, 2019), dan untuk obat-obatan herbal (Liebezeit & Rau. 2006; Sathe, Lavate & Patil, 2014; Kusmana, 2017; Ratnasari & Dirhamsyah, 2017). Bahkan di Malaysia, hutan mangrove dieksploitasi untuk tujuan industri arang. Oleh karena ekosistem mangrove memiliki kemampuan memerangkap karbon, perannya menjadi sangat efektif untuk mitigasi perubahan iklim (Murdiyarso dkk. 2015; Cameron dkk. 2018; Taillardat, Friess & Lupascu, 2018; Sasmito dkk. 2020).

Meskipun manfaat ekosistem mangrove sangat penting, kenyataannya ekosistem ini mengalami degradasi. Pada tingkat global laju kecepatan deforestasi mencapai 1% per tahun ((FAO, 2007; Spalding, Kainuma & Collins, 2010), dan diperkirakan mangrove dunia telah berkurang 30% hingga akhir abad 20 (Valiela, Bowen & York, 2001). Hingga saat ini, laju kecepatan deforestasi mangrove tercepat di dunia terjadi di wilayah Asia Tenggara (Friess dkk. 2019). Hal memprihatinkan bahwa laju deforestasi mangrove di Indonesia berlangsung tercepat di dunia (FAO, 2007; Campbell & Brown, 2015). Dilaporkan bahwa laju deforestasi mangrove di Negara ini mencapai 0,05 juta Ha per tahun (Margono dkk. 2014; Kementerian Kehutanan Republik Indonesia, 2014). Konversi kawasan mangrove menjadi tambak lewat program INTAM (Intensifikasi Tambak) pada tahun 1984 di 12 Provinsi berkontribusi sangat penting terjadinya deforestasi mangrove. Laju deforestasi terus berlanjut dimana hanya selang periode 1997 – 2005 luasan konversi mencapai 0,65 juta Ha (Murdiyarso dkk. 2015).

Ada dua isu penting terkait sumber daya mangrove di Indonesia yang perlu mendapat perhatian serius, yakni: status keanekaragaman (mangrove flora) dan konservasi. Laju deforestasi yang terjadi di Indonesia dapat dipastikan

berdampak dan tidak bisa dilepaskan dari kedua isu tersebut, dan dalam konteks yang luas kedua isu tersebut menjadi penting jika dikaitkan dengan upaya pengelolaan mangrove secara berkelanjutan. Dalam artikel review ini, kedua isu tersebut dibahas secara mendalam berdasarkan kajian literatur, hasil riset dan pengalaman penulis.

PEMBAHASAN

a. Kenanekaragaman

Pusat keanekaragaman mangrove dunia terbagi atas kelompok Timur yang meliputi Indo-Pasifik hingga Afrika Timur dan kelompok Barat meliputi Afrika dan pantai Amerika bagian Atlantik, Karibia, Gurun Mesiko, dan di Amerika khususnya Pantai Barat Pasifik (Tomlinson, 1986). Penamaan lain pusat keanekaragaman mangrove dunia yaitu Barat Indo-Pasifik (Indo Pasifik West) atau disingkat IWP untuk kelompok Timur dan Pasifik Timur Atlantik (Atlantic East Pacific) atau disingkat AEP untuk kelompok Barat (Duke, 1992). Jika dibandingkan jumlah spesies antara kedua wilayah tersebut, IWP memiliki jumlah spesies empat kali lebih banyak dibandingkan AEP. Mangrove di Indonesia termasuk di wilayah IWP dan lebih khusus gabungan antara Indo-Malesia dan Asia (Sumatera, Jawa, Kalimantan dan Sulawesi) dan Australasia dan Pasifik Bagian Barat (Nusa Tenggara, Maluku dan Papua) (Duke, 1992).

Kebanyakan propagule mangrove mengapung di air sehingga peran air laut sebagai media distribusi menjadi sangat penting. Arah distribusi propagule sangat ditentukan oleh arus laut dan daratan penghalang. Sementara itu, jarak tempuh distribusi propagule tergantung pada berapa lama propagule mengapung dan tetap dalam keadaan aktif/hidup. Kenyataannya, lama apung dan hidup propagule berbeda-beda pada spesies mangrove.

Karakteristik cakupan distribusi mangrove juga berkaitan dengan keberhasilan establisment, laju perkembangan pertumbuhan, batas toleransi, dan respon tumbuh yang berbeda-beda dan unik pada spesies mangrove (Duke, Ball & Ellison, 1998). Dalam hal perubahan genetik populasi, faktor perubahan dan pengalihan aliran gen antar populasi berperan penting. Sehubungan dengan itu, hambatan aliran gen antar populasi dapat terjadi karena faktor perubahan tinggi muka laut, tertutupnya jalur aliran air laut, dan perubahan pola arus. Belakangan, faktor antropogenik seperti over-eksploitasi, polusi, perubahan pemanfaatan lahan dan hidrologi mempengaruhi distribusi mangrove (Saenger dkk. 2019).

Indonesia memiliki jumlah spesies mangrove terbanyak dibandingkan negara-negara lain di wilayah IWP dengan 50 spesies. Beberapa species dengan sebaran terbatas di wilayah ini seperti *Aegialitis annulata*, *Aegiceras floridum*, *Aglaia cucullata*, *Bruguiera exaristata*, *Camptostemon philippinense*, *Camptostemon schultzei*, *Ceriops australis*, *Ceriops pseudodecandra*, *Osbornia octodonta*, *Phoenix paludosa* ditemukan di Indonesia. Di wilayah Indonesia terdapat satu wilayah yang unik dimana keanekaragaman spesies mangrove dapat mencapai tingkat tertinggi yaitu di pantai Timur Kalimantan dan pantai Timur Sulawesi yang dipisahkan oleh Selat Makasar. Jumlah spesies di wilayah ini diperkirakan lebih dari 48 spesies (Saenger dkk. 2019). Beberapa studi melaporkan keberadaan spesies mangrove di wilayah unik ini, tetapi tidak ditemukan adanya studi komprehensif yang dilakukan dengan tujuan khusus mengungkap keseluruhan mangrove spesies di wilayah tersebut.

Spesies mangrove yang umum ditemukan atau bisa dikatakan penyusun utama komunitas mangrove di Indonesia yakni: *Rhizophora* spp., *Bruguiera* spp., *Ceriops* spp., *Sonneratia* spp., *Lumnitzera* spp., *Kandelia candel* dan *Nypa fruticans*. Sedangkan spesies mangrove minor yang penting termasuk *Excoecaria agallocha*., *Aegialitis* sp., *Achrostichum* sp., *Schyphiphora* sp.,

Phempis sp., *Osbornia* sp., *Pelliciera* sp., dan *Camptostemon* sp. (Kusmana, 2010). Publikasi tentang distribusi spesies mangrove di Indonesia secara lengkap sangat terbatas. Salah satu sumber informasi yang membandingkan kehadiran mangrove spesies di beberapa pulau utama di Indonesia dipublikasikan oleh Kusmana (2014). Beberapa catatan penting terkait informasi tersebut bahwa: 1) *Aegiceras floridum* tidak ditemukan di Jawa, Sumatera dan Kalimantan, 2) *Avicennia lanata* hanya ditemukan di Kalimantan dan Sulawesi, 3) *Bruguiera sexangula* tidak ditemukan di Kalimantan, 4) *Kandelia candel* hanya ditemukan di Sumatera dan Kalimantan, 5) *Phempis acidula* dan *Xylocarpus rumphii* tidak ditemukan di Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Seperti yang sudah diuraikan sebelumnya bahwa spesies mangrove di Indonesia merupakan perpaduan dua wilayah sub-biogeografi Indo-Malay dan Asia (Jawa, Sumatera dan Kalimantan) dan Australasia dan Pacific Barat (Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, dan Papua). Dengan demikian, maka dapat dikatakan bahwa *A. floridum* merupakan spesies Australasia atau Pasifik Barat, sedangkan *K. candel* merupakan spesies Indo-Malay atau Asia. Catatan lain juga perlu ditambahkan untuk *P. acidula* yang dilaporkan hadir di Sulawesi (Djamaluddin, Kaumbo & Djabar, 2019).

Batas sebaran biogeografi spesies mangrove di Indonesia dapat berlaku sangat spesifik. Suatu spesies yang dilaporkan hadir di Sulawesi sebagai contoh, bisa saja hanya ditemukan di suatu tempat tertentu di Pulau tersebut. Sebagai contoh, *C. philippinense* sebarannya hanya di sepanjang pesisir pantai sebelah Barat Sulawesi hingga sebuah pulau kecil Mantehage di Sulawesi Utara (Djamaluddin, 2018a). Contoh lain, *O. octodonta* dan *A. floridum* sebaran mereka hanya terbatas di wilayah pantai timur Sulawesi yang berhadapan dengan Laut Maluku (Djamaluddin, Kaumbo & Djabar, 2019). Contoh-contoh tersebut menggambarkan bagaimana keberagaman spesies dapat berlaku di berbagai tempat di Indonesia disebabkan karena

perbedaan kondisi oseanografi yang mempengaruhi jarak dan arah persebaran propagule mangrove. Oleh karena karakteristik propagule mangrove dapat berbeda antar spesies mangrove seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka kondisi seperti yang dicontohkan dapat pula berlaku untuk spesies lainnya di berbagai wilayah di Indonesia.

Hingga saat ini berbagai publikasi terbatas melaporkan laju deforestasi mangrove dan faktor-faktor penyebabnya. Belum dijumpai suatu publikasi yang mendalam terkait dengan perubahan keanekaragaman spesies mangrove disebabkan karena adanya degradasi terutama berkaitan dengan faktor antropogenik dan faktor alami yang ekstrim seperti gelombang tsunami dan sedimentasi. Laju deforestasi mangrove yang sangat cepat di Indonesia dapat dipastikan akan berdampak terhadap keanekaragaman spesies mangrove. Bagi spesies-spesies tertentu yang mendiami suatu habitat yang spesifik, sempit dan terisolasi, gangguan pada habitat dan eksploitasi langsung dapat menyebabkan hilangnya spesies tersebut. Sebagai tambahan, pengungkapan perubahan kehadiran spesies di masa lampau dapat dilakukan melalui identifikasi pollen dan spora dalam sedimen mangrove (Joo-Chang, Islebe & Torrescano-Valle, 2015; Mao, Zhang & Bi, 2006).

Catatan lain yang penting bahwa banyak studi terkait mangrove di Indonesia tidak menggunakan prosedur taksonomi yang tepat sehingga informasi tentang keberadaan spesies mangrove di suatu tempat bisa keliru. Penggunaan metode taksonomi berdasarkan ciri morfologi dapat mudah dilakukan pada suatu spesies tertentu tetapi tidak untuk spesies lainnya. Sebagai contoh, banyak studi melaporkan spesies dalam marga *Rhizophora* (*R. apiculata*, *R. mucronata* dan *Rhizophora stylosa*). Secara morfologi, *R. apiculata* mudah dibedakan dari dua spesies yang lain, tetapi sangat sulit membedakan antara *R. mucronata* dan *Rhizophora stylosa* berdasarkan karakteristik morfologi mereka. Apalagi dalam marga tersebut terdapat hibridisasi alami. Pada mangrove hibridisasi alami selain dalam marga

Rhizophora dapat terjadi dalam marga *Sonneratia*, *Bruguiera*, *Lumnitzera*, *Avicennia*, *Ceriops* (Ragavani dkk. 2017). Pendekatan molekular dapat menjawab kendala terkait kepastian taksonomi mangrove dan aliran gen antar spesies.

b. Konservasi

Dalam tulisan ini konservasi dimaknai sebagai upaya melestarikan keberadaan dan fungsi ekologis dan ekonomi mangrove. Upaya ini dapat dilakukan dalam berbagai bentuk dan skala kegiatan. Sangat disayangkan bahwa fakta yang banyak terjadi bahwa melindungi dan melestarikan mangrove masih sebatas slogan dan kampanye saja.

Ada pemahaman yang keliru sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan ekosistem mangrove di Indonesia. Pemahaman pertama bahwa semua ekosistem mangrove dapat dikonversi dan dijadikan tambak ikan maupun udang. Pemahaman kedua bahwa rehabilitasi lahan mangrove yang telah mengalami kerusakan dapat dengan mudah dilakukan dengan penanaman kembali secara artifisial. Sifat seperti ekosistem mangrove yang kebanyakan tidak stabil secara fisik, kondisi ekosistem mangrove yang berbeda secara spasial, dan tingkat kendala dan biaya yang besar untuk upaya rehabilitasi sering diabaikan (Djamaluddin, 2018b). Tentu saja, keberhasilan upaya konservasi tergantung pada banyak faktor yang satu dengan lainnya saling terkait.

Mangrove di Indonesia telah lama dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, baik pada skala industri maupun pemanfaatan oleh masyarakat yang tinggal di sekitar hutan mangrove (Djamaluddin, 2004). “Revolusi biru” untuk ekspansi pertambakan telah menyebabkan perombakan mangrove seluas 123.000 Ha di 14 provinsi secara legal selang periode 1982 – 2002 dan diikuti oleh perombakan-perombakan dalam skema yang lain (Sukardjo, 2006). Sebelumnya telah ada kebijakan jalur hijau (SK Dirjen Perikanan Nomor

H.I/4/2/18/1975) yang mengatur areal selebar 400 meter untuk dipertahankan. Pada tahun 1984 dikeluarkan himbauan untuk pelestarian jalur hijau selebar 200 m, pelarangan penebangan mangrove di Jawa dan pulau berukuran kurang dari 1000 Ha melalui Surat Keputusan Bersama Menteri Pertanian dan Menteri Kehutanan (KB 550/246/KPTS/1984 dan Nomor 082/KPTS-II/1984). Selanjutnya dibuat peraturan tentang Hutan Lindung (Keputusan Presiden Nomor 32 Tahun 1990) termasuk di dalamnya jalur mangrove pantai minimal 130 m dikali rata-rata pasang yang diukur ke darat dari titik surut terendah. Pada tahun 2004, untuk pertama kalinya Indonesia melalui Kelompok Kerja Mangrove Nasional membuat Strategi Nasional Pengelolaan Mangrove. Ternyata memerlukan waktu sekitar delapan tahun untuk kemudian Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove ditetapkan melalui Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2012.

Saat ini, luasan total hutan mangrove di Indonesia menurut data Direktorat Konservasi Tanah dan Air Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yakni 3,31 juta Ha dengan sebaran untuk Papua (1.497.724 Ha), Sumatera (666.439 Ha), Kalimantan (735.887 Ha), Maluku (221.560 Ha), Sulawesi (118.891 Ha), Jawa (35.911 Ha), dan Bali Nusa Tenggara (34.835 Ha). Dari total luasan mangrove tersebut, sebesar 637.624, 31 Ha dalam keadaan kritis (kerapatan tajuk kurang dari 50%) dan sebesar 2.673.583,14 Ha dalam keadaan tidak kritis (kerapatan tajuk lebih dari 50%) (Rahmanto, 2020). Berdasarkan data-data tersebut, Pemerintah sebagaimana disampaikan dalam Siaran Pers No.SP-141/HUM/ROKOM/SET.MARVES/III/2021 Kementerian Koordinator Maritim dan Investasi telah mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 120 tahun 2021 untuk melaksanakan program rehabilitasi mangrove di sembilan provinsi. Target luasan rehabilitasi tahun 2021 yakni 150.000 Ha (Kementerian Koordinator Maritim dan Investasi, 2021).

Upaya rehabilitasi lahan-lahan mangrove yang kritis dapat dipandang tepat untuk kondisi mangrove saat ini. Tetapi, pengalaman menunjukkan bahwa banyak program rehabilitasi mangrove yang gagal. Kegagalan terjadi karena berbagai faktor antara lain: pendekatan program bersifat coba-coba, tanpa kerangka kerja yang jelas, kurangnya informasi ekologis, dan lemahnya pelibatan masyarakat (Aksornkoe, 1996; Al-khayat & Jones, 1999; Bandaranayake, 1998; Djamaluddin, 2020), kesalahan pemahaman bahwa mangrove dapat direhabilitasi dengan mudah dengan penanaman terutama benih marga *Rhizophora* (Brown dkk., 2014), dan faktor teknis dan pengalaman serta lemahnya koordinasi dan ketidakjelasan tata-ruang (Wibisono & Suryadiputra, 2006).

Secara umum ada empat metode rehabilitasi dan restorasi mangrove, yakni: menggabungkan mangrove ke dalam struktur pertahanan pantai, penanaman mono-kultur, restorasi ekologi, dan disain ekosistem mangrove sesuai kebutuhan masyarakat dan layanan ekologisnya (Ellison, Felsen & Friess, 2020). Dalam praktek, penanaman mono-kultur paling banyak dilakukan (Portilo dkk. 2017) meskipun kekurangan mendasar pada metode ini yakni berkaitan dengan aspek keanekaragaman spesies (Barnuevo dkk. 2017). Berkembang belakangan yaitu metode regenerasi alami melalui restorasi hidrologi (Lewis, 2005; Brown & Djamaluddin, 2017; Djamaluddin, Brown & Lewis, 2019). Pada prinsipnya, penanaman artifisial dapat diaplikasi untuk mengembalikan lahan mangrove yang hilang atau mengalami kerusakan (Thivakaran, 2017) dengan kondisi tertentu seperti kurang atau tidak adanya propagule alami, pengayaan spesies, dan eksploitasi produk kayu sebagaimana direkomendasikan Nairobi Convention/USAID/WIOMSA.

Penanaman artifisial dengan beragam metode dan informasi sukses dan kegagalannya sudah banyak dibahas dalam berbagai literatur. Pembahasan selanjutnya difokuskan pada sebuah contoh keberhasilan restorasi hidrologi

yang dilakukan pada lahan mangrove bekas tambak di Desa Tiwoho Sulawesi Utara (Brown & Djameluddin, 2017; Djameluddin, Brown & Lewis, 2019). Meskipun telah dilakukan berbagai upaya penanaman artifisial, lahan bekas tambak di tempai ini tetap terbuka. Restorasi hidrologi dilakukan bersama masyarakat dengan cara membuka akses air laut yang terhalang oleh kehadiran pematang, penutupan saluran utama yang sebelumnya digunakan untuk memasukkan air laut ke lokasi tambak, dan penghancuran gundukan-gundukan tanah yang menghalangi akses dan perendaman oleh air laut. Hasilnya, dalam kurun waktu 12 tahun pasca restorasi hidrologi dilakukan hampir keseluruhan lahan telah ditutupi oleh vegetasi mangrove, dan komposisi spesies mangrove alami yang berhasil tumbuh memiliki kemiripan dengan spesies mangrove yang ada di sekitar lokasi restorasi. Metode restorasi hidrologi yang dikembangkan sangat sederhana dan lebih murah dibandingkan metode konvensional lainnya.

Upaya konservasi mangrove dapat pula dilakukan dengan mengubah cara memanfaatkan mangrove dari konversi lahan untuk peruntukan lain menjadi pemanfaatan jasa lingkungan mangrove atau dengan pemanfaatan langsung bagian tumbuhan mangrove spesies tertentu dengan cara yang tidak merusak atau dengan memanfaatkan layanan tumbuhan mangrove secara tidak langsung. Saat ini eko-wisata mangrove menjadi tren di berbagai tempat seperti Hutan Mangrove Anyar di Surabaya, Eko-wisata Mangrove Mengkapan, Wisata Hutan Mangrove Kota Langsa, Wisata Mangrove Trans Patoa Sulawesi Utara, dll. Bahan makanan berbahan baku mangrove juga sudah dijumpai di pasaran seperti sirup buah mangrove *Sonneratia caseolaris*, gula, cuka dan alkohol dari sadapan nirah *N. frutican*. Pohon mangrove *S. alba*, *S. caseolaris* dan *N. fruticans* memiliki cairan madu dan bee pollen sehingga madu dan beberapa produk turunan seperti bee pollen, royal jelly, bee wax, dan propolis dapat dihasilkan (Djameluddin, 2018b).

KESIMPULAN

Indonesia memiliki keanekaragaman mangrove terbanyak di wilayah biogeografi IWP yang merupakan gabungan sub-biogeografi Indo-Malay dan Asia dan Australasia dan Pasifik Barat dengan jumlah spesies mangrove (true mangrove species) bisa melebihi 48 spesies. Beberapa spesies tertentu berada dalam batas sebaran biogeografi yang spesifik di suatu tempat. Berkaitan dengan laju deforestasi yang cepat, hal tersebut dapat menyebabkan menurunnya keanekaragaman spesies mangrove di Indonesia. Agar informasi keanekaragaman mangrove lebih lengkap dan valid maka metode taksonomi untuk identifikasi spesies mangrove tertentu yang sulit dibedakan secara morfologi dapat dikembangkan dengan metode molekular. Demikian halnya dengan pengungkapan perubahan spesies yang terjadi dapat dilakukan dengan kajian-kajian pollen dan spora dalam sedimen mangrove. Dalam hal konservasi, lahan-lahan mangrove yang berada dalam kondisi kritis saat ini perlu direhabilitasi. Program rehabilitasi dapat dilakukan dengan cara penanaman artifisial untuk mengembalikan ekosistem mangrove yang telah hilang dan rusak, dan tentu saja dilakukan dengan tata-kelola yang terintegrasi, informasi ekologi yang cukup, koordinasi dan tata ruang yang jelas, dan ditopang kemampuan teknis dan pengalaman yang memadai. Metode restorasi hidrologi dapat diaplikasi untuk memfasilitasi regenerasi alami dan dapat menjadi alternatif metode ketika hidrologi lahan telah mengalami perubahan signifikan sehingga penanaman artifisial sulit berhasil. Sudah saatnya untuk mengembangkan upaya konservasi dengan memanfaatkan jasa lingkungan mangrove dalam bentuk eko-wisata dan juga pemanfaatan mangrove untuk produk-produk makanan, madu dan berbagai produk turunannya.

Ucapan terima kasih

Kami menyampaikan terima kasih kepada Panitia Program Kompetisi Kampus Medeka Program Studi Ilmu Kelautan Unsrat yang telah memberi kesempatan untuk penulisan paper ini. Terima kasih juga disampaikan kepada berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak berkontribusi dalam penyediaan informasi dan penulisan paper ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksornkoae, S 1996, *Reforestation of mangrove forests in Thailand: a case study of Pattani province*. In C.D. Field (Ed.). Restoration of mangrove ecosystems; published by the International Society of Mangrove Ecosystems (ISME), Okinawa, Japan. pp. 52-63
- Al-Khayat, JA & Jones D.A. 1999. 'A comparison of the macrofauna of natural and replanted mangroves in Qatar', *Estuarine, Coastal Shelf Science*, vol.49, pp. 55-63.
- Bandaranayake, MM 1998, 'Traditional and medical uses of mangrove', *Mangroves and Salt Marshes*, vol. 2, no. 3, pp. 133-148.
- Barnuevo, A, Asaeda T, Sanjaya K, Kanosaka Y & Fortes M 2017, 'Drawbacks of mangrove rehabilitation schemes: Lessons learned from the large-scale mangrove plantations', *Estuarine Coastal and Shelf Science*. DOI: 10.1016/j.ecss.2017.02.015
- Bosire, J.O, Okemwa G & Ochiwo J 2012. *Mangrove linkages to coral reef and seagrass ecosystem services in Mombasa and Takaungu, Kenya*. Ecosystem Service for Poverty Alleviation (ESPA)
- Brown, B & Djamaluddin, R 2017. *A site history and field guide for ecological mangrove rehabilitation in Tiwoho Village, Bunaken National Marine Park, North Sulawesi, Indonesia*, CIFOR.
- Brown, B, Fadillah, R, Nurdin, Y, Soulsby, I & Ahmad R 2014, 'Case study: 12 community based ecological mangrove rehabilitation (CBEMR) in Indonesia'. S.A.P.I.EN.S [Online], <http://sapiens.revues.org/1589>
- Cameron, C, Hutley, L, Friess, DA & Brown, B 2019, 'Community structure dynamics and carbon stock change of rehabilitated mangrove forests in Sulawesi, Indonesia'. *Ecological applications*, vol 29, no 1, p.e01810
- Campbell, A & Brown, B 2015, Indonesia's vast mangroves are a treasure worth saving. The conversation. <http://theconversation.com/indonesias-vast-mangroves-are-a-treasure-orth-saving-39367>.
- Chow, J 2018, 'Determinants of household fuelwood collection from mangrove plantations in coastal Bangladesh', *For. Policy Econ.*, vol. 96, pp. 83-92. doi: 10.1016/j.forpol.2018.08.007
- Dahdouh-Guebas, F, Collin, S, Lo Seen, D, Rönnbäck, P, Depommier, D, Ravishankar, T & Koedam, N 2006, 'Analysing ethnobotanical and fishery-related importance of mangroves of the East-Godavari Delta (Andhra Pradesh, India) for conservation and management purposes', *J Ethnobiol Ethnomed*, vol. 2, no. 24, doi: 10.1186/1746-4269-2-24. PMID: 16681845; PMCID: PMC1475843

- Djamaluddin, R 2004, 'The dynamics of mangrove forest in relation to dieback and human use in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia'. Doctoral thesis in the University of Queensland, Australia
- Djamaluddin, R 2018a, The mangrove flora and their physical habitat characteristics in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*, vol. 19, no. 4, pp. 1303-1312
- Djamaluddin, R 2018b, *Mangrove: biologi, ekologi, rehabilitasi dan konservasi*, Unsrat Press, Manado
- Djamaluddin, R 2020. 'Penilaian program rehabilitasi mangrove di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan, Sulawesi Utara', *Jurnal Ilmiah Platax*, vol. 8, no 1, pp. 1-14
- Djamaluddin, R, Brown, B & Lewis, RR 2019. The practice of hydrological restoration to rehabilitate abandoned shrimp ponds in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia, *Biodiversitas*, vol. 20, no.1, pp. 160-170
- Djamaluddin, R, Kaumbo, M & Djabar B 2019, 'Present condition of mangrove environment and community structure in Tomini Gulf. Sulawesi, Indonesia', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, vol 11, no 3, pp. 601-614
- Duke, N, Ball, M & Ellison, JC 1998, 'Factor influencing biodiversity and distribution gradients in mangrove', *Global Ecology and Biogeography Letters*, vol. 7, no. 1, pp.27-47
- Duke, NC 1992, *Mangrove floristics and biogeography*. In: Robertson AI, Alongi DM (eds). Coastal and Estuarine Studies. American Geophysical Union, Washington
- Ellison, AM 2008, 'Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: moving beyond roving banditry', *J. Sea Res.*, vol 59, pp. 2–15, doi: 10.1016/j.seares.2007.05.003
- Food and Agriculture Organization of the United Nations 2007, *The world's mangroves 1980-2005*. Rome
- Friess, DA, Rogers, K, Lovelock, CE, Krauss, KW, Hamilton, SE, Lee, SY, Lucas, R, Primavera, J, Rajkaran, A & Suhua, S 2019, 'The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and Future', *Annu. Rev. Environ. Resour.*, vol. 44, pp. 89–115, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033302>
- Giesen, W, Wulffraat, S, Zieren, M & Scholten L 2006), *Mangrove guide book for Southeast Asia*. FAO and Wetlands International
- Huxham, M., Kimani E & Augley, J 2004, 'Mangrove fish: a comparison of community structure between forested and cleared habitats', *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 60, no 4, pp. 637-647
- Joo-Chang, JC, Islebe, GA, Torrescano-Valle, N 2015, 'Mangrove history during middle- and late-Holocene in Pacific south-eastern Mexico',

The Holocene, vol. 25, no 4, pp. 651-662,
<https://doi.org/10.1177/0959683614566217>

- Kementerian Kehutanan Republik Indonesia 2014, *Recalculation of Indonesia's land cover in 2013*, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan
- Kementerian Koordinator Maritim dan Investasi 2020, *Menko Luhut Resmikan Program Rehabilitasi Mangrove Nasional*.
<https://maritim.go.id/menko-luhut-resmikan-program-rehabilitasi-mangrove-nasional/> (diakses 30 Oktober 2021)
- Kusmana, C 2010, *General Information for Indonesian mangrove*,
http://cecep_kusmana.staff.ipb.ac.id/2010/06/15/general-information-for-indonesian-mangrove/ (Diakses 28 Oktober 2021)
- Kusmana, C 2014, *Distribution and current status of mangrove forest in Indonesia*
- Kusmana, C 2017, 'Lesson learned from mangrove rehabilitation program in Indonesia', *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 7, no , pp. 89-97, doi : 10.19081/jpsi.2017.7.1.89 89
- Lewis, RR. 2005, 'Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests', *Ecological Engineering*, vol. 24, pp. 403–418
- Liebezeit, G & Rau, MT 2006, 'New Guinean mangroves — traditional usage and chemistry of natural products', *Senckenbergiana maritima*, vol. 36, no. 1, pp. 1–10, <https://doi.org/10.1007/BF03043698>
- Mao, L, Zhang, Y & Bi, H 2006, 'Modern Pollen Deposits in Coastal Mangrove Swamps from Northern Hainan Island, China', *Journal of Coastal Research*, vol. 22, no. 6, pp. 1423-1436, doi: 10.2112/05-0516.1
- Margono, BA, Potapov, PV, Turubanova, S, Stolle, F & Hansen, MC 2014, 'Primary forest cover loss in Indonesia over 2000-2012', *Nature Climate Change*, Published Online 29 June 2014, doi: 10.1038/NCLIMATE 2277
- Mohamed, A, El-Regal, A & Ibrahim, NK 2014, 'Role of mangroves as a nursery ground for juvenile reef fishes in the southern Egyptian Red Sea', *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, vol. 14, no. 1, pp. 71-78, <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2014.01.001>
- Murdiyarso, D, Purbopuspito, J, Kauffman, JB, Warren, MW, Sasmito, SD, Donato, DC, Manuri, S, Krisnawati, H, Taberima, S & Kurnianto, S 2015, 'The potential of Indonesian mangrove forests for global climate change mitigation', *Nature Climate Change*, vol. 5, no. 12, pp. 1089-1092, doi:10.1038/nclimate2734
- Nagelkerken, I, Grol, MG & Mumby, PJ, 2012, 'Effects of marine reserves versus nursery habitat availability on structure of reef fish communities', *PLOS ONE*, vol. 7, no. 6, e36906

- Patel, DM, Patel, VM, Katariya, B & Patel, K 2014, 'Performance of Mangrove In Tsunami Resistance', *International Journal of Emerging Technology & Research*, vol. 1, no. 1, pp. 29-32
- Portillo, JL, Lewis, RR III, Saenger, P, Rovai, A, Koedam, N, Dahdouh-Guebas, F, Hernández, CA & Monroy VHR 2017, *Mangrove Forest Restoration and Rehabilitation*, In Monroy VHR et al (Eds): *Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective Structure, Function, and Services*. Springer International Publishing, pp.301-345, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4>
- Ragavani, P, Zhou, R, Ng, WL, Rana, TS, Mageswaran, T, Mohan, PM & Saxena A 2017, 'Natural hybridization in mangroves – an overview', *Botanical Journal of the Linnean Society*, pp. 1–17
- Rahmanto, BD 2020, *Peta mangrove nasional dan status ekosistem mangrove di Indonesia*. Direktorat Konservasi Tanah dan Air.
- Ratnasari, Fahrizal, & Dirhamsyah, M, 2017, 'Pemanfaatan vegetasi mangrove di Pulau Padang Tikar Kecamatan Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya', *J. Tengkwang*, vol. 7, no. 2, pp. 110-115
- Saenger, P, Ragavan, P, Sheue, CR, López-Portillo J., Yong, JWH & Mageswaran, T 2019, *Mangrove Biogeography of the Indo-Pacific*. In: Gul B., Böer B., Khan M., Clüsener-Godt M., Hameed A. (eds) *Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science*, vol 49. Springer, Cham, doi.org/10.1007/978-3-030-04417-6_23
- Sasmito, SD, Sillanpää, M, Hayes, MA, Bachri, S, Saragi-Sasmito, MF, Sidik F, Hanggara, BB, Mofu, WY, Rumbiak VI, Hendri, Taberima, S, Suhaemi, Nugroho, JD, Pattiasina, TF, Widagti, N, Barakalla, Rahajoe, JS, Hartantri, H, Nikijuluw, V, Jowey, RN, Heatubun, CD, Philine zu Ermgassen, Worthington, TA, Howard, J, Lovelock, CE, Friess, DA, Hutley, LB & Murdiyarso, D 2020, 'Mangrove blue carbon stocks and dynamics are controlled by hydrogeomorphic settings and land-use change'. *Glob Change Biol.*, vol. 26, pp. 3028–3039, <https://doi.org/10.1111/gcb.15056>
- Sathe, SS, Lavate, RA & Patil SB 2014, 'Ethnobotanical and Medicinal Aspects of Mangroves From Southern Kokan (Maharashtra)'. *International Journal of Emerging Trends in Pharmaceutical Sciences*, vol. 3, no. 4, pp. 12-17
- Spalding, M, Blasco, F & Field, C 1997, *World mangrove atlas*. The International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, Japan
- Spalding, MD, Kainuma, M & Collins, L 2010, *World Atlas of Mangroves*. Earthscan, London.
- Sukardjo, S 2006, *Safeguarding Indonesias mangroves-critical challenges and strategies*, ICEMAN paper, Kuala Lumpur Malaysia 21-24 August 2006

- Taillardat, P, Friess, DA & Lupascu, M 2018. 'Mangrove blue carbon strategies for climate change mitigation are most effective at the national scale'. *Biol. Lett.*, vol. 14, no 10, art. no. 20180251, <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2018.0251>
- Thivakaran, GA 2017, *Mangrove restoration: an overview of coastal afforestation in India*, Wetland Science, pp. 501-512, Springer, New Delhi.
- Tomlinson, PB 1986, *The botany of mangroves*, Cambridge University Press, New York
- Valiela, I, Bowen, JL & York, JK, 2001, 'Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments', *BioScience*, vol. 51, pp. 807–15
- Wibisono, ITC &, Suryadiputra, INN 2006, *Study of Lessons Learned from Mangrove/Coastal Ecosystem Restoration Efforts in Aceh since the Tsunami*. Wetlands International – Indonesia Programme, Bogor