

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpt>

PEMANFAATAN HUTAN MANGROVE TERHADAP PENANGANAN PERUBAHAN IKLIM DI PULAU WETAR

UTILIZATION OF MANGROVE FORESTS FOR CLIMATE CHANGE HANDLING IN WETAR ISLAND

Muhammad Sulaiman¹

¹Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha 10, Bandung

E-mail: muhammadsulaimanitb@gmail.com

(Diterima: 16 Desember 2022; Diterima setelah perbaikan: 31 Januari 2023; Disetujui: 31 Januari 2023)

ABSTRAK

Perubahan iklim akan berdampak besar pada pertumbuhan mangrove. Melindungi hutan mangrove merupakan cara yang efektif untuk mitigasi dan adaptasi krisis iklim, terutama bagi masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir. Pulau Wetar merupakan salah satu lokasi terdapatnya hutan mangrove Indonesia yang masuk ke dalam pulau paling terpencil di Indonesia. Letak geografis Pulau Wetar berada di Laut Banda dan berbatasan dengan Timor Leste. Ada 15 spesies mangrove di sepanjang pantai Pulau Weter. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat banyak jenis hutan mangrove di Pulau Wetar yang melindunginya memiliki banyak manfaat, terutama dalam melawan perubahan iklim. Menjadikan wilayah pesisir lebih tahan terhadap perubahan iklim dan meminimalkan dampak dari bencana alam seperti badai, tsunami, dan gelombang (kemampuan adaptif). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keberlanjutan pemanfaatan hutan mangrove Pulau Wetar dalam merespon perubahan iklim. Perubahan iklim dan pembangunan global berdampak pada kelestarian mangrove. Sebagai kawasan dengan hutan mangrove yang luas, konservasi mangrove sangat penting untuk menjadi fokus utama agenda mitigasi perubahan iklim Indonesia.

KATA KUNCI: Hutan mangrove, Pulau Wetar, Perubahan Iklim

ABSTRACT

Climate change significantly affects the growth of mangroves. Mangrove forest conservation is an effective climate crisis mitigation and adaptation effort, especially for people in coastal areas. One of the mangrove forests in Indonesia is on Wetar Island. Water Island is the outermost island of Indonesia located in the Banda Sea and borders the country of Timor Leste. Mangrove plants can be found on the coast of Wetar Island are as many as 15 species. This shows that Wetar Island has a diversity of mangroves, in which mangrove forest conservation can generate many benefits, especially in tackling climate change. increasing the resilience of coastal communities to climate change and minimizing the impact of natural disasters such as tsunamis, storms, and waves (adaptation function). This study aims to determine the sustainability of the use of mangrove forests on Wetar Island in response to climate change. Climate change and global developments have had an effect on mangrove sustainability. As an area that has extensive mangrove forests, it is necessary to conserve mangroves so that they become the main focus of Indonesia's climate change program.

KEYWORDS: Mangrove Forest, Wetar Island, Climate Change

PENDAHULUAN

Mangrove adalah salah satu ekosistem terlangka dan terunik di dunia, yang menutupi 2% dari permukaan

bumi. Ekosistem mangrove di Indonesia merupakan yang terbesar di dunia. Ekosistem tersebut memainkan peran yang sangat penting secara ekologis, sosial budaya dan ekonomi. Fungsi ekologis ekosistem mangrove diantaranya adalah penyerapan karbon, remediasi erosi, polutan dan intrusi air laut,

#Korespondensi: Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan Institut Teknologi Bandung
E-mail: muhammadsulaimanitb@gmail.com

menjaga stabilitas pantai dari badai, menjaga sifat alami dari habitat, berfungsi sebagai tempat untuk bersarang, serta berbagai fungsi topografi (Noor, 1999). Fungsi sosial ekonomi dari ekosistem mangrove meliputi kayu bakar, kayu, triplek, pulp, tiang listrik, jaring ikan, tiang, rel kereta api, kayu untuk meubel dan kerajinan, tanin, atap rumah, obat-obatan, alkohol, gula, dan asam asetat. Selain itu mangrove juga mengandung nutrisi seperti karbohidrat, protein, madu, dan zat pewarna serta fungsi sosiokultural sebagai kawasan konservasi, ekowisata, pendidikan, dan identitas budaya (Arifanti, 2020).

Pulau Wetar merupakan salah satu lokasi hutan mangrove di Indonesia. Pulau tersebut terletak di Laut Banda dan merupakan salah satu pulau terpencil di Indonesia yang berbatasan dengan Timor Leste. Wilayah pesisir Pulau Weter adalah rumah bagi 15 spesies mangrove luar biasa yang termasuk dalam 12 famili dan 15 genera. Kekayaan jenis mangrove di Pulau Wetar ditunjukkan dengan kesamaan (67%) jenis mangrove antara Nusa Tenggara dan Timor-Leste. Di sisi lain, tingkat kesamaan spesies mangrove antara wilayah pesisir Pulau Yamdena dan Wetar mencapai 80%. Terdapat 14 jenis mangrove di pesisir barat Pulau Wetar yang membuatnya lebih menonjol daripada mangrove di pesisir tenggara yaitu sebanyak 7 jenis. Beberapa spesies yang umum ditemukan di pesisir Pulau Weter antara lain *Sonneratia alba*, *Barringtonia asiatica*, *Hibiscus tiliaceus*, *Nypa fructicans* dan *Acanthus licifolius*.

Bagi masyarakat pesisir, perlindungan terhadap hutan mangrove merupakan langkah mitigasi dan adaptasi yang efektif terhadap krisis iklim. Strategi Indonesia untuk mengatasi krisis iklim melibatkan adaptasi dan mitigasi, sementara beberapa negara lain menghadapi krisis iklim dengan cara yang berbeda. Hutan mangrove dapat mengambil kedua peran tersebut. Mangrove tumbuh di perairan yang payau serta memiliki daya serap karbon yang tinggi. Dari seluruh hutan tropis di dunia, total hutan mangrove hanya mencapai 1%. Namun demikian hutan mangrove berkontribusi tiga kali lebih banyak terhadap penyerapan karbon. Hutan mangrove di Indonesia menawarkan peluang yang menjanjikan untuk mitigasi perubahan iklim global. Indonesia memiliki total 3,3 juta hektar hutan mangrove, yang merupakan hutan mangrove terluas di dunia dan mencakup 50% dari hutan mangrove Asia.

Selain menghasilkan berbagai produk bernilai ekonomi, hutan mangrove juga merupakan penyedia sumber makanan untuk masyarakat lokal di sekitarnya dan merupakan tujuan ekowisata yang potensial (Kusmana, 2008). Sayangnya, dengan semua kemungkinan ini, hutan mangrove Indonesia yang

telah terkuras dari pemukiman menyebabkan penanaman yang tidak berkelanjutan, deforestasi yang merajalela, pembangunan industri, pertambangan, dan degradasi dan transformasi mangrove skala besar menghadapi tantangan serius. Keberadaan hutan mangrove selalu berkaitan erat dengan kehidupan masyarakat di kawasan pesisir. Sebagai kawasan hutan, maka sangat cocok untuk adaptasi terhadap krisis iklim. Konservasi mangrove tidak hanya memberikan perlindungan lingkungan, tetapi juga manfaat sosial ekonomi. Studi di tenggara Pantai Gading (Osemwegie et al., 2016) menunjukkan bahwa ketergantungan yang tinggi terhadap sumber daya mangrove untuk pendapatan langsung (70%) dan kebutuhan energi sehari-hari (60%) melalui produk hasil kayu dan non-kayu dari mangrove, (kepiting, ikan, udang, dan burung).

Konservasi mangrove dapat dicapai melalui pengelolaan mangrove secara berkelanjutan. Tujuan ini dicapai dengan menggabungkan manfaat ekologis (konservasi mangrove), manfaat sosial dan ekonomi (Bongarestu, 2011). Tujuan kebijakan yang berkaitan dengan pengelolaan hutan mangrove dapat tercapai dengan adanya dukungan strategi perencanaan pengelolaan yang efektif berdasarkan pengetahuan, pandangan, dan pengalaman yang beragam dari seluruh pemangku kepentingan dan peneliti lokal (Kustanti, 2011). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yaitu data dan informasi pengelolaan mangrove lestari yang diperoleh dari survei literatur, temuan penelitian dan survei literatur yang relevan.

Berdasarkan pemaparan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi mengenai pemanfaatan hutan mangrove dalam merespon perubahan iklim di Pulau Wetar.

BAHAN DAN METODE

Pada penelitian ini metode pencarian pustaka menggunakan data sekunder dari jurnal-jurnal sebelumnya. Menjawab pertanyaan penelitian untuk mengetahui seberapa lestari pemanfaatan hutan mangrove Pulau Weter dalam mengatasi perubahan iklim. Proses analisis dilakukan dengan meninjau makalah tentang hal ini, yang kemudian disusun menjadi analisis tersebut, dan akhirnya ditulis kesimpulan tentang pemanfaatan hutan mangrove Pulau Weter

HASIL DAN BAHASAN

Ekosistem Mangrove dan Pemanfaatannya

Hutan mangrove adalah salah satu ekosistem di wilayah pesisir sebagai daerah peralihan antara darat dan laut. Mangrove memiliki peran ganda dan dapat menjadi rantai penting dalam menjaga keseimbangan

siklus biologis perairan (Poedjirajajoe, 2006). Hutan mangrove berperan sebagai paru-paru bumi dengan cara menyerap dan menyimpan karbon biru, berkontribusi terhadap perlindungan iklim (fungsi logam). Selain berfungsi sebagai 'karbon biru' dan pelindung pantai, mangrove merupakan pembibitan dan habitat biota dengan nilai ekonomi seperti kepiting, ikan, dan udang (swasembada). Namun, pembangunan skala global dan perubahan iklim mengancam keberadaan mangrove. Perlindungan hutan mangrove Indonesia sebagai negara yang memiliki hutan mangrove terbesar di dunia, merupakan agenda utama perlindungan iklim global. Mangrove mengambil peran penting untuk mendukung mitigasi perubahan iklim dimana mangrove dapat menyerap emisi karbondioksida sebagai salah satu unsur gas rumah kaca. Proses perubahan karbon anorganik (CO₂) menjadi karbon organik berupa tumbuhan melalui fotosintesis. Bahan ini terurai di sebagian besar ekosistem dan melepas karbon ke lapisan atmosfer (CO₂) (Bongarestu, 2011).

Mangrove telah tumbuh bersama dengan biofisika pesisir dan dinamika lautan, menjadikannya bagian dari kesatuan sistem pesisir. Hilangnya mangrove disebabkan karena mangrove menjadi perangkap sedimen, mereduksi energi gelombang, dan bertindak sebagai pelindung badai. Fungsinya dapat mempengaruhi stabilitas pantai (Setyawan, 2007). Jasa lingkungan mangrove sebagai pelindung pantai meningkatkan ketahanan masyarakat pesisir, sehingga mangrove berperan penting selain untuk mitigasi terhadap bencana alam juga untuk adaptasi terhadap perubahan iklim (risiko iklim dan bencana). Penilaian mangrove sebagai jalur hijau dapat dihitung dari nilai kerugian ekonomi akibat hilangnya mangrove atau nilai struktur perlindungan buatan yang akan dibangun (Saparinto, 2007).

Studi Purnobasuki (2012) menunjukkan bahwa mangrove memiliki potensi dampak penurunan emisi karbondioksida dibandingkan dengan hutan tropis. Hutan mangrove berperan penting dalam strategi untuk mitigasi fenomena perubahan iklim. Dibandingkan dengan hutan tropis lainnya, penelitian ini menemukan bahwa hutan mangrove memiliki kapasitas untuk menyimpan karbon yang lebih banyak. Di bagian bawah hutan mangrove, lebih banyak karbon yang tersimpan daripada tanah dan air.

Kajian tentang kesehatan hutan mangrove terkait perubahan iklim di Provinsi Lampung Timur yang dilakukan oleh Safe'i (2021) menunjukkan bahwa pengetahuan tentang hutan mangrove yang berada pada kondisi baik turut memberikan pengaruh terhadap perubahan iklim. Hutan yang berada pada kondisi sehat memungkinkan mangrove untuk tumbuh

baik secara proses fisiologis dan dapat berperan secara optimal untuk menyerap karbondioksida dari atmosfer. Keadaan ini memperbaiki lingkungan. Namun, penelitian ini memerlukan pemantauan kesehatan hutan secara berkala untuk mengetahui apakah kesehatan ekosistem mangrove berbanding lurus dengan mitigasi perubahan iklim.

Lebih lanjut, penelitian Sondak (2015) yang memperkirakan potensi serapan karbon biru oleh hutan mangrove di Sulawesi Utara menunjukkan bahwa berkurangnya luas ekosistem mangrove mengurangi kemampuan hutan mangrove untuk menyerap karbon dari atmosfer. Konservasi dan restorasi ekosistem mangrove perlu dilakukan untuk menjaga kesinambungan serapan dan penyimpanan karbon biru sebagai respon terhadap perubahan iklim, yang memiliki potensi simpanan karbon yang besar, dan simpanan karbon terbukti tiga hingga empat kali lipat dari hutan terestrial. Kemampuan mangrove untuk menampung cadangan karbon dalam jumlah yang besar memberikan keuntungan untuk pengurangan emisi gas rumah kaca. Juga ditemukan bahwa mangrove dapat mendukung pengurangan emisi gas rumah kaca secara efektif ketika deforestasi mangrove berada pada tingkat yang rendah

Pulau Wetar

Berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 6 Tahun 2017, Pulau Wetar merupakan salah satu pulau kecil terluar Indonesia. Terletak di sebelah barat daya Kabupaten Maluku Provinsi Maluku, pulau ini terletak di Laut Banda dan berbatasan dengan Timor Timur. Dengan luas hanya 2622 km², Pulau Wetar adalah pulau vulkanik di ujung timur rantai utama Kepulauan Sunda Kecil. Berdasarkan sistem zona iklim Köppen, wilayah ini termasuk dalam zona iklim tropis kering dengan suhu konstan berkisar antara 18° hingga 34°C dan curah hujan tahunan 800 hingga 1.700 mm. Musim hujan cukup singkat dari Desember hingga April dan musim kemarau berlangsung dari April hingga November (Trainor et al., 2007, Wikramanayake et al., 2002;).

Vegetasi alami pulau ini terdiri dari hutan musim gugur, hutan, sabana, dan beberapa bidang hutan hujan semi-hijau. (Whitmore 1984). Keberadaan mangrove Pulau Wetar merupakan ekosistem yang unik di selatan, tenggara dan barat Pulau Wetar. Pulau Wetar memiliki 15 spesies mangrove yang termasuk dalam 12 famili dan 15 generasi, antara lain *Sonneratia alba*, *Barringtonia asiatica*, *Hibiscus tiliaceus*, *Nypa fructicans* dan *Acanthus licifolius*. Ada 14 jenis mangrove di bagian barat Wetar dan 7 di bagian tenggara.

Pengelolaan Mangrove untuk Adaptasi Perubahan Iklim dan Pembangunan

Berkelanjutan pada Pulau - Pulau Kecil

Mangrove dapat menahan kenaikan permukaan laut moderat. Ini memiliki ketahanan alami terhadap fluktuasi pasang surut permukaan laut. Ini menahan gelombang besar dan melindungi pantai dari erosi dan keausan air laut. Selain itu, pohon mangrove berperan dalam memperlambat laju krisis iklim. Seperti diungkapkan Rizal Algamar, Presiden Yayasan Pelestarian Alam Nusantara (YKAN), mangrove berperan penting dalam mitigasi krisis iklim karena mampu menyerap dan menyimpan karbon tiga sampai lima kali lipat lebih tinggi dibandingkan kawasan hutan tropis. (Komitmeniklim, 2021).

Hasil ini menunjukkan bahwa hutan mangrove dapat menyimpan lebih banyak karbon daripada kebanyakan hutan tropis. Lebih banyak karbon yang tersimpan di bawah hutan mangrove daripada tanah dan air. Menurut penelitian ahli Cifor, karbon tersimpan di hutan mangrove di wilayah pesisir India dan Samudera Pasifik. Walaupun hanya mencakup 0,7% dari luas hutan, namun dapat menghemat sekitar 10% dari total emisi. Sebagian besar karbon tersimpan di dalam tanah yaitu di bagian bawah hutan mangrove. Di hutan mangrove yang diklasifikasikan sebagai ekosistem lahan basah, stok karbon berkisar antara 800 hingga 1.200 ton per hektar. Emisi ke atmosfer lebih rendah di hutan mangrove daripada di hutan terestrial, karena tidak ada karbon yang dilepaskan ke atmosfer dari dekomposisi sisa tanaman air. Sebaliknya, tumbuhan hutan tropis yang telah mati dapat melepaskan sekitar 50% karbon ke udara (Bongarestu, 2011).

Pelepasan metabolit berlebih ke udara atau pembusukan organisme merupakan bentuk spesifik dari polusi udara yang umumnya berdampak negatif besar pada kondisi lingkungan dan akhirnya pada cuaca dan iklim. Serangkaian perubahan kecil akhirnya mengarah pada perubahan yang lebih besar. Emisi karbon dioksida di alam dapat muncul dalam beberapa bentuk, antara lain CO₂ (karbon dioksida) yang berasal dari proses respirasi makhluk hidup dan CO (karbon monoksida) sebagai hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti minyak bumi. Kegiatan lain seperti pembakaran, pengasapan, emisi dari gas alam CH₄ (metana), dan gas rumah kaca seperti HFC (fluorokarbon) dan PFC (perfluorokarbon) juga meningkatkan jumlah gas karbon yang terdapat di alam (Bongarestu, 2011).

Kepadatan hutan mangrove sebesar empat kali lipat dari hutan tropis biasa. Peluang penyimpanan karbon jauh lebih besar. Penghancuran mangrove berlanjut, merusak substrat yang terdapat di bawahnya. Mangrove atau bakau, memiliki karakteristik yang sama dengan ekosistem lahan basah. Mangrove, dataran pasang surut, dan alga menyerap karbon dari atmosfer

dan menyimpannya di dalam tanah selama ratusan hingga ribuan tahun. Berbeda dengan kebanyakan hutan terestrial, ekosistem laut secara terus-menerus mengakumulasi simpanan karbon yang besar di sedimen laut (Aziz, 2019). Seperti telah dijelaskan di atas, hutan mangrove yang dikaji secara luas memiliki potensi yang besar sebagai cagar mangrove yang sangat luas dibandingkan dengan hutan (terestrial) lainnya di Indonesia. Peran hutan sebagai penyerap karbon mulai mendapat perhatian ketika negara-negara menghadapi masalah efek rumah kaca. Efek rumah kaca dimanifestasikan oleh kenaikan suhu dan pemanasan global secara umum. Menurut Aziz (2019), hutan dapat menyerap karbon karena merupakan kumpulan pepohonan yang memiliki fungsi biologis seperti respirasi dan fotosintesis. Dalam proses fotosintesis, tanaman menyerap karbondioksida dan air dengan bantuan sinar matahari dan mengubahnya menjadi sumber energi dalam bentuk glukosa bagi tumbuhan (sebelumnya diubah oleh proses pernapasan), dan unsur H₂O, serta menghasilkan O₂ dari tumbuhan yang Membutuhkannya. Organisme yang mendukung kehidupan (bernafas). Pengetahuan dan pemahaman akan hal menunjukkan bahwa manusia membutuhkan hutan untuk menyerap karbon yang berlebih dari atmosfer.

Mangrove merupakan penyerap karbon, tetapi karbon anorganik (CO₂) diubah menjadi karbon organik dalam bentuk tumbuhan. Sebagian besar ekosistem memecah zat dan melepaskan karbon ke atmosfer (CO₂). Oleh karena itu, luas cagar mangrove diperkirakan akan bertambah dengan bertambahnya stok ikan dan kesehatan mangrove yang meningkat. Hal ini akan meningkatkan kualitas perairan pesisir dan ketersediaan mata pencaharian alternatif (misalnya ekowisata dan produk mangrove non-kayu). Mempengaruhi kesejahteraan manusia (Sidik et al., 2018).

KESIMPULAN

Ekosistem mangrove sangat erat kaitannya dengan fenomena perubahan iklim. Mangrove dengan kondisi yang sehat di kawasan pesisir Pulau Wetar, dengan keanekaragaman spesies mangrove yang kaya, dapat meningkatkan ketahanan masyarakat di wilayah pesisir terhadap fenomena perubahan iklim dan meminimalisir dampak dari bencana alam seperti badai, tsunami, dan gelombang (fungsi adaptif). Dengan menyerap dan menyimpan karbon biru, pohon mangrove berperan sebagai paru-paru bumi dan berkontribusi dalam respon terhadap perubahan iklim (fungsi metalization). Hutan mangrove yang berfungsi untuk penyerap karbon, mampu mengubah karbon anorganik (CO₂) menjadi karbon organik berupa tumbuhan selama proses fotosintesis. Sebagian besar

ekosistem memecah bahan-bahan tersebut dan melepaskan karbon ke atmosfer (CO₂). Perubahan iklim dan pembangunan global berdampak pada kelestarian mangrove. Sebagai kawasan dengan hutan mangrove yang luas, perlindungan mangrove sangat penting untuk ditempatkan pada pusat agenda mitigasi perubahan iklim Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, H.N., Omo, R., & Sri, M. (2015). Identifikasi tingkat kerawanan degradasi kawasan hutan mangrove Desa Muara, Tangerang, Banten. *Jurnal Pengelolaan Sumber Alam dan Lingkungan*. 5(1):79-86
- Arifanti, V.B. (2020). *Pentingnya Hutan Mangrove Untuk Perubahan Iklim*. Puslitbang Sosial Ekonomi Kebijakan dan Perubahan Iklim Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan.
- Aziz, A. (2019). Mangrove dan Perubahan Iklim. Diakses : Mangrove dan Perubahan Iklim (kkp.go.id) .
- Bongarestu, S.S., Umami, D., & Pramudhi, A.S. (2011). *Pelestarian mangrove sebagai sumberdaya potensial dari pesisir dalam upaya mitigasi pemanasan global*. Bogor : IPB.
- Komitmeniklim. (2021). *Manfaat Mangrove dalam Memerangi Krisis Iklim*. Diakses : <https://komitmeniklim.id/>
- Kusmana C. (2008). *Studi ekologi hutan mangrove di pantai timur Sumatera Utara*. *Jurnal Biodiversitas*. 9(1):25-29
- Kustanti A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Matatula, J., Poedjirahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Sandono, R (2019). *Sebaran spasial kondisi lingkungan Hutan Mangrove di pesisir Pantai Kota Kupang*. *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 9(2): 467-482. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.9.2.467-482>.
- Melati, D.N. (2021). *Mangrove Ecosystem And Climate Change Mitigation: A Literature Review*. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, Vol. 16, No. 1, Juni 2021
- Noor, Y.R., Khazali, M., & Suryadipura, I.N.N. (1999). *Panduan Pengenalan Mangrove Indonesia*. Jakarta: Wetlands International Indonesia Programe dan Ditjen PKA.
- Osemwegie, I. , Hyppolite, D. , Stumpp, C. , Reichert, B. and Biemi, J. (2016) Mangrove Forest Characterization in Southeast Côte d'Ivoire. *Open Journal of Ecology*, 6, 138-150. doi: 10.4236/oje.2016.63014.
- Poedjirahajoe E. (2006). *Klasifikasi lahan potensial untuk rehabilitasi mangrove di pantai utara Jawa Tengah (rehabilitasi mangrove menggunakan jenis Rhizophora mucronata) [disertasi]*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Safe'I, R. (2021). *Tingkat Kesehatan Hutan Mangrove Dalam Hubungannya Dengan Perubahan Iklim (Studi Kasus Mangrove Pesisir Timur Kabupaten Lampung Timur)*. *Jurnal Hutan Tropis Volume 9 No. 3*
- Saparinto C. (2007). *Pendayagunaan Ekosistem Mangrove*. Semarang: Dahara Prize.
- Setyawan, A. & Winarno, K. (2006). *Pemanfaatan Langsung Ekosistem Mangrove di Jawa Tengah dan Penggunaan Lahan di Sekitarnya; Kerusakan dan Upaya Restorasinya*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Sidik, F., Supriyanto, B., Krisnawati, H., & Muttaqin, M.Z. (2018). *Mangrove conservation for climate change mitigation in Indonesia*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 9, no. 5 (2018).
- Swaine, M. (1985). T. C. Whitmore 1984. Tropical rain forests of the Far East. (2nd edition). Oxford University Press, Oxford. 352 xvi pages. ISBN 0-19-854136-8. Price: £40.00 (hardback only). *Journal of Tropical Ecology*, 1(1), 64-64. doi:10.1017/S0266467400000080
- Terrestrial Ecoregions of the Indo-Pacific: A Conservation Assessment. E. Wikramanayake, E. Dinerstein, C. J. Loucks, D. M. Olson, J. Morrison, J. Lamoreux, M. McKnight, and P. Hedao. 2002. Island Press, Washington, DC. 643 pp. \$85 paperback. *Journal of Environmental Practice*. doi:10.1017/S1466046603211121
- Trainor, C. R., Santana, F., Rudyanto, Xavier, A. F., Pinto, P. and de Oliveira, G. F. (2007) Important Bird Areas in Timor-Leste: Key sites for conservation. Cambridge, U.K.: BirdLife International