

ESTIMASI POTENSI PENYERAPAN KARBON BIRU (BLUE CARBON) OLEH HUTAN MANGROVE SULAWESI UTARA

Calvyn F.A. Sondak

*Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Manado, North Sulawesi
(calvynson@yahoo.com)*

ABSTRACT

Coastal ecosystems such as mangroves, tidal marsh and seagrass beds provide many benefits and services that are essential for adaptation to climate change along the global coasts, including the sequestration and storage of carbon dioxide (CO₂). Currently there is an increase of mangrove loss due to unsustainable use. Mangrove forests can absorb and store large amounts of carbon (blue carbon) from the atmosphere and ocean. As a results mangrove role on combat climate change is recognized. However when degraded, due to exploitative or land clearing, this ecosystem will be the source of greenhouse gas such as carbon dioxide. This study estimated the potential of mangrove forests in North Sulawesi to absorb and sequester CO₂. Result shows that 1,169,141 t C (100 t C ha⁻¹) and 4,290,747 t CO_{2eq} (367.01 t CO_{2eq} ha⁻¹) potentially removed and sequestered by mangrove ecosystem.

Keywords: Blue carbon, hutan mangrove, penyerapan CO₂

Pendahuluan

Hutan mangrove ditemukan di daerah perairan payau diantara daratan dan laut di daerah tropis dan sub-tropis. Hutan mangrove adalah vegetasi hutan yang hanya dapat tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis, seperti Indonesia, terutama di Kalimantan, Sumatera, Irian Jaya, Kepulauan Aru, sedikit di Sulawesi bagian selatan serta Jawa bagian utara (Bengen, 2000). Mangrove adalah sebutan umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu varietas komunitas pantai tropik yang didominasi oleh beberapa spesies pohon-pohon yang khas atau semak-semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan asin (Nybakken, 1992).

Ekosistem pantai seperti mangrove dan padang lamun memberikan banyak servis yang penting untuk penyesuaian perubahan iklim. Sebagai contoh perlindungan dari badai dan kenaikan permukaan air laut, pencegahan erosi garis pantai, penyesuaian kualitas air pantai, penyediaan habitat bagi perikanan yang penting secara komersil dan spesies laut yang terancam punah, serta ketahanan pangan bagi banyak masyarakat pesisir. Salah satu servis ekosistem yang disediakan oleh mangrove dan padang lamun dalam hubungan memerangi perubahan iklim global adalah



menyerap dan menyimpan sejumlah besar karbon biru (*blue carbon*) yang berasal dari atmosfer dan samudra sehingga kini diakui perannya dalam menanggulangi perubahan iklim (Barbier *et al.*, 2011).

Walaupun memberikan banyak keuntungan dan layanan, ekosistem karbon biru pesisir merupakan salah satu ekosistem yang paling terancam di Bumi, dengan sekitar 340.000 hingga 980.000 hektar ekosistem ini dihancurkan setiap tahunnya (Murray *et al.*, 2011). Diperkirakan sampai dengan 67% dan sedikitnya 35% dan 29% dari seluruh cakupan global hutan bakau, rawa pasang surut, dan padang lamun, secara berurutan, telah hilang. Jika hal ini berlanjut terus dengan laju yang tetap, maka 30-40% rawa pasang surut dan padang lamun dan hampir semua bakau yang tidak dilindungi akan hilang dalam 100 tahun ke depan (Pendleton *et al.*, 2012). Saat terdegradasi atau hilang, ekosistem ini akan menjadi sumber gas karbon dioksida rumah kaca yang besar.

Sebagian besar biomassa pada vegetasi mangrove merupakan karbon dan nilai karbon yang terkandung dalam vegetasi mangrove merupakan potensi dari mangrove dalam menyimpan karbon. Salah satu cara untuk mengetahui nilai karbon tersimpan yang dimiliki oleh vegetasi mangrove adalah dengan cara mengestimasi (Twilley *et al.*, 1992).

Selanjutnya di era masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) saat ini ekosistem hutan mangrove berperan penting dalam membantu perekonomian masyarakat terutama masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir. Dengan ikut melestarikan mangrove kita bisa memberikan sumbangan buat generasi yang akan datang.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka yang menjadi fokus dari studi ini adalah mengestimasi berapa banyak potensi carbon dioksida (CO₂) yang bisa diserap oleh hutan mangrove untuk mengurangi akibat dari perubahan iklim.

Metode Penelitian

Obyek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kawasan hutan mangrove di Sulawesi Utara. Adapun data luasan hutan mangrove didapat dari data BPDAS Tondano (2011). Kemampuan hutan mangrove menyerap karbon (C) dihitung dengan mengalikan luas area mangrove dengan nilai stok karbon dari hasil studi literatur. Metode ini disesuaikan dengan panduan penghitungan faktor emisi karbon yang dikeluarkan oleh Howard *et al.* (2015) tentang penghitungan karbon stok (Tier 2) yang mana data yang digunakan adalah berdasarkan data nasional atau lokal daerah penelitian. Dalam penelitian ini data yang dipakai adalah data



kandungan karbon (C) di hutan mangrove Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara dimana rata-rata kandungan C adalah 939.3 ton C h⁻¹ (Murdiyarso *et al.*, 2009). Luas ekosistem hutan mangrove di Sulawesi Utara yang dipakai sebagai dasar dalam penelitian ini adalah 11,691.41 ha (Anonimus, 2015).

Jumlah potensi CO₂ yang dapat disimpan oleh mangrove dihitung, dengan mengalikan berat jumlah C dalam berat kering mangrove dan dikalikan dengan 3,67 (berat molekul CO₂ untuk beralih nilai karbon dengan nilai CO₂).

$$C = \text{Luas area mangrove} * \text{Nilai Stok Karbon} \quad (1)$$

$$\text{CO}_2 = \% C * 3.67 \quad (2)$$

Hasil Penelitian

Studi ini menemukan bahwa potensi penyerapan karbon biru oleh ekosistem hutan mangrove di Sulawesi Utara cukup besar. Estimasi potensi penyerapan oleh hutan mangrove (Table 1) oleh bagian atas permukaan menunjukkan berpotensi menyerap 75,994 t C_{eq} (6.50 t C_{eq} ha⁻¹) dan 278,898.59 t CO_{2eq} (23.86 t CO_{2eq} ha⁻¹) untuk pohon/kayu dan 52,611 t C_{eq} (4.50 t C_{eq} ha⁻¹), 193,083.64 t CO_{2eq} (16.52 t CO_{2eq} ha⁻¹) untuk serasah. Sedangkan potensi penyerapan karbon di bawah permukaan adalah 17,537.12 t C_{eq} (0.67 t C_{eq} ha⁻¹), 64,361.21 t CO_{2eq} (5.51 t CO_{2eq} ha⁻¹) untuk akar dan 1,022,998.38 t C_{eq} (87.50 t C_{eq} ha⁻¹), 3,754,404.04 t CO_{2eq} (321.13 t CO_{2eq} ha⁻¹) untuk tanah.

Secara total hutan mangrove di propinsi Sulawesi Utara dengan luas total 11,691 ha, diestimasi berpotensi menyerap 1,169,141 t C_{eq} (100 t C_{eq} ha⁻¹) dan 4,290,747 t CO_{2eq} (367.01 t CO_{2eq} ha⁻¹).

Area Hutan Mangrove	Estimasi Penyerapan Carbon (Ton)	Estimasi Penyerapan CO ₂ (Ton)
Atas Permukaan (Above Ground)		
- Pohon/Kayu	75,994 t C _{eq} (6.50 t C _{eq} ha ⁻¹)	278,898.59 t CO _{2eq} (23.86 t CO _{2eq} ha ⁻¹)
- Serasah	52,611 t C _{eq} (4.50 t C _{eq} ha ⁻¹)	193,083.64 t CO _{2eq} (16.52 t CO _{2eq} ha ⁻¹)
Bawah Permukaan (Below Ground)		
- Akar	17,537.12 t C _{eq} (0.67 t C _{eq} ha ⁻¹)	64,361.21 t CO _{2eq} (5.51 t CO _{2eq} ha ⁻¹)
- Tanah	1,022,998.38 t C _{eq} (87.50 t C _{eq} ha ⁻¹)	3,754,404.04 t CO _{2eq} (321.13 t CO _{2eq} ha ⁻¹)
Total	1,169,141 t C_{eq}	4,290,747.47 t CO_{2eq}



Pembahasan

Di era masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) saat ini ekosistem mangrove juga berperan penting dimana seperti kita ketahui, mangrove menghasilkan banyak produk perikanan dan kelautan yang bernilai ekonomis penting seperti ikan, udang, kepiting dan moluska. Selain itu juga mangrove bisa menghasilkan produk yang berguna untuk masyarakat pesisir seperti bahan dasar untuk pembuatan rumah dan arang sebagai bahan bakar.

Di sektor pariwisata, ekosistem mangrove juga bisa memberikan nilai ekonomis bagi masyarakat dalam menghadapi era perdagangan bebas MEA dimana masyarakat bisa berwirausaha di area wisata mangrove seperti menjadi pemandu wisata dan penjual souvenir yang mana bisa membantu perekonomian keluarga.

Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang sangat penting terutama bagi wilayah pesisir. Salah satu fungsi ekologis mangrove yang berperan dalam upaya mitigasi pemanasan global adalah mangrove sebagai penyimpan karbon. Saat ini salah satu cara untuk mengurangi emisi karbondioksida (CO₂) adalah melalui pemanfaatan ekosistem pantai sebagai penyerap CO₂ yang dikenal dengan istilah blue carbon (karbon biru) (Nelleman *et al.*, 2009). Mangrove bisa dikatakan merupakan ekosistem pantai yang pertama mendapatkan dampak dari perubahan iklim karena ekosistem ini merupakan peralihan antara ekosistem darat dan laut (Kusmana, 2010).

Mangrove dikelompokkan kedalam ekosistem karbon biru bersama-sama dengan rawa asin dan padang lamun. Ekosistem karbon biru adalah ekosistem yang bisa menyimpan karbon dalam jangka waktu yang lama dari puluhan tahun menjadi millennium. Ekosistem mangrove mempunyai potensi yang besar dalam pengurangan kadar CO₂ melalui konservasi dan manajemen kehutanan. Mangrove menyimpan karbon lebih dari hampir semua hutan lainnya di bumi (Daniel *et al.*, 2011). Pelepasan emisi ke udara pada hutan mangrove lebih kecil daripada hutan di daratan, hal ini karena pembusukan serasah tanaman aquatic tidak melepaskan karbon ke udara. Adapun tanaman hutan tropis yang mati melepaskan sekitar 50 persen karbonnya ke udara (Purnobasuki, 2006).

Dengan luas hutan mangrove Sulawesi Utara mencapai 11,691 ha maka potensi untuk menyerap CO₂ dari atmosfer cukup besar yaitu 4.29 million t CO_{2eq}. Hal ini dikarenakan ekosistem mangrove sangat efektif dan efisien dalam mengurangi konsentrasi karbondioksida (CO₂) di atmosfer, dikarenakan mangrove dapat menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis dengan cara difusi lewat stomata kemudian menyimpan karbon dalam bentuk biomassa (Windardi, 2014).



Lebih dalam lagi ekosistem mangrove merubah CO₂ hasil respirasi biota lain menjadi materi organik dalam proses fotosintesis dan hasilnya menghilangkan CO₂ yang berasal dari atmosfer (Duarte *et al.*, 2005)

Penyerapan CO₂ oleh mangrove sangat berhubungan erat dengan biomassa dari mangrove baik itu biomasa di atas tanah (above ground biomass) seperti batang, cabang, ranting, daun, bunga dan buah atau biomasa dibawah tanah (below ground biomass) seperti akar dan tanah. Bagian terbesar dari hutan mangrove yang dapat menyimpan karbon adalah tanah. Sejauh ini karbon pada ekosistem mangrove, lamun dan rawa asin tersimpan paling banyak di dalam tanah (soil) dimana bisa mencapai 50 sampai 90 % dari total kandungan karbon. Diantara ketiga ekosistem pantai ini, mangrove memiliki biomasa permukaan yang terbesar karena mangrove bisa tumbuh mencapai 40m di beberapa lokasi (WWF, 2012). Secara global mangrove bisa menyimpan 20 Pg C dan 70-80 % tersimpan di dalam tanah sebagai bahan organik (Murdiyarso *et al.*, 2014).

Jumlah CO₂ yang dapat diserap oleh ekosistem mangrove Sulawesi Utara memperlihatkan potensi yang besar. Potensi penyerapan karbon oleh hutan mangrove berbeda-beda. Sebagai perbandingan global ekosistem karbon biru diestimasi bisa menyerap 42 billion t CO_{2eq} (Siikamaki *et al.*, 2012), ekosistem biru Korea 1.01 juta t CO_{2eq} (Sondak & Chung, 2015), ekosistem biru Abu Dhabi 39.16 juta t CO_{2eq} dan 138.23 juta t CO_{2eq} untuk ekosistem karbon biru Indonesia.

Kesimpulan

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem blue karbon (karbon biru) di perairan pantai. Dengan berkurangnya luasan ekosistem ini maka akan mengurangi kemampuan penyerapan karbon dari atmosfer oleh hutan mangrove. Konservasi dan rehabilitasi ekosistem mangrove sangat perlu dilakukan untuk menjaga kelangsungan penyerapan dan penyimpanan karbon biru. Untuk kedepannya penelitian mengenai blue carbon sangat penting dilakukan mengingat efek dari perubahan iklim makin mengkhawatirkan. Perlu juga diadakan pembatasan perijinan perubahan kawasan mangrove menjadi kawasan ekonomi dan industri.

Daftar Pustaka

Anonimus. 2011. Rencana Teknis Rehabilitasi Hutan Lahan Mangrove dan Sempadan Pantai Propinsi Sulawesi Utara. Disampaikan dalam acara Rapat Fasilitasi Kelompok Kerja Mangrove di Provinsi Sulawesi Utara 18 Oktober 2011. *BPDAS Tondano*.



- Anonimus. 2012. WWF (World Wildlife Fund) Australia Report. Blue Carbon: A New Concept for Reducing the Impacts of Climate Change by Conserving Coastal Ecosystems in the Coral Triangle. Brisbane, Queensland, Australia. *WWF (World Wildlife Fund) Australia Report*.
- Anonimus. 2015. Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) Propinsi Sulawesi Utara. *Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara. Manado*.
- Bengen, D. 2000. Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. *PKPSL-IPB. Bogor*.
- Daniel, C.D., Kauffman, J., Murdiyarso, B., Kurnianto, S., Stidham, M., and Kanninen, M. 2011. Mangroves among the Most Carbon-rich Forests in the Tropics. *Nature Geoscience 4:293-297*
- Duarte, C.M., Middelburg, J., and Caraco, N. 2005. Major Role of Marine Vegetation on the Oceanic Carbon Cycle. *Biogeosciences 2:1-8*
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., Pidgeon, E. (eds.) (2014). Coastal Blue Carbon: Methods for Assessing Carbon Stocks and Emissions Factors in Mangroves, Tidal Salt Marshes, and Seagrasses. *Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA*
- Kusmana, C. 2010. Respon Mangrove terhadap Perubahan Iklim Global. Aspek Biologi dan Ekologi Mangrove. *KKP. Jakarta*
- Murdiyarso. 2009. Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems: A preliminary account from plots in Indonesia. Working Paper. Center for International Forestry Research.
- Murdiyarso, D., Mackenzie, R., and Kauffman, B.J. 2014. Approaches to Use Coastal Marine Ecosystems for Climate Change Mitigation.
- Murray, B.C., Pendleton, L., and Sifleet, S. 2011. State of the Science on Coastal Blue Carbon: A Summary for Policy Makers. In: *Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions Report NIR 11-06, P. 1-43*.
- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., and Grimsditch, G. 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, *GRID-Arendal*.
- Nybakken, J. W., 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. *PT. Gramedia. Jakarta*
- Pendleton, L., Donato, D.C. Murray, B.C., Crooks, S. W.A., Sifleet, C. Craft, J., Fourquaran, W.A., Kauffman, J.B., Marbà, N., Megonigal, P., Pidgeon, E., Herr, D., Gordon, D., and Balder, A. (2012): Estimating Global “Blue Carbon” Emissions from Conversion and Degradation of Vegetated Coastal Ecosystems. *PLoS ONE 7(9): e43542*
- Purnobasuki, H. 2006. Peranan Mangrove dalam Mitigasi Perubahan Iklim. *Buletin PSL Universitas Surabaya 18: 9-13*
- Sondak, C.F.A. and Chung, I.K. 2015. Potential Blue Carbon from Coastal Ecosystems in the Republic of Korea. *Ocean Science Journal 50: 1-8*.
- Twilley, R.R., Chen, R., and Hargis, T. 1992. Carbon Sinks in Mangroves and their Implication to Carbon Budget of Tropical Ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution 64: 265- 288*.
- Windardi, A.C. 2014. Struktur komunitas hutan mangrove, estimasi karbon tersimpan dan perilaku masyarakat sekitar kawasan Segara Anakan Cilacap. Tesis. *Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 85 hal*.

