

Estimation Carbon Stocks of Mangrove Stands in Nagari Pilubang, Sungai Limau District, Padang Pariaman Regency

Estimasi Cadangan Karbon Tegakan Mangrove di Nagari Pilubang Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman

Nada Afriona¹, Irma Leilani Eka Putri^{1*}, Azwir Anhar¹, Reki Kardiman¹

¹ Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia

*Correspondence author: irma.leilani@fmipa.unp.ac.id

Abstract

Mangrove ecosystems are one of the ecosystems that play a role in reducing carbon emissions in the air and storing carbon from the air in the form of biomass. Research on the estimation of carbon stocks is needed to support climate improvement in the world due to global warming. The purpose of this study was to determine the estimated amount of carbon stocks of mangrove stands in Nagari Pilubang, Sungai Limau District, Padang Pariaman Regency. The method used is purposive sampling carried out at three stations with varying mangrove ecosystem conditions. Each research station is divided into three research plots. To calculate the value of stand biomass used allometric equations, carbon stock estimates are obtained from the value of mangrove stand biomass. Based on the results of the study, it is known that the estimated amount of carbon stocks of 50,30 ton/ha is categorized as medium.

Key words *Estimation, Carbon stocks, Mangrove*

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem yang berperan dalam mengurangi emisi karbon di udara dan menyimpan karbon dari udara dalam bentuk biomassa. Penelitian mengenai estimasi cadangan karbon ini sangat diperlukan untuk menunjang perbaikan iklim di dunia akibat pemanasan global. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah estimasi cadangan karbon tegakan mangrove di Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman. Metode yang di gunakan yaitu *purposive sampling* yang dilakukan di tiga stasiun dengan konsisi ekosistem mangrove yang bervariasi. Setiap stasiun penelitian dibagi menjadi tiga plot penelitian. Untuk menghitung nilai biomassa tegakan digunakan persamaan allometrik, estimasi cadangan karbon didapatkan dari nilai biomassa tegakan mangrove. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jumlah estimasi cadangan karbon yaitu 50,30 ton/ha. Hal ini menunjukkan kandungan karbon di kawasan mangrove tersebut dikategorikan sedang.

Kata kunci *Estimasi, Cadangan Karbon, Mangrove*

Pendahuluan

Pemanasan global merupakan masalah utama di dunia saat ini dalam berubah iklim akibat peningkatan gas rumah kaca (Cramer *et al.*, 2001). Pengaruh pemanasan global adalah naiknya permukaan laut sehingga permukaan tanah berkurang dan air laut mengalir ke sedimen akibat turunnya garis pantai (Wacano *et al.*, 2013). Beberapa peneliti mendapatkan penyebab dari pemanasan global yaitu karbondioksida (CO₂) dan metana (CH₄) bersifat antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, industri, penggundulan hutan, degradasi hutan dan konversi hutan lainnya dengan

pembakaran (Giri dan Mandla, 2017). Emisi karbon di dunia bersumber dari pembakaran fosil untuk bahan bakar minyak dan batubara, konversi hutan dan pembakaran hutan (IPCC, 2006). Unsur penyusun gas rumah kaca yang paling dominan yaitu karbondioksida yang menyapai 99,4% dari keseluruhan gas rumah kaca (U.S Departement of Energy, 2001).

Indonesia menjadi negara terbesar di dunia penghasil emisi gas rumah kaca setelah Amerika Serikat dan China karena pelepasan karbondioksida secara signifikan terutama akibat maraknya deforestasi dan degradasi hutan. Salah satu cara mitigasi perubahan iklim dapat dilakukan dengan mengekspansi peran hutan dalam mengurangi dan menyimpan karbondioksida atmosferik. Cadangan karbon atau stok karbon adalah kandungan karbon yang tersimpan dalam biomassa pada waktu terbatas (Apps *et al.*, 2003).

Menurut Daniel et al., (2011), ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang memiliki daya serap karbon paling tinggi. Ekosistem mangrove menyimpan karbon 4 kali lebih banyak dalam setiap hektarnya dibanding dengan ekosistem lainnya. Hutan mangrove mempunyai peran penting dalam mengurangi konsentrasi karbondioksida di udara. Pada ekosistem pesisir, terdapat karbon biru pantai yang merupakan karbon tersimpan yang berperan penting dalam mereduksi emisi, mendukung keanekaragaman hayati, melindungi habitat perikanan dan mengurangi resiko bencana.

Saat ini perdagangan karbon sangat banyak dibicarakan. Perdagangan karbon (carbon trading) adalah suatu sistem perusahaan atau negara yang menghasilkan emisi gas rumah kaca dapat membeli dan menjual izin emisi. Perdagangan karbon muncul sebagai upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dengan memberikan insentif finansial kepada perusahaan yang berhasil mengurangi emisi mereka. Sistem ini memungkinkan perusahaan atau negara untuk membeli dan menjual emisi sesuai dengan kebutuhan mereka dan menciptakan pasar untuk perdagangan karbon. Ide ini berkembang seiring dengan upaya global untuk mengatasi perubahan iklim akibat pemanasan global.

Menurut wawancara dengan wali nagari Pilubang, Hutan Mangrove di Nagari Pilubang akan dikelola sebagai kawasan wisata oleh pihak swasta. Semua itu akan merubah tata hutan mangrove di Nagari Pilubang. Oleh karena itu, dibutuhkan data mengenai cadangan karbon yang ada di hutan mangrove tersebut. Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai informasi yang berguna untuk pertimbangan bagi pemerintah setempat dalam mengambil kebijakan yang tepat terkait perencanaan pembangunan kawasan wisata dan konservasi mangrove pada masa yang akan datang.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan mulai September 2023 sampai dengan Maret 2024. Pengambilan data dilakukan di Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman. Identifikasi mangrove dan pengelolaan data dilakukan di Laboratorium Ekologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian. Tanda-tanda yang berbeda menunjukkan stasiun yang berbeda

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS, meteran, tali transek, pancang, kamera, gunting tanaman, *Thermometer*, *Sling Hygrometer*, *Soil Meter*, *Refractometer*, alat tulis, plastik sampel, kertas label, koran, oven, timbangan digital, buku pengenalan mangrove dan sampel dari organ tumbuhan mangrove yang diambil untuk diidentifikasi.

Prosedur Penelitian

Survei penelitian dilakukan untuk mengetahui gambaran secara umum mengenai lokasi penelitian, kondisi di lapangan dan metode yang akan dipakai dalam mengambil data. Pada survei penelitian ditentukan titik stasiun pengambilan sampel dan jarak masing masing plot yang mewakili vegetasi. Titik pengambilan sampel pada penelitian disesuaikan dengan struktur dan kerapatan yang beragam. Metode yang dilakukan yaitu metode survei. Metode survei termasuk ke dalam metode non eksperimental. Data yang dihasilkan berupa perhitungan kuantitatif dan diolah untuk mendapatkan data yang sistematis, faktual, dan akurat serta dijelaskan secara deskriptif.

Penelitian ini dilakukan dengan meletakkan tiga stasiun berbeda, penentuan stasiun dilakukan dengan menggunakan metode purposive random sampling atau pengambilan sampel secara acak dengan memilih areal yang dianggap dapat mewakili keadaan objek secara keseluruhan (Lenaini, 2021). Stasiun diletakkan pada tiga tempat yang berbeda yaitu :

- a. Stasiun 1 (0°33'20"S 100°05'09"E) diletakkan di area yang dekat dengan pemukiman warga.
- b. Stasiun 2 (0°33'17"S 100°05'07"E) diletakkan di area transisi yaitu daerah perbatasan antara pemukimanwarga dan hutan alami.
- c. Stasiun 3 (0°33'12"S 100°05'06"E) diletakkan pada area hutan yang relatif masih alami, karena jauh dari pemukiman warga.

Analisis Data

Prosedur dalam pengukuran biomassa mangrove dilakukan dengan metode allometrik. Biomassa ditentukan berdasarkan data hasil pengukuran lingkaran batang pohon dan catatan berat jenis tumbuhan. Kemudian nilai kandungan karbon diestimasi dari biomassa dengan menggunakan rasio konversi sebesar 50% dari total biomassa. Persamaan untuk perhitungan biomassa mangrove berbeda antar spesies. Persamaan allometrik untuk estimasi biomassa mangrove adalah:

$$\text{Biomassa} = 0.251 \rho D^{2.46}$$

Keterangan : D = diameter, ρ = berat jenis kayu (g/cm³) (Komiyama *et al.*, 2008)

Catatan : untuk berat jenis menggunakan data sekunder dengan lokasi patokan Asia Tenggara; *Sonneratia caseolaris* = 0,34 g/cm³; *Cerbera manghas*, = 0,40 g/cm³; *Calophyllum inophyllum* = 0,35 g/cm³; *Ficus retusa* = 0,52 g/cm³; *Dolichandrone spathacea* = 0,29 g/cm³; *Morinda citrifolia* = 0,43 g/cm³; *Glochidion littorale* = 0,42; *Ardisia elliptica* = 0,44 g/cm³; *Hibiscus tiliaceus* = 0,32 g/cm³; dan *Barringtonia asiatica* = 0,36 g/cm³.

Untuk mendapatkan nilai karbon tersimpan pada masing-masing jenis mangrove, maka nilai biomassa yang didapatkan dari rumus allometrik dikalikan dengan konsentrasi karbon pada masing-masing jenis pohon tersebut berdasarkan persamaan Estimasi Cadangan Karbon Komiyama *et al.*, (2008) berikut :

$$C_{top} = 50 \% \times W_{top}$$

Keterangan :

C_{top} = Cadangan karbon pada bagian atas permukaan tanah (ton /ha)

W_{top} = Biomassa tanaman pada bagian atas permukaan tanah (ton/ha)

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Jenis mangrove, jumlah individu, dan cadangan karbon tegakan mangrove Nagari Pilubang Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman.

Nama jenis	Biomassa (kg/m ²)	Cadangan karbon (kg/m ²)
<i>Sonneratia caseolaris</i>	6.207,30	3.103,65
<i>Dolichandrone spathacea</i>	4.239,36	2.119,68
<i>Morinda citrifolia</i>	0,20	0,10
<i>Glochidion littorale</i>	0,83	0,41
<i>Ardisia elliptica</i>	4,12	2,06
<i>Ficus retusa</i>	542,30	271,15
<i>Cerbera manghas</i>	140,88	70,44
<i>Barringtonia asiatica</i>	0,10	0,05
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0,15	0,07
<i>Calophyllum inophyllum</i>	263,61	131,80
<i>Acanthus ilicifolius</i>	2,40	1,20
<i>Cyperus estulentus</i>	1,60	0,80
<i>Derris trifoliata</i>	2,30	1,15
<i>Acrosticum aureum</i>	3,10	1,55
Total dalam area 1134 m ²	11.404,31	5.704,11
Total dalam area 1 hektar		50,30 ton/ha

Pada hasil pengamatan dapat dilihat kandungan total cadangan karbon sebesar 50,30 ton/ha, hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbon tegakan mangrove di Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman dikategorikan sedang. Hal ini sesuai dengan Bappenas Kemenhut (2010) yang membagi kriteria cadangan karbon didalam ekosistem hutan yaitu cadangan karbon rendah jika total cadangan karbon yang didapatkan < 35 ton/ha. Sedangkan cadangan karbon yang di kategorikan sedang jika kandungan karbon yang didapatkan 35-100 ton/ha dan cadangan karbon di kategorikan tinggi jika kandungan karbon > 100 ton/ha. Hal ini menunjukkan bahwa cadangan karbon sangat dipengaruhi oleh biomassa dan apa pun faktor yang menyebabkan bertambah atau berkurangnya biomassa akan berpengaruh terhadap cadangan karbon

Perbedaan ukuran batang mangrove memiliki pengaruh dalam besarnya biomassa dan kandungan karbon pada tumbuhan. Penelitian ini menggunakan pengukuran DBH (Diameter at Breast High). Karena batang merupakan bagian kayu yang tersusun oleh selulosa maka semakin tinggi selulosa, maka kandungan karbon akan semakin tinggi pula. Selulosa merupakan gula linear yang tersusun atas karbon. Jika diameter pohon semakin besar, maka kandungan selulosa akan lebih besar. Batang umumnya memiliki zat penyusun kayu yang lebih banyak dibandingkan bagian-bagian tumbuhan lainnya.

Nilai kandungan karbon paling tinggi yaitu pada spesies *Sonneratia caseolaris* dikarenakan pada jenis ini memiliki diameter paling besar. Hal ini sesuai dengan penelitian Adinugroho dan Sidiyasa (2001) biomassa pada setiap bagian pohon meningkat dengan semakin besarnya diameter pohon. Biomassa pada setiap bagian pohon mempunyai hubungan dengan diameter pohon. Selain diameter, faktor yang mempengaruhi kandungan karbon adalah jumlah individu. Jumlah individu paling banyak yaitu dari spesies *Sonneratia caseolaris*. Peningkatan kandungan karbon di lokasi penelitian disebabkan oleh banyaknya jumlah individu dan ukuran pohon spesies tersebut.

Perbedaan nilai cadangan karbon yang tersimpan juga disebabkan karena perbedaan nilai diameter setiap spesies dimana semakin besar diameter pohon, maka berat biomassa pohon pada lahan tersebut akan semakin besar pula. Berat biomassa yang besar akan mempengaruhi besarnya cadangan karbon pada suatu lahan (Hanafi dan Bernardianto, 2012). Individu yang memiliki diameter > 30 cm. memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap total cadangan karbon pada biomassa pohon. Semakin banyak pohon penyusun suatu lahan berdiameter > 30 cm maka cadangan karbon makin tinggi (Hanafi dan Bernardianto, 2012) Perbedaan cadangan karbon ini dipengaruhi oleh biomassa. Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), potensi stok karbon dapat dilihat dari biomassa. Setiap peningkatan terhadap biomassa akan diikuti oleh peningkatan stok karbon. Selain biomassa, faktor yang mempengaruhi cadangan karbon adalah kerapatan. Makin tinggi kerapatan maka nilai cadangan karbon akan semakin tinggi pula.

Nilai total cadangan karbon tegakan mangrove di Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman ini lebih rendah dibandingkan cadangan karbon di kawasan Muara Sungai Batang Apar Kota Pariaman yaitu sebesar 2.561,90 ton/ha (Amanda et al, 2021). Nilai total cadangan karbon kawasan ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan cadangan karbon di kawasan Ekowisata Sungai Gemuruh Teluk Mandeh yaitu sebesar 3.673,52 ton/ha (Hindayageni, 2021). Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan komposisi jenis Mangrove dan berat jenis kayunya.

Tabel 2. Tabel pengukuran suhu udara, kelembapan udara, suhu tanah dan salinitas di Kawasan Mangrove Nagari Pilubang Kecamatan Sungai Limau Kabupaten Padang Pariaman.

Parameter	Nilai Rata-Rata
Suhu udara (°C)	26-31
Suhu tanah (°C)	28-30
Kelembaban udara (%)	75-80
Salinitas (ppt)	3-9
Tekstur tanah	Berlumpur

Berdasarkan pengukuran parameter lingkungan di kawasan mangrove Nagari Pilubang, Kecamatan Sungai Limau, Kabupaten Padang Pariaman menunjukkan bahwa kawasan tersebut menunjukkan kondisi yang baik untuk vegetasi mangrove. Suhu udara pada lokasi penelitian berkisar antara 26 – 31°C. Suhu tanah berkisar antara 28 – 30 °C. Kisaran suhu ini termasuk kondisi yang baik untuk pertumbuhan vegetasi mangrove. Salinitas pada lokasi penelitian diperoleh kisaran antara 3 – 9 ppt. Tumbuhan mangrove dapat tumbuh subur pada daerah dengan salinitas antara 0,5 - 30 ppt.

Penutup

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa total cadangan karbon tegakan mangrove di kawasan mangrove Nagari Pilubang Kecamatan Sungai limau, Kabupaten Padang Pariaman adalah sebesar 50,30 ton / ha. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan karbon di kawasan tersebut dikategorikan sedang.

Daftar Pustaka

- Adinugroho, W.C., A.I Andry, Supriyanto, H.S. dan Arifin. S.A. (2011). *Kontribusi Sistem Agroforestry Terhadap Cadangan Karbon Di Hulu DAS Kali Bekasi*.Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Alvarez, M., & Leilani, I. (2020). Community structure of the mangrove forest in the tourism area of Pariaman City, West Sumatra. *Bioscience*, 4(1): 62-72.
- Amanda, Y., Aras M., Yusni I. S. (2021). Estimasi Stok Karbon Tersimpan pada Hutan Mangrove di Muara Sungai Apar Kecamatan Pariaman Utara Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Perairan*, 9 (1): 38-48.

- Apps, M et. al. (2003). *Science Statement on Current Scientific Understanding of the Processes Affecting Terrestrial Carbon Stocks and Human Influences upon Them*. IPCC. Geneva.
- Cramer W, et al. (2001). Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO₂ and climate change: Results from six dynamic global vegetation models. *Global Change Biology*, 7(4):357-373.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M. A., et al. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23): 8812-8819.
- Giri, RKKV., Madla, VR. (2017). Study and Evaluation of Carbon Sequestration using Remote Sensing and GIS: A Review on Various Techniques. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 8(4) : 287 - 300.
- Hanafi N., Bernardianto R.B. (2012). Pendugaan Cadangan Karbon Pada Sistem Penggunaan Lahan di Areal PT. Sikatan Wana Raya. *Media Sains*. Vol 4(2).
- Hindayageni, A. (2021). *Estimasi Cadangan Karbon Hutan Mangrove Pada Kawasan Ekowisata Sungai Gemuruh Teluk Mandeh*. Skripsi. Universitas Negeri Padang
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2006). *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelones for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: IGES.
- Kemenuh. (2011). Laporan Tahunan. *Sub Direktorat Statistik dan jaringan Komunikasi Data Kehutanan. Direktorat Perencanaan Kawasah Hutan* . Direktorat Jendral Planologi Kehutanan.
- Komiyama, A., J.E. Ong and S. Poungharn. (2008). Allometry, Biomass, and Productivity of Mangrove Forests: a review. *Aquatic Botany*. Vol 89: 128-137.
- Lugina, Mega, dkk. (2011). *Prosedur Operasi Standar untuk Pengukuran dan Perhitungan Stok Karbon di Kawasan Konservasi*. Jakarta : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Noor, et al. (2006). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor : Wetland International Indonesia Programe.
- Rizki & Leilani, I. (2017). Etnofarmakologi Tumbuhan Familia Rhizophoraceae oleh Masyarakat di Indonesia. *BioCONCETTA*. 3(1);51-60.
- Rizki & Leilani, I. (2020). Sebaran Jenis Tumbuhan Di Teluk Buo Bungus Padang Indonesia. *BIOTROPIKA Journal of Tropical Biology*. Vol 8(1):1-7.
- Sartika, Novia.(2020). *Cadangan Karbon Hutan Mangrove yang Dijadikan Kawasan Ekowisata di Kota Pariaman*. Skripsi. Universitas Negeri Padang.
- Wacano, D., Achmad, dkk. (2013). *Adaptasi Masyarakat Pesisir Kabupaten Demak dalam Menghadapi Perubahan Iklim dan Bencana Wilayah Kepesisiran*. Yogyakarta : Kanisius.
- Yulia, W., & Leilani, I. (2019). *Populasi Rhizophora apiculata di Hutan Mangrove Teluk Buo Padang Sumatera Barat*. Rxiv, 1-9.