

Estimasi Karbon Tersimpan Pada Vegetasi Mangrove Pulau-Pulau Kecil Taman Nasional Bunaken

(*Estimation of Carbon Stored Mangrove Vegetation in Small Islands Bunaken National Park*)

Joshian Nicolas William Schaduw

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi
Manado Indonesia 95119

*Corresponding Author: schaduw@unsrat.ac.id

Abstract

Mangrove ecosystems have many roles in maintaining balance in coastal areas and on small islands because they are very productive and contribute as a source of organic carbon and other nutrients, and can absorb carbon in the atmosphere and store it in biomass and sediments, so that mangroves play a very important role in mitigating global climate change. The purpose of this study is to find out how much potential carbon stock is stored in mangrove vegetation in Bunaken National Park North Minahasa Region (Mantehage Island and Nain Island). This study uses the line transect method for sampling plots in data collection, where at each research station 3 plots measuring 10x10 m² are made with a distance that adjusts to the condition of the mangroves. Each individual in the plot was recorded for the type, number, and circumference of the tree trunk. Calculation of the biomass of mangrove trees using the allometric equation Komiyama et al., (2005) and estimating the amount of carbon (C) stored using the Brown (1997) and IPCC (2006) equations. The results of the estimation of total carbon stored in mangrove vegetation in KDP National Park Bunaken North Minahasa Region (Mantehage Island and Nain Island) the total potential of biomass and carbon stored in mangrove vegetation in KDP TNB North Minahasa Region (Mantehage Island and Nain Island) amounted to 75.91 tons /ha or the equivalent of 35.68 tons C/ha.

Keywords : Small islands; Mangrove; Biomass; Carbon

Abstrak

Ekosistem mangrove memiliki banyak peranan dalam menjaga keseimbangan di wilayah pesisir maupun pulau-pulau kecil karena sangat produktif dan berkontribusi sebagai sumber karbon organik dan nutrisi lainnya, serta dapat menyerap karbon di atmosfer dan menyimpannya dalam biomassa dan sedimen, sehingga mangrove sangat berperan dalam mitigasi perubahan iklim global. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui seberapa besar potensi stok karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di PPK Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain). Penelitian ini menggunakan metode garis transek petak contoh dalam pengambilan data, dimana pada setiap stasiun penelitian dibuat 3 plot berukuran 10 x10 m² dengan jarak menyesuaikan keadaan mangrove. Setiap individu yang terdapat dalam plot dicatat jenis, jumlah, dan keliling lingkaran batang pohon. Perhitungan biomassa tegakan pohon mangrove menggunakan persamaan allometrik Komiyama et al., (2005) dan mengestimasi jumlah karbon (C) tersimpan menggunakan persamaan Brown (1997) dan IPCC (2006). Hasil estimasi total karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di PPK Taman Nasional Bunaken Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain) total potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain) yakni sebesar 75,91 ton/ha atau setara 35,68 ton C/ha.

Kata Kunci: Pulau-Pulau Kecil (PPK), Mangrove, Biomassa, Karbon

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki ekosistem mangrove terbesar di dunia yakni sebesar 19% dari luas ekosistem mangrove dunia, sehingga banyak tantangan dalam pengelolaan ekosistem mangrove, khususnya ekosistem mangrove PPK (Pulau-Pulau Kecil).

Ekosistem mangrove pulau-pulau kecil seringkali mendapat berbagai tantangan, antara lain yakni dampak dari aktivitas manusia yang melakukan pemanfaatan di sekitar ekosistem mangrove serta dampak dari luar seperti pemanasan global. Selain itu ancaman lain berupa bencana alam seperti badai, angin topan, gelombang

pasang, dan tsunami juga turut mempengaruhi eksistensi dari ekosistem mangrove. Dampak dari berbagai hal yang telah diuraikan tadi dapat menyebabkan degradasi sumberdaya yang terdapat pada ekosistem mangrove, sehingga perlunya perhatian ekstra dan kesadaran akan pentingnya ekosistem mangrove (Schaduw, 2015).

Ekosistem mangrove memiliki banyak peranan dalam menjaga keseimbangan di wilayah pesisir maupun pada pulau-pulau kecil karena sangat produktif dan berkontribusi sebagai sumber karbon organik dan nutrisi lainnya (Donato et al., 2011 dalam Bachmid et al., 2020). Ekosistem mangrove memberikan banyak jasa lingkungan, termasuk siklus hara, perangkap sedimen, dan habitat untuk berbagai organisme. Di antara yang paling penting dari fungsi-fungsi tersebut adalah ekosistem mangrove sebagai penyimpan karbon (C). Perkiraan stok karbon tersimpan di ekosistem ini begitu besar sehingga membuat mangrove penting dalam menjaga keseimbangan di lingkungan sekitarnya (Analuddin et al., 2016 dalam Verisandria et al., 2018).

Karbon stok yang tersimpan pada hutan mangrove berlipat ganda jika dibandingkan hutan lainnya. Cadangan karbon tersebut terutama berasal dari biomassa yang membusuk,

terdekomposisi, dan kemudian tersimpan pada lapisan tanah atau sedimen yang biasanya diperhitungkan sebagai total stok karbon (Lestari, 2016). Melihat begitu besarnya peranan hutan mangrove dalam menjaga keseimbangan lingkungan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi stok karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di PPK Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain). Kedua pulau ini termasuk pulau kecil terluar, salah satu dari pulau ini merupakan pulau yang memiliki hutan mangrove terluas di Sulawesi Utara yakni Pulau Mantehage, sehingga diharapkan dapat menjadi salah satu sumber dalam mengurangi emisi gas karbondioksida (CO₂) serta menjaga keseimbangan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2020, bertempat dikawasan Pulau-Pulau Kecil (PPK) Taman Nasional Bunaken (TNB) Wilayah Minahasa Utara yaitu Pulau Mantehage dan Pulau Nain (Gambar 1). Pada kedua pulau, jumlah stasiun penelitian berbeda, dimana pada Pulau Mantehage terdapat 4 stasiun penelitian dan Pulau Nain ada 2 stasiun. Penentuan jumlah stasiun berdasarkan titik keberadaan hutan mangrove pada setiap pulau.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode garis transek petak contoh dalam pengambilan data, dimana pada setiap stasiun penelitian dibuat 3 plot berukuran 10x10 m² dengan jarak menyesuaikan keadaan mangrove. Setiap individu yang terdapat dalam plot dicatat jenis, jumlah, dan keliling lingkaran batang pohon. Objek yang difokuskan dalam penelitian ini hanya vegetasi mangrove yang memiliki lingkaran batang pohon 16 cm atau berdiameter >5 cm masuk dalam kategori pohon untuk dianalisis lanjut nilai biomassa dan stok karbon tersimpan.

Biomassa suatu tegakan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa variabel seperti data diameter dan tinggi pohon, namun pada penelitian ini hanya menggunakan data diameter batang pohon setinggi dada (DBH). Dalam menghitung biomassa tegakan pohon mangrove menggunakan persamaan allometrik Komiyama et al., (2005) dan mengestimasi jumlah karbon (C) tersimpan menggunakan persamaan Brown (1997) dan IPCC (2006) (Tabel 1).

Table 1. Estimasi total karbon (C) tersimpan persamaan Brown (1997) dan IPCC (2006)

Parameter	Persamaan
Biomassa (ton/ha)	$W_{top} = \rho * 0,251 DBH^{2,46}$ Komiyama <i>et al.</i> , (2005)
Karbon (ton/ha)	Kandungan Karbon = Biomassa x 50% Brown (1997) dan IPCC (2006)

Keterangan:

W_{top} = Biomassa di atas permukaan tanah (ton)

DBH = Diameter batang pohon yang diukur setinggi dada ± 1,3 m

ρ = Berat jenis pohon/kayu

50% = Perkiraan konsentrasi karbon tersimpan dalam bahan organik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biomassa Dan Karbon Tersimpan Di Pulau Mantehage

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan biomassa dan stok karbon tersimpan vegetasi mangrove di Pulau Mantehage (Tabel 2), dapat dilihat nilai rata-rata biomassa yang diperoleh yakni sebesar 13,68 ton/ha dengan kandungan karbon atau jumlah karbon tersimpan sebesar 6,43 ton C/ha. Pada pulau/lokasi ini terdapat 4 stasiun penelitian, dimana nilai biomassa dan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 4 dan yang terendah yakni pada stasiun 1. Stasiun 4 memiliki nilai tertinggi dikarenakan nilai rata-rata diameter batang pohon yang ditemukan pada stasiun ini jauh lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya.

Biomassa Dan Karbon Tersimpan Di Pulau Nain

Dari hasil perhitungan biomassa dan estimasi stok karbon tersimpan vegetasi

mangrove di Pulau Nain (Tabel 3), dapat dilihat nilai rata-rata biomassa yang didapatkan yakni sebesar 13,68 ton/ha dengan kandungan karbon atau jumlah karbon tersimpan sebesar 6,43 ton C/ha. Pada pulau/lokasi ini berbeda dengan pulau sebelumnya karena hanya terdapat 2 stasiun penelitian, dimana nilai biomassa dan karbon tertinggi terdapat pada stasiun 1.

Hal ini dikarenakan stasiun 1 memiliki nilai rata-rata diameter batang pohon yang ditemukan pada stasiun ini lebih tinggi dibandingkan stasiun 2.

Total Biomassa Dan Karbon PPK Wilayah Minahasa Utara

Biomassa merupakan total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Kauffman & Donato 2012). Biomassa suatu tegakan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa variabel seperti data diameter

dan tinggi pohon, namun dalam penelitian ini hanya menggunakan data diameter batang pohon setinggi dada (DBH). Nilai biomassa yang telah diperoleh dapat menunjukkan berapa banyak kandungan karbon yang tersedia atau tersimpan pada suatu tegakan. Dikarenakan hampir 50%

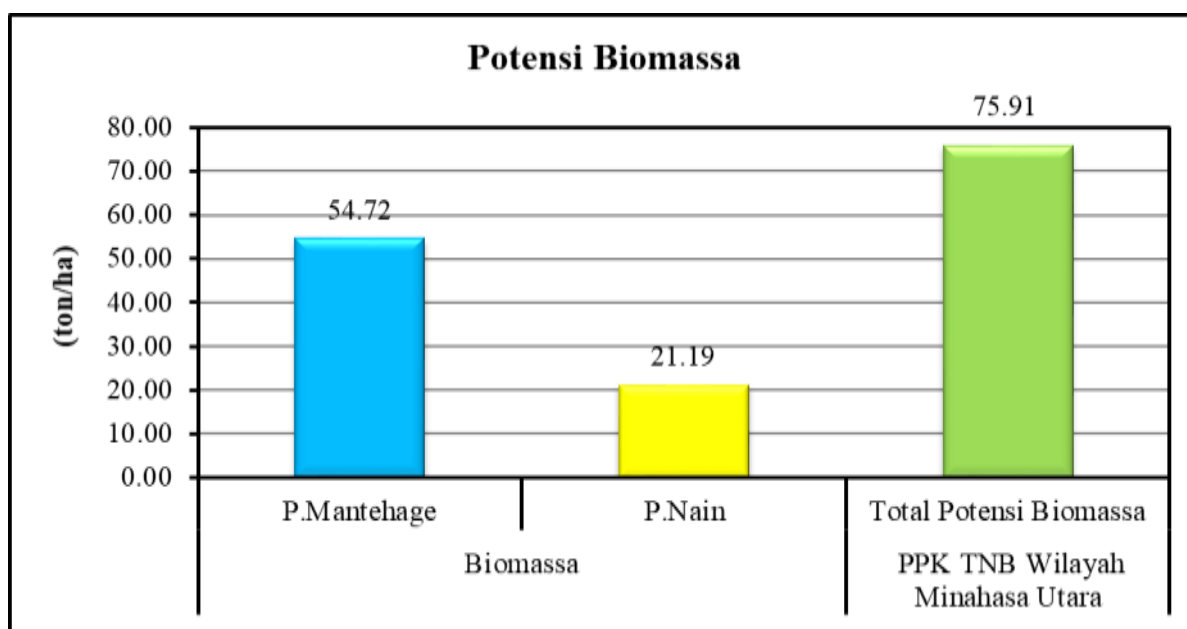
dari biomassa suatu tumbuhan tersusun oleh unsur karbon (Brown 1997). Total potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara dapat di lihat pada Gambar 2 dan 3.

Tabel 2. Potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di Pulau Mantehage

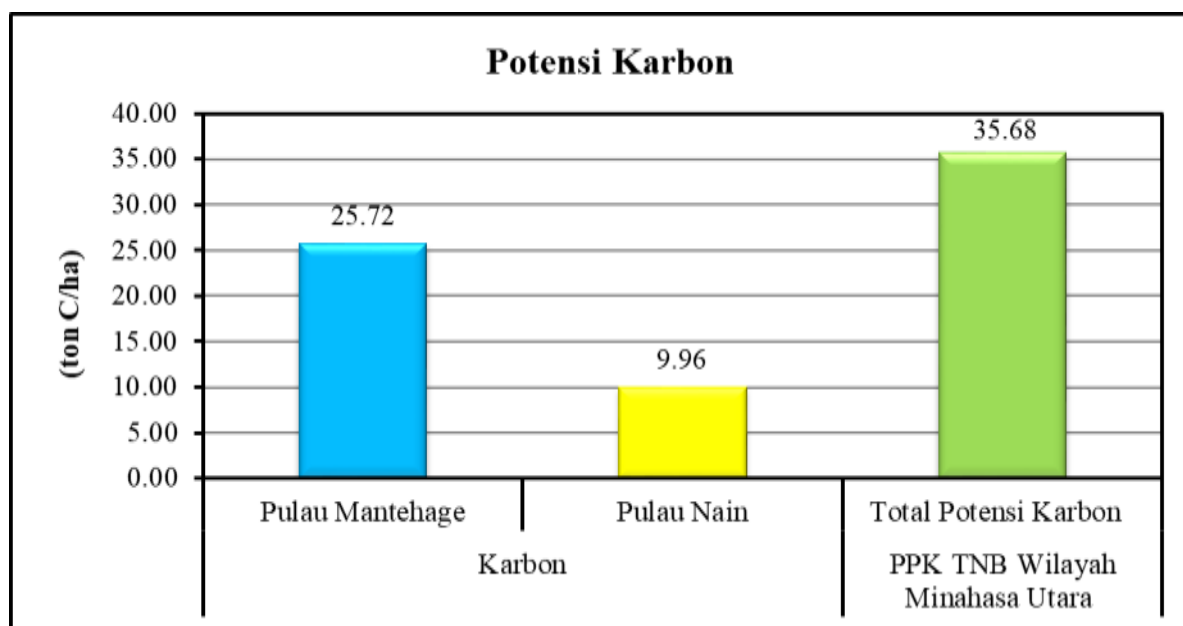
Stasiun	Diameter (cm)	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
ST1	12,12	6,04	2,84
ST2	14,99	10,02	4,71
ST3	19,28	19,26	9,05
ST4	19,45	19,40	9,12
Rata-Rata	16,46	13,68	6,43

Tabel 3. Potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di Pulau Nain

Stasiun	Diameter (cm)	Biomassa (ton/ha)	Karbon (ton/ha)
ST1	24,95	11,96	5,62
ST2	13,99	9,24	4,34
Rata-Rata	19,47	10,60	4,98



Gambar 2. Total potensi biomassa vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara



Gambar 2. Total potensi karbon tersimpan vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara

Dari hasil perhitungan dan estimasi yang disajikan pada Gambar 2 dan 3 di atas, dapat dilihat total potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain) yakni sebesar 75,91 ton/ha atau setara 35,68 ton C/ha. Hasil ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan penelitian yang dilakukan di kawasan hutan mangrove Subelen, Siberut Sumatera Barat yakni sebanyak 49,13 ton/ha atau setara dengan 24,56 ton C/ha (Bismark et al., 2008). Akan tetapi jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang diperoleh Rianti (2012) di hutan mangrove Marine Station Dumai Barat, Kota Dumai yakni sebesar 139,11 ton/ha atau setara dengan kandungan karbon sebesar 69,56 ton C/ha.

Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga dipengaruhi oleh besarnya diameter pohon itu sendiri, hal ini dikarenakan semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomassanya juga akan semakin besar. Pengaruh dari tingginya nilai diameter batang terhadap nilai biomassa suatu tegakan pohon sangat besar dibanding dengan kerapatan sejalan dengan pendapat Adinugroho (2001) bahwa terdapat hubungan erat antara dimensi pohon (diameter dan tinggi)

dengan biomasnya terutama dengan diameter pohon. Seiring pertumbuhan suatu tegakan pohon maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula karena terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis menghasilkan biomassa yang kemudian dialokasikan ke daun, ranting, batang dan akar yang mengakibatkan penambahan diameter serta tinggi pohon (Bismark et al., 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil estimasi total karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di PPK Taman Nasional Bunaken Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain) total potensi biomassa dan karbon tersimpan vegetasi mangrove di PPK TNB Wilayah Minahasa Utara (Pulau Mantehage dan Pulau Nain) yakni sebesar 75,91 ton/ha atau setara 35,68 ton C/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan dan Pendidikan Tinggi ;Universitas Sam Ratulangi; Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsrat; Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI dan Balai Taman Nasional Bunaken.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, C. W. dan S. Kade, 2001. Model Pendugaan Biomassa Pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di atas Permukaan Tanah. *Jurnal penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. III (1) : 103 - 117.
- Bachmid, F., J. N. W. Schaduw., C. F. A. Sondak., U. N. W. J. Rembet., S. V. Mandagi., D. A. Sumilat., dan A. Luasunaung. 2020. Potensi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Di Desa Sarawet Dusun Kuala Batu Kecamatan Likupang Timur Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8 (2) : 152-158
- Bismark M, Subiandono E, Heriyanto NM. 2008. Keragaman dan Potensi Jenis serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(3): 297-306.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. *Forestry Paper* 134. USA: FAO
- Donato, D. C., J. Kauffman., B., D. Murdiyarso., S. Kurnianto., M. Stidham., dan M. Kanninen. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4 (5), 293-297
- IPCC, (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Keith Paustian, N. H. Ravindranath, Andre van Amstel, Michael Gytarsky, Werner A. Kurz, Stephen Ogle, Gary Richards, and Zoltan Somogyi: The Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Hal 9
- Kauffman, J. Boone & Donato, D.C. (2012). *Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forest*. CIFOR.
- Komiyama, A., S. Pongpan., dan S. Kato. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology* 21 : 471–477
- Lahabu, Y., Schaduw, J. N., & Windarto, A. B. (2015). Kondisi Ekologi Mangrove Di Pulau Mantehage Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(2), 41-52.
- Lestari. 2016. Pendugaan Simpanan Karbon Organik Ekosistem Mangrove Di Areal Perangkap Sedimen-Pesisir Cagar Alam Pulau Dua Banten. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. IPB
- Rianti AP. 2012. Potensi Karbon Tersimpan Tegakan Hutan Mangrove Marine Station Kecamatan Dumai Barat, Kota Dumai [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Schaduw, J. N., Yulianda, F., Bengen, D. G., & Setyobudiandi, I. 2011. Pengelolaan ekosistem mangrove pulau-pulau kecil Taman Nasional Bunaken berbasis kerentanan. *Agrisains*, 12(3).
- Schaduw, J.N.W. 2015. Keberlanjutan Pengelolaan Ekosistem Mangrove Pulau Mantehage, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal UNSRAT bidang Sains dan Teknologi*, 2 (2) : 60-70
- Schaduw, J. N.W. 2016. Kondisi Ekologi Mangrove Pulau Bunaken Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 3(2), 64-74.
- Schaduw, J. N. W. 2018. Distribusi dan karakteristik kualitas perairan ekosistem mangrove pulau kecil Taman Nasional Bunaken. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 40-49.
- Schaduw, J. N. W. 2019. Struktur Komunitas dan Persentase Penutupan Kanopi Mangrove Pulau Salawati Kabupaten Kepulauan Raja Ampat Provinsi Papua Barat. *Majalah geografi indonesia*, 33(1), 26-34.

Verisandria, R.J., J.N.W. Schaduw., C.F.A.
Sondak, M. Ompi., A. Rumengan., J.
Rangan.

2018. Estimasi Potensi Karbon Pada
Sedimen Ekosistem Mangrove Di
Pesisir Taman Nasional Bunaken
Bagian Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut
Tropis*. 1 (1) 81-97