E-ISSN. 2809-9346
Journal of Global Forest and Environmental Science Vol. 5, No. 1, Juni 2025
http:/doi.org/10.31186/jgfes.05.01.65-73

Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon Tegakan Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia* L) di Kawasan Konservasi Kota Bengkulu

Potential Biomass and Carbon Storage of Casuarina equisetifolia L. Stands in the Bengkulu City Conservation Area

Albert Farma[1*], Wiryono [1] & Amelia Dwi Susanti [1]

[1]Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangka Hulu, Sumatera, Bengkulu 38371
email: afarma@unib.ac.id

ABSTRACT

Coastal She-Oak (*Casuarina equisetifolia* L) is a pioneer tree species that forms coastal forests in Bengkulu City and plays an important role in the carbon dynamics cycle. The aim of this study was to calculate the biomass potential and carbon storage in sea pine stands within a conservation area, namely Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai. Data collection was conducted from January 2014 to April 2014 using a non-destructive method. The allometric equation used for sea pine was ln Y = -2.177 + 2.523 × (ln DBH) (Dudley & Fownes, 1992). A total of 20 measurement plots were used, each measuring 20m × 20m and systematically placed. The results showed that the biomass of sea pine stands in this area was 9.3 ± 0.04 tons/ha, with a total biomass of 195.6 ± 0.9 tons. Meanwhile, the carbon storage was 4.3 ± 0.9 tons C/ha, and the carbon dioxide sequestration was 15.7 ± 3.15 tons CO_2/ha. Trees with a diameter above 40 cm had the lowest density, but they stored the largest amount of carbon in this area.

Key words: *biomass, carbon storage, Casuarina equisetifolia L*

ABSTRAK

Cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L) adalah sepesies pohon pionir penyusun hutan pantai di Kota Bengkulu yang berperan penting dalam siklus dinamika karbon. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung potensi biomassa dan simpanan karbon pada tegakan cemara laut di salah satu kawasan konservasi yaitu Taman Wisata Alam dan Pantai Panjang dan Pulau Baai. Pengumpulan data dilakukan di bulan Januari 2014 hingga April 2014 dengan metode non-destruktif. Persamaan alometrik cemara laut yang digunakan yaitu ln Y= -2.177 +2.523 x (ln DBH) (Dudley dan Fownes, 1992). Sebanyak 20 plot ukur digunakan dengan ukuran plot 20m x 20m yang ditempatkan secara sistematik. Hasil menunjukkan bahwa biomassa tegakan cemara laut dikawasan ini adalah 9.3 ± 0.04 ton/ ha dengan total biomassa 195.6 ± 0.9 ton. Sedangkan simpanan karbonnya adalah 4.3 ± 0.9 ton C / ha dan serapan karbondioksidanya 15.7 ± 3.15 ton CO_2/ ha. Simpanan karbon terbesar berada pada kelas diameter diatas 40 meskipun kerapatannya paling sedikit ditemukan.

Kata Kunci: biomass, *Casuarina equisetifolia* L, simpanan karbon

PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah salah satu isu global yang selalu diupayakan penanggulangannya. Ini disebabkan oleh meningkatnya gas-gas yang memiliki efek rumah kaca seperti kloroflurokarbon (CFC), Karbon dioksida (CO_2), Metana (CH_4), nitrogen dioksida (NO_2) dan uap air (H_2O) di udara menyebabkan suhu bumi meningkat sehingga mempengaruhi pola perubahan iklim dalam waktu yang panjang. Senyawa karbon dioksida berkontribusi sekitar 60 % terhadap peningkatan efek rumah kaca (Hanks, 1996). Besarnya

kontribusi CO_2 dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam menggunakan energi (Stone et al, 2010).

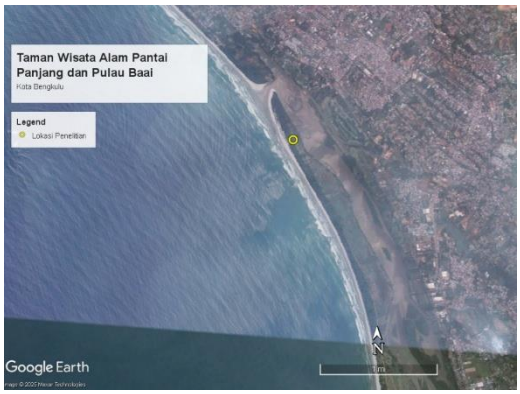
United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) melalui konvensi pertamanya menghasilkan Protocol Kyoto pada tahun 1997 di Kyoto, Jepang. Protocol Kyoto merupakan bentuk komitmen bersama antar negara untuk mengurangi dampak emisi gas rumah kaca. Protokol ini menanwarkan tiga mekanisme yaitu *Joint Implementation (JI), Clean Development Mechanism (CMD)* dan *International Emissions Trade (IET)*. Dengan demikian, negara-negara maju berkewajiban memberikan insentif kepada negara berkembang yang berkomitmen menurunkan tingkat emisinya.

Cemara laut (*Casuarina equistifolia* L) diketahui tumbuh alami di pesisir Kota Bengkulu dan memiliki berbagai manfaat. Spesies ini tergolong spesies pohon pionir yang tumbuh baik di kawasan marginal (Tagawa et al. 1985; Liu et al. 2015; Karthikeyan, 2016). Cemara dapat tumbuh hingga ketinggian 35 m dengan kecepatan pertumbuhan mencapai 1,6 m per tahun pada umur 6 tahun (Ndiaye et al. 1993). Beberapa daerah sebaran alaminya meliputi Teluk Bengal, Chittagon Selatan, Kepulauan Malay, Polynesia dan Australia (Koorders 1909; Steane et al. 2003). Bagi masyarakat lokal, tegakan cemara menjadi tempat beristirahat dan wisata sedangkan kayunya dimanfaatkan sebagai kayu bakar, kayu pertukangan, kayu perkapalan (Farma, 2018). Namun demikian, belum ada publikasi yang mengungkapkan potensi cemara laut sebagai penyerap dan penyimpan karbon terutama di Kota Bengkulu. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengestimasi potensi biomassa dan simpanan karbon pada tegakan cemara laut yang berada di satu kawasan konservasi yang berada di pesisir Kota Bengkulu yaitu Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi informasi penting mengenai simpanan karbon cemara laut sehingga menjadi salah satu pertimbangan penting dalam uapaya mengkonservasinya.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada tegakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia L*) di kawasan Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai Kota Bengkulu (Gambar 1) dari bulan Januari 2014 hingga bulan April 2014. Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai telah ditetapkan melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan dan Perkebunan Nomor 420 Tahun 1999 tentang Penunjukan Taman Wisata Alam Pantai Panjang - Pulau Baai

(Reg.91) di Provinsi Bengkulu dengan luas kawasan 967,2 ha. Secara geografis terletak di antara 30 48’ 16” - 30 58’ 22” LS dan 1020 15’ 06 – 1020 18’ 30” BT. Luas areal tegakan cemara laut yang menjadi objek penelitian yaitu ±21 ha. Data tegakan dikumpulkan dengan menggunakan plot berukuran 20m x 20m yang ditempatkan secara sistematik dengan total plot ukur 20 plot.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di TWA PPPB

Biomassa dihitung dengan menggunakan persamaan alometrik spesies *Caruarina equisetifolia* L yang dibuat oleh Dudley & Fownes pada tahun 1992. Persamaan ini menggunakan variable diameter sebagai penduga biomassanya. Dengan demikian pengukuran hanya dilakukan pada diameter pohon sehingga tidak merusak spesiesnya.

$$\ln Y = -2.177 + 2.523 \times (\ln DBH)$$

Keterangan:

Y = Berat kering tanur (kg)

DBH = Diameter pohon (cm)

Nilai simpanan karbon diduga dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh Hairiah & Rahayu (2007). Karbon yang dihasilkan dari biomassa yaitu 46%, sehingga persamaan sebagai penduga nilai karbon adalah sebagai berikut

$$C = Y \times 0,46$$

Keterangan:

C = nilai simpanan karbon (kg/ha)

Y = biomassa pohon (kg/ha)

E-ISSN. 2809-9346
Journal of Global Forest and Environmental Science Vol. 5, No. 1, Juni 2025
http:/doi.org/10.31186/jgfes.05.01.65-73

Ekuivalen serapan (CO_2) dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan Brown (1997) dalam Samsoedin et al (2009). Nilai serapan CO_2 dihitung dengan mengkalikan besar nilai serapan karbon dengan nilai konversi CO_2.

$$CO_2 = C \times 3{,}67$$

Keterangan:

CO_2 = Nilai CO_2 yang diserap (ton CO_2/ha).

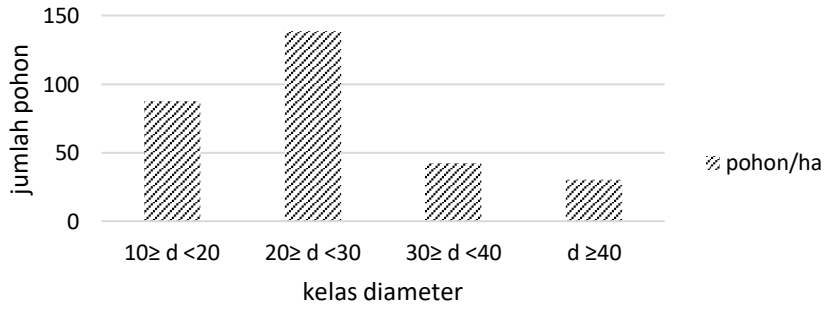
C = Kandungan karbon di atas permukaan tanah (ton / ha).

3,667 = Faktor konversi (berat senyawa CO_2 dibandingkan dengan berat atom C yaitu 44 dan 12)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi diameter tegakan cemara laut

Tegakan cemara laut di Taman Wisata Alam Pantai Panjang dan Pulau Baai tersusun dari berbagai variasi diameter. Setelah dilakukan pembagian empat kelas diameter dengan rentang 10 cm maka diperoleh data yang pada Gambar 2. Kerapatan pohon cemara dengan ukuran diameter 20-30 cm paling banyak ditemukan sedangkan diameter lebih dari 40 cm paling sedikit ditemukan. Kerapatan tegakan dapat dipengaruhi oleh alokasi sumber daya seperti air, cahaya dan unsur hara. Akan tetapi, spesies ini adalah spesies yang dapat hidup dengan baik meskipun kekurangan unsur hara dan dipengaruhi oleh salinitas sehingga masih terdapat faktor lainnya yang bisa mempengaruhi kerapan spesies ini.



Gambar 2. Densitas pohon cemara laut menurut kelas diameter

Keberadaan cemara laut di kawasan ini dapat disebabkan oleh faktor internal maupun eksternal. Ditinjau dari faktor internal, spesies ini berhabitat alami di daerah pesisir dan marginal. Menurut Karthikeyan (2016) kemampuan simbiosis cemara dengan *Frankia*

membuat spesies ini tumbuh lebih baik meskipun dengan kondisi tanah asam dan miskin nutrisi. Kemudian pada tahap suksesi, spesies pionir akan mendominansi di awal dan pada akhirnya akan digantikan dominansinya dengan spesies lain sehingga tidak selamanya spesies ini mempertahankan jumlah dan komposisinya. Hal ini sejalan dengan skema suksesi primer yang modelkan Tagawa et al., (1985) pada Pulau Anak Krakatau dan pulau sekitarnya setelah letusan besar Gunung Krakatau tahun 1883, bahwa hutan klimaks yang akan terbentuk adalah hutan hujan tropis setelah spesies *ficus, terminalia, macaranga, hibiscus* tumbuh sesudah tegakan cemara laut.

Faktor eksternal yang mempengaruhi keberadaan cemara yaitu abrasi dan aktivitas masyarakat. Farma (2018), mengemukakan bahwa tidak sedikit cemara laut diberbagai ukuran ditemukan tumbang karena hempasan gelombang air laut. Intensitas abrasi yang terjadi sepanjang tahun di Bengkulu bervariasi mulai dari 0,5 m hingga 2,5 m (Suwarsono et al. 2011). Salah satu penyebabnya adalah tingginya gelombang laut dan energi gelombang yang besar (Lubis et al. 2021). Adanya aktivitas masyarakat local yang memanfaatkan kayu cemara laut beserta kawasannya juga mempengaruhi populasi cemara. Farma (2018) menemukan adanya aktivitas masyarakat mengubah kawasan TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai menjadi perkebunan sawit dan menebang pohonnya untuk dimanfaatkan kayunya.

Biomassa tegakan

Total biomassa tegakan cemara laut dengan luas tegakan berkisar ± 21 ha di dalam kawasan TWA PPPB yaitu 195,6 ± 0,9 ton dengan nilai per hektarnya sebesar 9,3 ± 0,04 ton biomassa/ ha. Akumulasi biomassa terbesar terdapat pada kerapatan pohon yang berdiameter di atas 40 cm yaitu 3.3 ton /ha, sedangkan akumulasi biomassa terkecil terdapat pada kerapatan pohon dengan diameter 10-20 cm yaitu 0.6 ton /ha (Tabel 1). Ini menunjukkan juga bahwa pertamaban diameter juga meningkatkan biomassa.

Tabel 1. Distribusi biomassa berdasarkan kelas diameter.

No	Kelas Diameter (cm)	Kerapatan pohon (individu/ha)	Biomassa (ton/ha)	Total Biomassa (ton)
1	10≥ d <20	88	0.6	13.6
2	20≥ d <30	139	3.1	66.1
3	30≥ d <40	43	2.2	46.5
4	d ≥40	30	3.3	69.4
Jumlah		300	9.3 ± 0.04	195.6 ± 0.9

Sumber: Data primer 2014

Hampir sebagian besar biomassa tumbuhan merupakan hasil akumulasi karbon dari proses fotosintesis. Proses fotosintesis sangat penting bagi tumbuhan sebagai proses utama

untuk menghasilkan energi dan biomassa untuk kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu sekitar 46 % dari biomassa disusun oleh karbon (Hairiyah & Rahayu, 2007). Dengan demikian, simpanan dan serapan karbon dapat diduga melalui biomassa yang ada pada tumbuhan.

Simpanan Karbon dan Serapan Karbondioksida

Total simpanan karbon tegakan cemara laut di TWA Pantai Panjang dan Pulau Baai adalah 90,0 ±18,1 ton C dan simpanan karbon per hektarnya yaitu 4,3 ton C/ha (Tabel 2). Simpanan karbon ini lebih besar dibandingkan dengan tegakan akasia di taman KEHATI PT Tirta Investama Cilasak, Kabupaten Subang yaitu sebesar 0,79 ton C/ha (Utami et al. 2023). Namun lebih kecil dibandingkan dengan jenis *Avicenia marina* penyusun hutan mangrove di Pantai Sekotong Lombok Barat yang berkisar 22,3 ton C/ha (Haryani et al. 2022) dan perkebunan sawit yang berkisar 91,02 ton C/ha (Wiryono et al., 2021). Jika dibandingkan dengan hutan primer (187,59 ton C/ ha) dan skunder (100,48 ton C/ ha) di hutan lindung Sirimau di Kota Ambon (Luhulima et al. 2020) maka tegakan cemara memiliki lebih sedikit simpanan karbonnya. Berberapa faktor seperti jenis tumbuhan, kondisi tanah, kompleksitas ekosistemnya, dan perlakuan silvikultur dapat mempengaruhi perbedaan simpanan tipe penutupan lahannya.

Tabel 2. Estimasi Simpanan Karbon dan Serapan Karbondioksida di TWA PPPB

No	Kelas Diameter (cm)	Simpanan Karbon (ton C/ha)	Serapan CO_2 (ton CO_2/ha)	Total	
				Simpanan Karbon (ton C)	Serapan CO_2 (ton CO_2)
1	10≥ d <20	0.3	1.1	6.3	23.0
2	20≥ d <30	1.4	5.3	30.4	111.5
3	30≥ d <40	1.0	3.7	21.4	78.6
4	d ≥40	1.5	5.6	31.9	117.1
Jumlah		4.3 ± 0.9	15.7 ± 3.15	90.0 ± 18.1	330.2 ± 66.3

Sumber: Data primer 2014

Pohon berperan penting menyimpan dan menyerap karbon. Pohon dengan diameter di atas 40 lebih banyak menyimpan kabon dibandingkan kelas di bawahnya meskipun kepadatannya paling rendah diantara kelas diameter lainnya. Selama hidupnya tegakan pohon dengan diameter diatas 40 cm telah menyimpan karbon sebesar 1,5 ton C/ha sedangkan pohon yang berdiameter 10-20 cm telah menyimpan karbon sebear 0,3 ton C/ha. Untuk mencapai simpanan karbon yang lebih besar lagi maka upaya perlindungan tegakan cemara sangat sehingga kepadatan pohon besar dapat bertambah. Seperti yang dikemukakan oleh Hairiah & Rahayu (2007), peningkatan jumlah pohon sangat membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

Total serapan CO_2 tegakan di kawasan ini adalah 330,2 ± 66,3 ton CO_2 dengan estimasi perhektarnya 15,7 ± 3,15 ton CO_2/ ha (Tabel 2). Ini menunjukkan bahwa tegakan cemara laut juga berkontribusi besar dalam menyerap karbondioksida di daerah pesisir. Meskipun demikian, kelestarian cemara laut menghadapi berbagai tantangan dan ancaman. Oleh karena itu diperlukan kerjasama antar stakeholder untuk melestarikan cemara laut di dalam maupun di luar luar kawasan seperti advokasi dan pemberdayaan masyarakat sekitar (Farma, 2018).

KESIMPULAN

Tegakan cemara laut (*Casuarina equisetifolia* L) di kawasan konservasi Taman Wisata Alam dan Pantai Panjang dan Pulau Baai Kota Bengkulu disusun dari berbagai ukuran diameter. Potensi biomassa tegakan spesies ini sebesar 9,3 ± 0,04 ton/ ha, simpanan karbon sebesar 4,3 ± 0,9 ton C / ha dan serapan karbondioksida sebesar 15,7 ± 3,15 ton CO_2/ ha. Kerapatan pohon terkecil berada pada diameter di atas 40 cm tetapi memiliki total biomassa, simpanan karbon dan serapan karbondioksida yang terbesar. Sedangkan kerapatan pohon terbesar berada pada diameter 10-20 cm tetapi memiliki total biomassa, simpanan karbon dan serapan karbon dioksida yang terkecil. Dengan demikian, potensi ini masih bisa ditingkatkan lagi dengan menjaga kelestariannya terutama pohon yang berukuran besar.

DAFTAR PUSTAKA

Dudley, N., & Fownes, J. (1992). Preliminary Biomass Equations for Eight Species of Fast Growing Tropical Trees. *Journal of Tropical Forest Science*. Vol.5 (1): 68-73.

Farma, A. 2018. Strategi Konservasi Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia* L) di Provinsi Bengkulu. Tesis. IPB University.

Hairiah, K., & Rahayu, S. (2007). Pengukuran Karbon Tersimpan Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw. Indonesia. 77 p.

Hanks, S. 1996. Ecology and Biosphere.St. Luice Press, Florida

Haryani., Muhlis., Santoso, D. 2022. Potential Carbon Content in The Coastal Mangrove Forests Area Of West Lombok District, West Nusa Tenggara Province. Jurnal Biologi Tropis 22(3): 698-704)

Koorders SH. 1909. Some systematic and phytogeorgraphical notes the Javanese Casuarinaceae, especially of the State Herbaria at Leiden and at Utrecht. (contribution to the knowledge of the Flora of Java III). *Proc KNAW* 11: 415-426.

Karthikeyan, A. (2016). Frankia strains for improving growth, biomass and nitrogen fixation in *Casuarina equisetifolia* seedlings. *J Trop For Sci* 28(3): 135-142.

Liu, X., Lu, Y., Xie, Y., Xue, Y. (2015). The positive interaction between two nonindigenous species, Casuarina () and Acacia (Acacia mangium), in the tropical coastal zone of south China: stand dynamics and soil nutrients. *Trop Conserv Sci* 8(3): 598-609.

Lubis, A. M., Putri, Y. A., Saputra, R., Sinaga, J., Hasanudin, M., Kusmanto, E. 2021. Kajian energi gelombang laut di daerah abrasi serangai, Bengkulu utara melalui pengamatan tinggi gelombang laut. *Indonesia Jurnal of Applied Physics* 11(2): 143-152

Luhulima, S. H., Osok, R. M., & Kaya, E. (2020). Simpanan Karbon Di Atas Permukaan Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Hutan Lindung Sirimau, Pulau Ambon. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(2), 215–223.

Ndiaye, P., Mailly, D., Pineau, M., Margolis, H.A. (1993). Growth and yield of *Casuarina equisetifolia* plantations on the coastal sand dunes of Senegal as a function of microtopography. *For Ecol Manage* 56: 13-28.

Samsoedin, I., Dharmawan, I.W.S., & Siregar, C.A. (2009). Potensi Biomasa Karbon Hutan Alam dan Hutan Bekas Tebangan Setelah 30 Tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 6 (1): 47-56.

Stone, S., Leon, M.C., & Fredericks, P. 2010. Perubahan Iklim dan Peran hutan. Universitas Indonesia. Jakarta.

Suwarsono., Supriati., Suwardi. (2011). Zonasi karakteristik kecepatan abrasi dan rancangan teknik penanganan jalan lintas barat Bengkulu bagian utara sebagai jalur transportasi vital. *Makara Teknol* 15 (1): 31-38

Steane DA, Wilson KL, Hill RS. 2003. Using matK sequence data to unravel the phylogeny of Casuarinaceae. *Mol Phylogenet Evol* 28: 47-59.

Tagawa, H., Suzuki, E., Partomihardjo, T., Suriadarma, A. (1985). Vegetation and succession on the Krakatau Islands, Indonesia. *Vegetation* 60(3): 131-145.

Utami, W. S., Juliani, R., Abidin, Z., Santoso, S., Rahayu., A.D., Ankhoviyya, N. 2023. Potensi Cadangan Karbon dan Serapan CO_2 *Acacia mangium* di Taman Keanekaragaman Hayati PT Tirta Investama, Cilasak, Subang. *Jurnal Rimba Lestari* 3 (02): 74-82.

Wiryono., Muktama, Z., Deselina., Nurliana, S.,Aningtias, H., Anugrah, P.M. 2021. Soil Organic Carbon in Forest and Other Land Use Types at Bengkulu City, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 27(3), 184–192.