

Peran tegakan Akasia dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Studi Biomassa dan Serapan CO₂ di Kampus Itera

Nurika Arum Sari^{1*}, Misda Oktavyani Rajagukguk², Sena Maulana³

Program Studi Rekayasa Kehutanan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

nurika.sari@rh.itera.ac.id 1

sena.maulana@rh.itera.ac.id 2

misdaoktavyani@gmail.com 3

*corresponding author

Intisari —Peningkatan jumlah mahasiswa dan pesatnya pembangunan di lingkungan Institut Teknologi Sumatera (Itera) menyebabkan peningkatan emisi gas karbon dioksida (CO₂). Untuk mengatasi hal tersebut, vegetasi seperti *Acacia mangium* dimanfaatkan sebagai penyerap alami CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi biomassa, cadangan karbon, dan serapan gas CO₂ pada tegakan akasia di kawasan kampus Itera. Pengumpulan data dilakukan menggunakan metode sensus pada 3 lokasi. Pengukuran biomassa pohon menggunakan metode non-destruktif dan pengukuran tumbuhan bawah serta serasah menggunakan metode destruktif pada petak berukuran 2 meter × 2 meter. Pengukuran biomassa dengan metode non destruktif dilakukan menggunakan persamaan alometrik dan metode destruktif dilakukan melalui pengovenan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegakan akasia memiliki potensi biomassa sebesar 471,5 ton/ha, cadangan karbon 221,6 ton/ha, dan serapan CO₂ sebesar 812,5 ton/ha. Tumbuhan bawah memiliki potensi biomassa sebesar 22,29 ton/ha, cadangan karbon 10,47 ton/ha, dan serapan CO₂ sebesar 38,41 ton/ha. Serasah menyumbangkan biomassa sebesar 171,5 ton/ha, cadangan karbon 80,6 ton/ha, dan serapan CO₂ sebesar 314,38 ton/ha. Secara keseluruhan, vegetasi di kawasan kampus Itera menunjukkan potensi signifikan dalam menyimpan karbon dan menyerap CO₂, sehingga penting untuk dijaga dan dikembangkan dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci — Akasia mangium, Biomassa, Cadangan Karbon, Serapan CO₂.

Abstract —The increasing number of students and rapid development in the environment of the Sumatra Institute of Technology (Itera) has caused an increase in carbon dioxide (CO₂) emissions. To overcome this, vegetation such as *Acacia mangium* is utilized as a natural absorber of CO₂. This study aims to analyze the potential biomass, carbon stocks, and CO₂ gas absorption in acacia stands in the Itera campus area. Data collection was carried out using the census method at 3 locations. Tree biomass measurements used non-destructive methods and measurements of undergrowth and litter used destructive methods in plots measuring 2 meters × 2 meters. Biomass measurements using non-destructive methods were carried out using allometric equations and destructive methods were carried out through ovening. The results showed that acacia stands have a biomass potential of 471.5 tons/ha, carbon stocks of 221.6 tons/ha, and CO₂ absorption of 812.5 tons/ha. Understory plants have a biomass potential of 22.29 tons/ha, carbon stocks of 10.47 tons/ha, and CO₂ absorption of 38.41 tons/ha. Litter contributes biomass of 171.5 tons/ha, carbon stocks of 80.6 tons/ha, and CO₂ absorption of 314.38 tons/ha. Overall, vegetation in the Itera campus area shows significant potential in storing carbon and absorbing CO₂, so it is important to maintain and develop it in efforts to mitigate climate change.

Keywords— *Acacia Mangium*, Biomass, Carbon Stocks, CO₂ Absorption

I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena alam yang terjadi di bumi yang diakibatkan oleh meningkatnya suhu bumi. Perubahan iklim yang terjadi diakibatkan oleh meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) [1]. GRK adalah gas-gas di atmosfer yang mampu

menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah yang berasal dari sinar matahari [2]. Salah satu GRK yang paling berperan dalam memicu pemanasan global adalah karbon dioksida (CO₂) [3]. Lebih dari 75% penyumbang emisi GRK adalah CO₂ [4]. Degradasi dan deforestasi merupakan salah satu penyumbang emisi GRK. Terjadinya

degradasi dan deforestasi disebabkan karena tekanan aktivitas manusia, sehingga menyebabkan berkurangnya kemampuan hutan dalam menyerap dan mengonversi karbon dalam biomassa. Hal tersebut memicu perubahan iklim dan pemanasan global.

Perubahan iklim yang terjadi sangat berkaitan dengan peran tumbuhan dalam menyerap dan menyimpan karbon sebagai biomassa. Dalam upaya mengatasi perubahan iklim yang terjadi, Indonesia turut berkomitmen untuk menekan kenaikan suhu global di bawah 2 °C bersama 200 negara lainnya dalam pertemuan *Conference of the Parties* (COP). Hasil dari forum COP ini mendasari munculnya konsep penurunan emisi GRK dengan skema pengurangan emisi akibat deforestasi dan degradasi hutan yaitu *Reducing Emission from Deforestation and forest Degradation* yang dikenal dengan singkatan REDD+ [5]. Strategi nasional dalam mempertahankan dan meningkatkan serapan emisi dilakukan melalui kegiatan Indonesia's FOLU NET SINK 2030.

Institut Teknologi Sumatera (ITERA) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri baru yang berada di provinsi Lampung. Perguruan tinggi ini mengusung konsep *forest campus*, dengan lahan seluas 275 hektar dalam satu kesatuan kepemilikan oleh kemenristekdikti yang berstatus *clean* dan

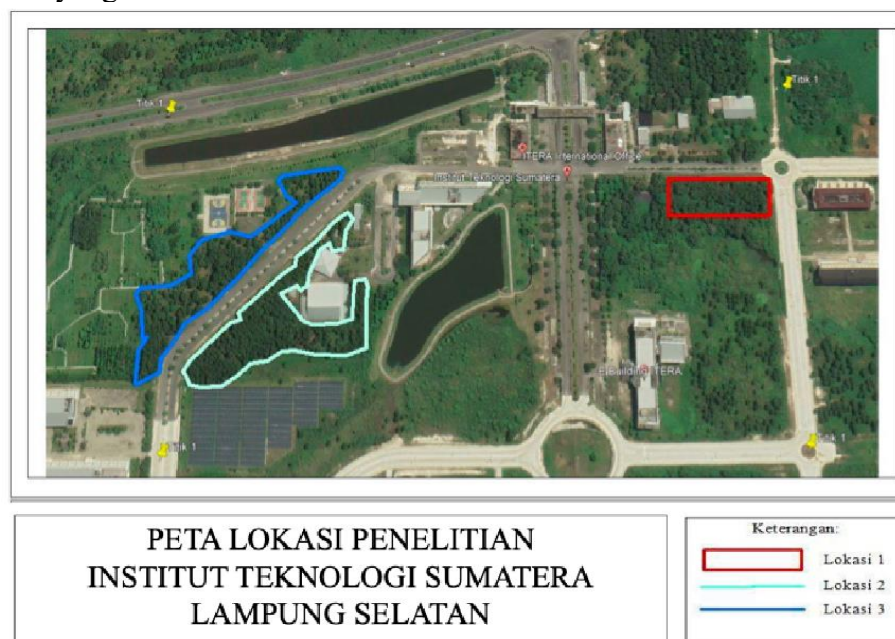
clear. Tingginya peningkatan jumlah mahasiswa dan pembangunan yang pesat mengakibatkan meningkatnya produksi CO₂ di kampus ITERA.

Salah satu cara yang paling efektif untuk penurunan emisi gas rumah kaca yaitu mempertahankan serta meningkatkan kemampuan lahan Itera untuk menyerap GRK dengan memanfaatkan sifat alami pohon sebagai penyerap CO₂. Hal tersebut yang menjadi salah satu alasan ditanamnya jenis-jenis pohon cepat tumbuh di lahan Itera, salah satunya Akasia. Akasia (*Acacia mangium* Willd.) adalah jenis pohon yang dapat menyerap karbon lebih cepat dibandingkan jenis-jenis pohon yang lambat tumbuh [6]. Akasia memiliki toleransi tinggi terhadap berbagai macam tipe tanah, sehingga dapat ditanam pada lahan kritis [7]. Penelitian terkait besaran biomassa, karbon tersimpan dan serapan CO₂ di kawasan Itera saat ini belum ada, sehingga penting untuk dilakukan.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan di kawasan kampus Institut Teknologi Sumatera (Itera). Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gbr. 1 Lokasi Penelitian

Lokasi 1 memiliki luasan 0,0304 ha, lokasi 2 memiliki luasan 0,0513 ha, dan lokasi 3 memiliki luasan 0,0713 ha.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, patok bambu, golok, *phiband*, meteran 100 m, timbangan gantung, timbangan digital, oven, alat tulis, dan laptop. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kantong plastik 2 kg, tali rafia, kertas label, amplop coklat, *tally sheet*.

C. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data biomassa pohon menggunakan metode sensus. Pengambilan data dilakukan dengan mengamati seluruh pohon yang ada pada lokasi penelitian, kemudian dilakukan pengukuran semua diameter pohon. Pengukuran diameter dilakukan pada ketinggian 1,3 m di atas permukaan tanah (*diameter at breast height* /DBH) [8]. Pada penelitian ini juga dilakukan pengambilan data biomassa pada tumbuhan bawah dan serasah dengan metode *random sampling*. Ukuran plot untuk tumbuhan bawah dan serasah adalah 2 m x 2 m. Jumlah plot dihitung menggunakan intensitas sampling sebesar 5% [9].

D. Analisis Data

Pendugaan biomassa pohon menggunakan persamaan alometrik sebagai berikut [10]:

$$BBA = 0,070 D^{2,68}$$

Keterangan:

BBA = biomassa bagian atas (kg)

D = diameter (cm)

Biomassa tumbuhan bawah dan serasah dihitung menggunakan rumus sebagai berikut [11]:

$$Total\ BK\ (g) = \frac{BK\ SubSampel\ (g)}{BB\ SubSampel\ (g)} \times Total\ BB\ (g)$$

Keterangan :

BK = berat kering

BB = berat basah.

Pendugaan stok karbon menggunakan nilai biomassa dengan rumus sebagai berikut [11]:

$$C = 47\ \% \times B$$

Keterangan:

C = Karbon pohon (kg)

B = Jumlah biomassa (kg)

47% = Konstanta karbon menurut SNI (7724:2019)

Perhitungan serapan karbon dioksida dilakukan dengan menggunakan rumus [12] :

$$CO_2 = 44/12 \times C$$

Keterangan :

CO_2 = Jumlah serapan gas CO_2 (ton/ha)

C = Jumlah cadangan karbon (ton/ha)

44/12 = Massa atom relatif C (12) dan massa molekul relatif CO_2 (44)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan di kawasan Itera, khususnya suhu, kelembaban, dan curah hujan, merupakan faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan *Acacia mangium*. Kondisi lingkungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan Gas CO_2 Tegakan Akasia

Waktu	Suhu (°C)		Kelembaban Relatif (%)
	Bola Basah	Bola Kering g	
Pagi	24	25	90
Siang	26	30	70
Sore	25	28	74
Rata-rata			78

Pengukuran suhu menggunakan termometer bola basah dan kering menunjukkan rentang 24–26 °C (basah) dan 25–30 °C (kering), yang termasuk dalam kisaran optimal untuk fotosintesis tanaman [13].

Kelembaban relatif di lokasi penelitian berkisar antara 68–90%, dengan tingkat tertinggi pada pagi dan sore hari akibat rendahnya penguapan. Suhu dan kelembaban memengaruhi laju fotosintesis, yang berperan penting dalam penambahan biomassa melalui penyerapan CO_2 .

Curah hujan di lokasi penelitian memiliki rata-rata sebesar 168,68 mm. Curah hujan di atas 100 mm dikategorikan tinggi dan sangat berpengaruh terhadap biomassa serta struktur tegakan pohon [14].

B. Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan CO_2 Tegakan Akasia

Tanaman akasia merupakan salah satu tanaman *fast growing* yang memiliki potensi dalam menyimpan biomassa. Potensi biomassa, cadangan karbon, dan serapan gas CO_2 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Potensi Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan Gas CO₂ Tegakan Akasia

Lokasi	Kerapatan (N/ha)	Rata-Rata DBH (cm)	Biomassa (ton/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)
1	1381	25,2	407,2	191,4	701,7
2	2579	22,1	614,9	289,0	1059,7
3	1529	23,7	392,4	184,4	676,2
Total	5489	71	1414,5	664,8	2437,6
Rerata	1829,7	23,7	471,5	221,6	812,5

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa biomassa tertinggi terdapat pada lokasi 2 yaitu sebesar 614,89 ton/ha sedangkan terendah terdapat pada lokasi 3 yaitu sebesar 392,39 ton/ha. Hal ini dikarenakan pada lokasi 2 memiliki jumlah individu pohon yang lebih besar dibanding lokasi 1 dan 3. Besarnya jumlah individu yang ditemukan pada lokasi penelitian sangat berpengaruh pada nilai biomassa pohon [15]. Nilai kerapatan pohon pada lokasi 1 lebih rendah dibandingkan dengan kerapatan pohon pada lokasi 3, namun memiliki nilai biomassa lebih tinggi. Hal tersebut dikarenakan selain nilai kerapatan, parameter lain yang mempengaruhi biomassa suatu vegetasi adalah diameter pohon [16]. Cadangan karbon terbesar pada penelitian ini terdapat di lokasi 2 dengan total 289,0 ton/ha sedangkan cadangan karbon terkecil adalah lokasi 3 sebesar 184,4 ton C/ha. Hal ini dikarenakan jumlah individu pohon pada lokasi 2 lebih banyak dibanding lokasi lainnya. Selain itu, tingginya cadangan karbon di lokasi 2 dipengaruhi besarnya biomassa. Cadangan karbon meningkat seiring dengan peningkatan biomassa pohon [17]. Hal tersebut juga terjadi pada serapan gas CO₂, dimana serapan paling besar terdapat pada lokasi 2 yaitu 1059,7 ton/ha. Hal tersebut dipengaruhi besarnya cadangan karbon pada lokasi 2.

C. Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan CO₂ Tumbuhan Bawah

Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan membuat plot berukuran 2 m x 2 m. Jumlah plot pada lokasi 1 sebanyak 4 plot, lokasi 2 sebanyak 6 plot, dan lokasi 3 sebanyak 9 plot. Potensi biomassa, cadangan karbon, dan serapan gas CO₂ disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi Biomassa, Cadangan Karbon, dan Serapan Gas CO₂ Tumbuhan Bawah

Lokasi	Biomassa (ton/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)	Serapan CO ₂ (ton/ha)
1	10,48	4,93	18,06
2	24,57	11,55	42,34
3	31,81	14,95	54,82
Total	66,86	31,42	115,22
Rerata	22,29	10,47	38,41

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai biomassa, cadangan karbon, dan serapan gas CO₂ terbesar yaitu pada lokasi 3. Hal tersebut dikarenakan nilai kerapatan di lokasi 3 lebih tinggi dibandingkan di lokasi lainnya. Faktor yang menyebabkan kerapatan di lokasi 1 dan 2 rendah yaitu adanya pemangkasan tumbuhan bawah. Selain itu, jumlah plot yang diambil di lokasi 3 lebih banyak dibandingkan lokasi lain sehingga sampel yang diperoleh di lokasi 3 lebih banyak.

D. Biomassa dan Cadangan Karbon Serasah
Pengukuran biomassa dan cadangan karbon serasah diukur dengan membuat plot berukuran 2 m x 2 m untuk pengambilan sampel sebanyak 300 gr. Potensi biomassa dan cadangan karbon serasah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi Biomassa dan Cadangan Karbon Serasah

Lokasi	Biomassa (ton/ha)	Cadangan Karbon (ton/ha)
1	136,3	64,0
2	169,9	79,8
3	208,2	97,9
Total	514,4	241,8
Rerata	171,5	80,6

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata biomassa serasah sebesar 171,5 ton/ha dan cadangan karbon sebesar 80,6 ton/ha. Serasah tidak memiliki kemampuan menyerap CO₂ karena terdiri dari komponen mati, sehingga tidak berperan aktif dalam proses fotosintesis seperti halnya bagian vegetasi hidup.

Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata cadangan karbon pada berbagai komponen (pohon, tumbuhan bawah, dan serasah) yaitu 312,67 ton/ha. Lokasi penelitian masuk dalam kategori Hutan Kerapatan Tinggi (HK 3) karena memiliki cadangan karbon > 192 ton c/ha [18].

IV. KESIMPULAN

Potensi cadangan karbon pada tegakan *Acacia mangium* Willd. di kawasan Institut Teknologi Sumatera adalah sebesar 312,67 ton/ha yang masuk dalam kategori hutan kerapatan tinggi. Hal ini menunjukkan potensi tegakan akasia di Itera masuk kedalam kategori baik dalam menyerap karbon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Rekayasa Kehutanan, Institut Teknologi Sumatera (Itera) atas dukungan fasilitas dan izin penelitian yang diberikan. Tak lupa, apresiasi diberikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan pengambilan data di lapangan.

REFERENSI

- [1] Inigo Kila Adinatha and C. Arif, "Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Penggunaan Lahan di Kota Bogor: Inventory of Greenhouse Gas Emissions by Land Use in Bogor," *J. Tek. Sipil Dan Lingkung.*, vol. 7, no. 1, pp. 49–64, Apr. 2022, doi: 10.29244/jsil.7.1.49-64.
- [2] N. Ramadhani, R. Vrika, and R. Fevria, "Greenhouse Effect Triggers of Global Warming and Countermeasures Efek Rumah Kaca Pemicu Pemanasan Global dan Upaya Penanggulangannya," in *Quo Vadis Pengelolaan Biodiversitas Indonesia menuju SDGs 2045*, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.
- [3] C. J. Krebs, *Ecology: Sixth Edition*, Sixth Edition. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.
- [4] Y. Fitri, A. N. Putri, and S. F. Retnawaty, "Estimasi Emisi CO₂ Dari Sektor Rumah Tangga Di Kota Pekanbaru," *Photon J. Sain Dan Kesehat.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–6, Dec. 2020, doi: 10.37859/jp.v11i1.2061.
- [5] W. Wardoyo, "PERUBAHAN IKLIM DAN PERDAGANGAN KARBON DARI PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA (GRK)," *JMB J. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 5, no. 1, Oct. 2019, doi: 10.31000/jmb.v5i1.1993.
- [6] D. Murdiyarso, *Protokol Kyoto: Implikasinya bagi Negara Berkembang*. Penerbit Kompas Gramedia, 2003.
- [7] O. Rusdiana and D. Mulyana, "Pendugaan Potensi Simpanan Karbon Tegakan Campuran Akasia dan Kayu Putih di Area Reklamasi PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.," vol. 04, 2013.
- [8] K. Hairiah, A. Ekadinata, R. R. Sari, and S. Rahayu, *Pengukuran Cadangan Karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan*, 2nd ed. Bogor: World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya Indonesia.
- [9] G. Muhammad Rizki, A. Bintoro, and R. Hilmanto, "Perbandingan Emisi Karbon Dengan Karbon Tersimpan Di Hutan Rakyat Desa Buana Sakti Kecamatan Batanghari Kabupaten Lampung Timur," *J. Sylva Lestari*, vol. 4, no. 1, p. 89, Apr. 2016, doi: 10.23960/jsl1489-96.
- [10] H. Krisnawati, W. C. Adinugroho, and R. Imanuddin, "Monograf Model-Model Alometrik untuk Pemodelan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia," *Pus. Penelit. Dan Pengemb. Konserv. Dan Rehabil. Badan Penelit. Dan Pengemb. Kehutan. – Kementerian. Kehutan.*, 2012.
- [11] Badan Standarisasi Nasional Indonesia, *SNI 7724:2019 Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon – Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon berbasis lahan (land-based carbon accounting)*, 2019.
- [12] R. E. Saputri and G. Senoaji, "Estimasi Serapan dan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Rumah Tangga di Desa Tanjung Harapan Jaya Kabupaten Bengkulu Utara Propinsi Bengkulu," *J. Glob. For. Environ. Sci.*, vol. 2, no. 1, 2022.

- [13] I. W. Wiraatmajaya, *Suhu, Energi Matahari, dan Air Dalam Hubungan Dengan Tanaman*. Bali: UNUD, 2017.
- [14] N. K. Dewi, "KESESUAIAN IKLIM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN," *J. Ilmu-Ilmu Pertan.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–15, 2005.
- [15] A. Raynaldo, Rafdinal, and R. Linda, "Kerapatan dan Biomassa Pohon di Kampus Universitas Tanjungpura Sebagai Kantong Karbon Kota Pontianak," *J. Protobiont*, vol. 7, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [16] Z. Uthbah, E. Sudiana, and E. Yani, "ANALISIS BIOMASA DAN CADANGAN KARBON PADA BERBAGAI UMUR TEGAKAN DAMAR (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) DI KPH BANYUMAS TIMUR," *Scr. Biol.*, vol. 4, no. 2, p. 119, Jun. 2017, doi: 10.20884/1.sb.2017.4.2.404.
- [17] M. A. Hakim, N. K. T. Martuti, and A. Irsadi, "Estimasi Stok Karbon Mangrove di Dukuh Tapak Kelurahan Tugurejo Kota Semarang," *Life Sci.*, vol. 5, no. 2.
- [18] GAR and SMART, "High Carbon Stock (HCS) Assessment PT. KARTIKA PRIMA CIPTA (KPC) West Kalimantan," 2017.