

Evaluasi Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) di Kampus PPNS

Amelia Fiatul Izah¹, Vivin Setiani^{1*}, dan Ahmad Erlan Afiuddin¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah-, Jurusan Teknik Permesinan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: vivinsetiani@ppns.ac.id

Abstrak

Kegiatan operasional kampus memberikan kontribusi terhadap peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂), yang berperan dalam memperburuk efek rumah kaca dan pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dalam penyerapan emisi CO₂ di Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya sebagai upaya mitigasi lingkungan. Penelitian ini dilakukan melalui observasi vegetasi untuk mengidentifikasi jenis, jumlah, dan luas tutupan vegetasi di seluruh area kampus PPNS. Kemampuan daya serap masing-masing jenis vegetasi dihitung berdasarkan metode kuantitatif perhitungan daya serap karbon vegetasi. Hasil analisis menunjukkan terdapat 400 pohon dari 22 jenis dengan kemampuan serapan 1.179,914 ton CO₂/tahun, serta vegetasi semak dan rumput yang menyerap 19,29 ton CO₂/tahun. Total daya serap mencapai 1.199,20 ton CO₂/tahun, atau 78% dari total emisi tahunan sebesar 1.532,096 ton CO₂. Sisa emisi yang belum terserap sebesar 332,892 ton CO₂/tahun, menunjukkan bahwa RTH yang tersedia belum cukup untuk menyerap seluruh emisi yang dihasilkan kampus PPNS.

Keywords: Emisi Karbon, Ruang Terbuka Hijau, Daya Serap

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan fenomena peningkatan suhu rata-rata bumi yang disebabkan oleh akumulasi gas rumah kaca (GRK) di atmosfer. GRK merupakan gas seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), hidrofluorokarbon (HFCs), sulfur heksafluorida (SF₆), dan uap air (H₂O) yang bekerja dengan menahan sebagian radiasi panas matahari yang dipantulkan dari permukaan bumi, sehingga menyebabkan efek rumah kaca (Rahmadania, 2022). Peran berbagai sektor dalam peningkatan emisi GRK menjadi perhatian utama dalam upaya mitigasi perubahan iklim, termasuk sektor pendidikan melalui aktivitas kampus. Institusi pendidikan seperti kampus memiliki jejak karbon operasional yang tidak dapat diabaikan. Berbagai aktivitas seperti perkuliahan, riset laboratorium, operasional gedung, hingga transportasi sivitas akademika menyumbang emisi CO₂ yang signifikan (Nurhayat & Handika, 2019). Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) sebagai pusat pendidikan vokasi dan teknologi memiliki fasilitas seperti laboratorium teknik, bengkel, dan perkantoran dengan konsumsi energi tinggi, menjadikannya sebagai salah satu kontributor emisi karbon dalam skala lokal (Afiuddin & Priastuti, 2016).

Kampus memiliki tanggung jawab ekologis untuk mengelola emisi karbon secara berkelanjutan demi menghadapi tantangan lingkungan. Salah satu pendekatan mitigatif yang relevan adalah pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai penyerap karbon alami (Wahyudi, 2016). RTH merupakan area vegetasi terbuka yang mampu melakukan sequestrasi karbon—proses penyerapan dan penyimpanan karbon melalui vegetasi dan tanah organik (Wakhid, 2018). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa RTH di Universitas Negeri Makassar mampu menyerap emisi dari kendaraan bermotor di seluruh zona akses masuk kampus (Abidin dkk., 2023), dan RTH di Universitas Negeri Semarang mampu mereduksi emisi CO₂ langsung yang dihasilkan kampus secara menyeluruh dengan kapasitas vegetasi sebanyak 10.264 pohon (Chamid dkk., 2018).

Namun, di tengah urbanisasi yang masif dan orientasi pembangunan fisik yang mengedepankan fungsi ekonomi, ketersediaan lahan untuk RTH kawasan perkotaan terus mengalami penurunan. Kekurangan RTH ini berimplikasi pada penurunan kapasitas kota dalam menyerap emisi karbon dan menyeimbangkan ekosistem (Miharja, 2018). Oleh karena itu, institusi pendidikan di wilayah perkotaan memiliki peran strategis sebagai pelopor restorasi lingkungan melalui penyediaan dan optimalisasi fungsi RTH kampus.

PPNS sebagai institusi pendidikan yang berkomitmen terhadap keberlanjutan dan pengurangan emisi karbon perlu melakukan evaluasi terhadap ketersediaan dan kapasitas RTH yang dimiliki. Evaluasi ini penting untuk analisis sejauh mana RTH yang ada mampu menyerap emisi CO₂ dari berbagai aktivitas kampus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecukupan RTH berdasarkan kemampuan penyerapan emisi karbon.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan skala kampus, pengumpulan data ketersediaan RTH dilakukan dengan menghitung jumlah pohon dan mengukur luasan RTH yang tersedia di PPNS.

2.1 Kemampuan Penyerapan Jenis Tegakan Pohon

Pohon yang dihitung merupakan pohon yang memiliki tinggi ≥ 3 meter dan keliling batang pohon ≥ 30 cm. Koefisien daya serap pohon mengacu pada data sekunder yang diperoleh dari penelitian sebelumnya. (Prasetyo, dkk 2018)

$$K = DS \times \text{jumlah pohon} \quad (1)$$

Keterangan :

K = Kemampuan Penyerapan terhadap CO₂ (kg/tahun)

DS = Daya serap vegetasi (kg/pohon/tahun)

2.2 Kemampuan Penyerapan Berdasarkan Luas Tutupan Vegetasi

Luas tutupan vegetasi menunjukkan kerapatan vegetasi per satuan luas yang terdiri dari kelompok tanaman seperti semak dan rumput. Perhitungan kemampuan penyerapan CO₂ berdasarkan luas tutupan vegetasi dihitung menggunakan persamaan berikut (Maytantri, 2020):

$$K = LT \times DS \quad (2)$$

Keterangan :

K = Kemampuan Penyerapan terhadap CO₂

LT = Luas tajuk atau luas tutupan vegetasi (m²)

DS = Daya serap vegetasi tipe penutup (kg/ha/hari)

Tabel 1. Daya Serap Tipe Tutupan Vegetasi

Tipe Penutup	Daya Serap CO ₂ (kg/Ha/Hari)
Pohon	1.559,10
Semak Belukar	150,68
Padang Rumput	32,88
Sawah	32,88

Sumber: Maytantri, 2020

2.3 Perhitungan Potensi Sisa Emisi

Potensi sisa emisi merupakan potensi sisa emisi CO₂ yang belum terserap oleh RTH. Berikut merupakan perhitungan potensi sisa emisi (Naufal dkk., 2023) :

$$\text{Sisa emisi} = \text{Emisi CO}_2 - K \text{ total} \quad (3)$$

Keterangan :

Sisa emisi = Sisa emisi yang belum terserap (ton/tahun)

Emisi CO₂ = Total emisi yang di hasilkan (ton/tahun)

K = Total Kemampuan Penyerapan RTH terhadap CO₂ (ton/tahun)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kemampuan Serapan CO₂ Berdasarkan Jenis dan Jumlah Pohon

Keberadaan vegetasi berupa tegakan pohon yang ada pada kawasan kampus memiliki kemampuan untuk mereduksi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas kampus (Ergantara dkk., 2025). Berdasarkan penelitian Febriansyah dkk (2022) kemampuan penyerapan pohon terhadap emisi CO₂ dapat dipengaruhi oleh jumlah dan jenis pohon. Data jumlah individu pohon ini diperoleh dengan melakukan survei terhadap pohon yang ada di kawasan PPNS. Survei dilakukan secara terstruktur berdasarkan area kawasan seperti gedung, taman dan area lainnya. Hal ini dimaksudkan agar pohon-pohon yang ada di kawasan PPNS dapat terdata secara menyeluruh. Kemampuan daya serap setiap jenis tanaman terhadap CO₂ dapat dihitung menggunakan persamaan (1) dimana koefisien daya serap tiap jenis pohon berupa data sekunder yang berasal dari penelitian sebelumnya. Penelitian Indriani (2021) menyatakan bahwa penyerapan maksimum CO₂ pada tumbuhan terjadi pada kondisi intensitas cahaya matahari penuh dan hari yang panjang, sehingga efisiensi fotosintesis dan penyerapan CO₂ meningkat. Hasil perhitungan kemampuan penyerapan pohon terhadap CO₂ dapat dilihat lengkap pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah dan Daya Serap Pohon

No	Nama Pohon	Nama Latin	Daya Serap (kg/pohon/tahun)	Jumlah Pohon	Total Daya Serap (kg/tahun)	Total Daya Serap (Ton/tahun)
1	Bonsai	<i>Casuarina equisetifolia</i>	56,90 ^[8]	2	56,9072	1,06
2	Pucuk Merah	<i>Oleane syzygium</i>	123,87 ^[2]	15	123,87	1,86
3	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i>	464,3976 ^[3]	47	464,3976	21,83
4	Tabebuia	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	105,87 ^[6]	16	105,87	1,69
5	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	455,17 ^[2]	100	455,17	45,52

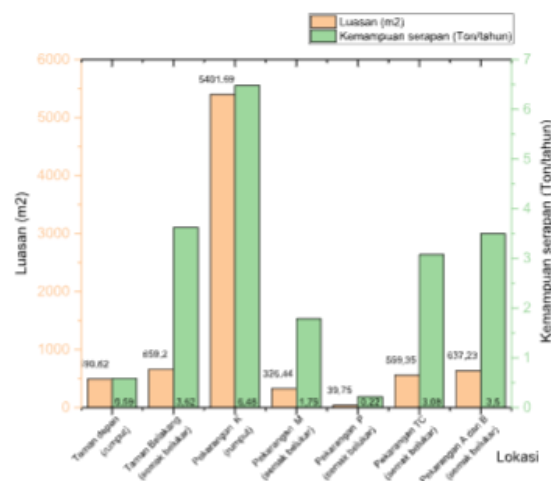
No	Nama Pohon	Nama Latin	Daya Serap (kg/pohon/tahun)	Jumlah Pohon	Total Daya Serap (kg/tahun)	Total Daya Serap (Ton/tahun)
6	Trembesi	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr,	28500 ^[1]	15	28500	427,50
7	Sawo	<i>Manilkara kauki</i>	41,78 ^[3]	18	41,78	0,75
8	Glodok tiang	<i>Polyalthia longifolia</i>	6304,92 ^[3]	28	6304,92	176,54
9	Sawit	<i>Elaeis guineensis</i>	56,90 ^[8]	6	56,9072	5,93
10	Glodok biasa	<i>Polyalthia longifolia</i>	6304,92 ^[3]	19	6304,92	119,79
11	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	6216,08 ^[6]	48	6216,08	298,372
12	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	1255,40 ^[2]	1	1255,4	1,26
13	Kamboja	<i>Plumeria</i>	44 ^[3]	1	44	0,04
14	Palem	<i>Palm</i>	31,98 ^[4]	15	31,98	0,48
15	Kapuk randu	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	1904,2 ^[7]	3	1904,2	5,71
16	Jati	<i>Tectona grandis</i>	135,27 ^[6]	28	135,27	3,79
17	pohon sakura	<i>Ara benying</i>	117,68 ^[3]	9	117,68	1,06
18	Juwet	<i>Syzygium cumini</i>	56,90 ^[8]	1	56,9072	3,09
19	Pohon Mimba	<i>Neem Tree</i>	8760 ^[5]	6	8760	52,56
20	Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	592 ^[1]	17	592	10,06
21	Jambu	<i>Psidium Guajava</i>	250 ^[2]	4	250	1
22	Ketapang kencana	<i>Terminalia mantaly</i>	23,48 ^[3]	1	23,48	0,02
TOTAL				400	1.179.913,57	1.179,914

Sumber : [1] (Indriani dkk., 2021); [2] (Febriansyah dkk., 2022);[3] (Anisatus, 2018) [4] (Achmad dkk., 2022); [5] (Damayani, 2021); [6] (Dahlan, 2008); [7] (Santoso dkk., 2021) ;[8] (Maytantri,2020).

Tabel 2 menunjukan bahwa terdapat 22 jenis pohon yang tertanam di PPNS dengan total pohon sebanyak 400 pohon. Tanaman yang dominan ditanaman di kawasan PPNS ini merupakan jenis pohon besar seperti pohon mangga, angkana dan pulai. Pohon angkana, pulai dan tanjung merupakan salah satu jenis pohon yang dianjurkan di tanam untuk mengurangi polusi udara karena memiliki masa daun padat dan kemampuan menyerap polusi udara (PermenPUPR, 2008). Jenis pohon peneduh seperti pohon jambu dan tabebuaya merupakan salah satu upaya penghijauan kampus untuk menciptakan lingkungan yang lebih sejuk dan lebih indah (Fajar dkk., 2023). Tegakan pohon yang tertanam di PPNS memiliki kemampuan penyerapan terhadap CO₂ sebesar 1.179,914 Ton/tahun. Banyaknya gas CO₂ yang disimpan oleh pohon tergantung dari umur, spesies, tipe tanah, iklim, serta cara pengolahannya (Gelaye dan Getahun 2024).

3.2 Kemampuan Serapan CO₂ Berdasarkan Luas Tutupan Vegetasi

Kawasan PPNS juga memiliki RTH dengan jenis vegetasi semak belukar dan rumput. Identifikasi yang dilakukan dalam perhitungan ini, dilakukan pengukuran luas area vegetasi dan mengamati jenis penutup vegetasi, sehingga dapat dihitung kemampuan penyerapannya menggunakan persamaan (2).



Gambar 1 Kemampuan Serapan Luasan Vegetasi

Tabel 3 menunjukkan nilai kemampuan daya serap CO_2 berdasarkan luas vegetasi yang ada di PPNS sebesar 19,29 Ton/tahun. Kemampuan penyerapan CO_2 oleh vegetasi semak dan rumput memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kemampuan penyerapannya tegakan pohon. Pohon memiliki biomassa yang lebih besar dibandingkan dengan semak dan rumput. Biomassa yang besar dapat menyimpan lebih banyak karbon didalam batang, cabang dan akar, sedangkan tanaman bawah atau jenis rumput dan semak memiliki bagian hijau yang relatif kecil dan sedikit kayu sehingga mampu menyimpan karbon dalam jumlah terbatas (Santoso dkk., 2021).

3.3 Analisis Kebutuhan RTH

Aktivitas kampus PPNS menghasilkan emisi CO_2 sebesar 1.532,096 ton/tahun. RTH berupa tegakan pohon dan vegetasi yang tertanam mampu menyerap emisi CO_2 1.199,20 ton/tahun, seperti tercantum pada Tabel 1 dan 2. Selisih antara serapan dan total emisi merupakan sisa emisi yang tidak dapat direduksi, dan dihitung melalui Persamaan (3). RTH di PPNS menyerap 78,6% emisi CO_2 , namun menyisakan 325,637 ton/tahun yang belum terserap. Kondisi ini menunjukkan bahwa RTH yang tersedia belum mencukupi dalam menyerap emisi CO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas kampus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap ketersediaan RTH di Kampus PPNS, kemampuan RTH dalam menyerap emisi CO_2 mencapai 78%. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat potensi sisa emisi sebesar 332,892 ton CO_2 /tahun yang belum terserap. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan RTH di PPNS belum mencukupi untuk menyerap seluruh emisi CO_2 yang dihasilkan oleh aktivitas kampus.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PPNS khususnya tim UIGM PPNS atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, M. R., Umar, R., Liani, A. M., Nur, R., Atjo, A. A., Buraerah, M. F., Ashar, A., Amal, A., & Yanti, J. (2023). Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO_2). *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2), 104.
- Achmad, N. F., Lingkungan, D. T., & Hasanuddin, U. (2022). *Tugas akhir analisis kebutuhan ruang terbuka hijau di fasilitas ibadah*.
- Afiuddin, A. E., & Priastuti, U. (2016). Perhitungan Emisi Karbon Dan Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Di Lingkungan Kampus (Studi Kasus : Kampus Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya). *Seminar Nasional Maritim, Sains, Dan Teknologi Terapan*, 01(November), 1–5.
- Anisatus, S. (2018). Korelasi Antara Ruang Terbuka Hijau dengan Konsentrasi Karbon Dioksida dan Oksigen di Kampus UIN Sunan Ampel Surabaya. *Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel*.
- Chamid, A., Setyowati, L. D., & Tukidi. (2018). Analisis Ketersediaan Pohon Sebagai Penyerap Emisi Karbon di Kampus Unnes. *Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*. 7 (1).
- Dahlan, E. N. (2008). Jumlah Emisi Gas CO_2 Dan Pemilihan Jenis Tanaman Berdaya Rosot Sangat Tinggi : Studi Kasus Di Kota Bogor (*The Amount of CO_2 Gases Emission and Selection of Plant Species with Height*

- Carbon Sink Capability : Case Study in Bogor Municipality*). *Media Konservasi*, 13(2), 85–89.
- Damayani, E. (2021). *Analisis Kemampuan Vegetasi Dalam Mereduksi Emisi Karbon Kendaraan Bermotor Pada Jalur Hijau Jalan Kecamatan Baiturrahman Kota Banda Aceh*. Thesis.
- Ergantara, R. I., Nasoetion, & Janika, V. E. (2025). Kondisi Ruang Terbuka Hijau Di Kawasan Universitas Malahayati Dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida Dari Kendaraan Bermotor. *Junal Serambi Engineering*, X(1), 11583–11589.
- Fajar, M, T., Nuriyante, A, M, A., Ratnasari, D., & Rahma, M. (2023) Penanaman Pohon Peneduh Kampus 2 Universitas Abdurachman Salaeh SituBondo. *Jurnal Pengabdiam*. 7 (1).
- Febriansyah, A. R., Ergantara, R. I., & Nasoetion, P. (2022). Daya Serap CO₂ Tanaman Pengisi Ruang Terbuka Hijau (RTH) Privat Rumah Besar Perumahan Springhill Dan Citra Mas Di Kelurahan Kemiling Permai. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains*, 6(1), 20–31.
- Indriani, A., Polii, B. J. V., & Tommy Ogie. (2021). *Potential Leaves Of Trembesi (Albizia Saman (Jacq. Merr.) As Bioaccumulators For Heavy Metal (Pb) In Manado City*. 2, 21–31.
- Maytantri, A. (2020). *Evaluasi Dan Perencanaan Ruang Terbuka Hijau Berbasis Serapan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) Di Zona Timur Laut Kota Surabaya (Studi Literatur Dan Kasus)*. Tugas Akhir. Intitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Miharja, F.J., Husamah, H., & Muttaqin, T. (2018). Analisis kebutuhan ruang terbuka hijau sebagai penyerap emisi gas karbon di kota dan kawasan penyangga Kota Malang. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*.
- Naufal, Z, M., Sari, k, E., Meidiana, C. (20233). Daya Serap Vegetasi Taman Singha Merjosari Terhadap Emisi CO₂ Kendaraan Bermotor. *Planning for Urban Region and Environment*. 12(3).
- Nurhayat, N., & Handika, R. A. (2019). Prediksi Jejak Karbon Fakultas Sains Dan Teknologi Kampus Pinang Masak Universitas Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(2), 51.
- Prasetia, H., Riduan, R., & Annisa, N. (2018). Variasi Kemampuan Beberapa Jenis Pohon Dalam Menyerap CO₂ Pada Taman Kota Banjarbaru. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 4(2), 72–76.
- Rahmadania, N. (2022). Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca Dan Penanggulangannya. *Ilmuteknik.Org*, 2(3), 1–12.
- Roshintha, R. R., & Mangkoedihardjo, S. (2016). Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) Pada Kawasan ITS Sukolilo, Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2).
- Santoso, N., Sutopo, S., Prasetya Pambudi, G., Febriansyah Danarta, V., Alif Wibisono, R., Puji Astuti, T., & Aryo Wicaksono, D. (2021). Pendugaan Biomassa Dan Serapan Karbon Di Beberapa Areal Taman Hutan Kota Jakarta, Bekasi Dan Bogor (Estimated Value Of Biomass And Carbon Sequestration In Several Forest Park Of Jakarta, Bekasi And Bogor). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(1), 35–49.
- Wahyudi, J. (2016). The Mitigation Of Greenhouse Gases Emission. *Jurnal Litbang*, XII (2), 104–112. Litbang, Xii(2), 104–112.