

Jurnal Arsitektur Lansekap

Beranda: <https://ejournal1.unud.ac.id/index.php/lanskap>

eISSN: 2442-5508

Artikel riset

Strategi penanaman untuk meningkatkan potensi penyerapan karbon pada taman kota

Rosyi Damayanti Twinsari Manningtyas^{1*}, Bambang Sulistyantara¹, Tati Budiarti¹, Herlinda Anggie Yuliana², Caeza Adzania Zahra³

1. Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, IPB University, Bogor, Indonesia

2. PT Ciputra Mitra Tunas, Semarang, Indonesia

3. CV Asri Jaya, Pakuwon City, Surabaya, Indonesia

*E-mail: rosyidamayanti@apps.ipb.ac.id

Info artikel:

Diajukan: 27-04-2026

Diterima: 08-06-2026

Abstract

Urban green spaces are essential for sustainable urban development due to their role in providing ecosystem services, particularly carbon sequestration through urban vegetation. This study assesses the carbon absorption capacity of trees in two Indonesian city parks: Taman Indonesia Kaya (TIK) in Semarang, Central Java and Taman Singha Merjosari (TSM) in Malang, East Java, using the i-Tree Eco model with standardized measurements of seven tree parameters, including diameter at breast height (DBH), total height, crown base height, crown width, percentage of crown loss, crown health, and percentage of light exposure. Results show that TIK, with 142 individuals and 33 species, has a higher total carbon absorption of 2.390,9 kg C/year. In contrast, TSM, with 131 individuals and 14 species, demonstrates greater absorption efficiency per species, primarily due to the presence of broad-canopied, nitrogen-fixing trees, although its total carbon uptake is lower at 1.320 kg C/year. However, the Mann-Whitney U test confirms that TSM is more effective in carbon sequestration than TIK. Based on these findings, five strategic planting recommendations are proposed: prioritizing high-biomass species, integrating native species, optimizing canopy and root space, minimizing excessive pruning, and conducting regular tree monitoring. This study provides empirical evidence to highlights the importance of species selection and tree management strategies to enhance the carbon sequestration potential and ecological resilience of urban parks in tropical cities.

Keywords: carbon sequestration, i-Tree Eco, landscape, urban park, urban trees

Intisari

Kata kunci: i-Tree Eco, lanskap, pohon perkotaan, sekuestrasi karbon, taman kota

Ruang terbuka hijau perkotaan merupakan elemen penting dalam pembangunan kota berkelanjutan karena perannya dalam menyediakan jasa ekosistem, khususnya penyerapan karbon melalui vegetasi perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kapasitas penyerapan karbon pohon pada dua taman kota di Indonesia, yaitu Taman Indonesia Kaya (TIK) di Semarang, Jawa Tengah dan Taman Singha Merjosari (TSM) di Malang, Jawa Timur, menggunakan model i-Tree Eco dengan pengukuran terstandar terhadap tujuh parameter pohon, termasuk diameter setinggi dada (DBH), tinggi total, tinggi pangkal tajuk, lebar tajuk, persentase tajuk hilang, kesehatan tajuk, dan persentase paparan cahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa TIK, dengan 142 individu dan 33 spesies, memiliki total serapan karbon yang lebih tinggi, yaitu sebesar 2.390,9 kg C/tahun. Sebaliknya, TSM dengan 131 individu dan 14 spesies, menunjukkan efisiensi serapan karbon per spesies yang lebih besar, terutama karena keberadaan pohon berkanopi lebar dan berkemampuan fiksasi nitrogen, meskipun total serapan karbonnya lebih rendah, yaitu sebesar 1.320 kg C/tahun. Namun demikian, uji Mann-Whitney U mengonfirmasi bahwa TSM lebih efektif dalam penyerapan karbon dibandingkan TIK. Berdasarkan temuan tersebut, diajukan empat rekomendasi strategis penanaman, yaitu memprioritaskan spesies dengan biomassa tinggi, mengintegrasikan spesies asli, mengoptimalkan ruang tajuk dan perakaran, serta meminimalkan pemangkasan berlebihan. Penelitian ini memberikan bukti empiris yang menekankan pentingnya pemilihan spesies pohon dalam meningkatkan potensi penyerapan karbon dan ketahanan ekologis taman kota di wilayah tropis.

1. Pendahuluan

Ruang terbuka hijau (RTH) merupakan elemen penting dalam pembangunan kota berkelanjutan karena memberikan fungsi ekologis, sosial, estetika, dan kesehatan masyarakat. RTH berperan dalam menurunkan suhu udara, meningkatkan kualitas udara, menyerap air hujan, serta menyediakan ruang rekreasi yang mendukung kesejahteraan psikologis (Azahra et al. 2023). Urgensi ini ditegaskan dalam Permen ATR/BPN No. 14 Tahun 2022 yang menekankan penyediaan dan pemanfaatan RTH dengan mempertimbangkan aspek ekologis, resapan air, ekonomi, sosial budaya, estetika, dan mitigasi bencana (Kementerian ATR/BPN 2022). Dalam konteks ini, pohon sebagai elemen utama RTH berperan dalam menyerap karbon dioksida melalui fotosintesis, menghasilkan oksigen, mengendalikan polusi udara, serta memodifikasi iklim mikro (Dwiputri et al. 2018; Putra et al. 2022; Nadhifa et al. 2024). Selain itu, kanopi pohon mampu mengurangi limpasan air hujan (Afrizal et al. 2022). Oleh karena itu, pemilihan spesies pohon yang tepat menjadi krusial dalam mengoptimalkan fungsi ekologis taman kota (Lukmanniah dan Fatimah 2017; Wibowo dan Sulistyantara 2023). Namun, praktik penanaman di perkotaan masih cenderung berorientasi pada estetika dan ekonomi jangka pendek tanpa mempertimbangkan kapasitas ekologis dan kesesuaian lingkungan. Padahal, efektivitas penyerapan karbon dipengaruhi oleh spesies, kondisi lingkungan, serta faktor tumbuh seperti tanah, kelembapan, air, dan cahaya (Huang dan Sheng 2025).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan karbon berbeda antarspesies dan dipengaruhi oleh karakteristik morfologis serta kondisi lingkungan. Yudithia et al. (2021) menunjukkan bahwa keanekaragaman pohon berkorelasi positif dengan penyerapan karbon, sementara Gusfi et al. (2025) dan Fauziah et al. (2021) menegaskan bahwa spesies dengan biomassa tinggi dan kondisi tanah yang sesuai dapat meningkatkan cadangan karbon. Selain itu, Ombi et al. (2025) menekankan pentingnya parameter kerapatan dan diameter pohon dalam estimasi karbon, sehingga pemilihan spesies harus bersifat kontekstual dan berbasis data lapangan. Meskipun demikian, masih terdapat kesenjangan signifikan dalam aplikasi strategis pemilihan spesies pohon di kota-kota Indonesia. Sebagian besar studi berfokus pada hutan alam

atau lahan rehabilitasi, sementara kajian mengenai efektivitas spesies pohon pada taman kota dengan tekanan urbanisasi tinggi masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi spesies pohon yang paling efektif dalam menyerap karbon pada taman kota serta menyusun strategi penanaman yang optimal. Studi dilakukan di Kota Semarang, Jawa Tengah dan Malang, Jawa Timur yang memiliki perbedaan kondisi iklim, topografi, dan tekanan urbanisasi, sehingga memungkinkan analisis komparatif dalam konteks adaptasi spesies (BPS Kota Semarang 2025; BPS Kota Malang 2025; Patel et.al 2024). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar empiris bagi kebijakan pengelolaan taman kota di Indonesia.

2. Metode

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada dua taman kota di Indonesia, yaitu Taman Indonesia Kaya (TIK) di Kota Semarang, Jawa Tengah dengan luas 11.591 m² dan Taman Singha Merjosari (TSM) di Kota Malang, Jawa Timur seluas 11.057 m², yang dipilih berdasarkan perbedaan karakteristik ekologi dan kondisi urban sebagai representasi wilayah pesisir dan dataran tinggi. TIK Semarang berada pada ketinggian 4 mdpl dengan kemiringan 0–5% (dataran rendah), sedangkan TSM Malang berada pada ketinggian 459 mdpl dengan kemiringan 0–25% (dataran tinggi). Pengumpulan data dilakukan pada Januari–Maret 2023 di TIK Semarang dan Januari–Maret 2024 di TSM Malang, dengan peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1 serta peta inventarisasi taman pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian : (a) Taman Indonesia Kaya, Semarang, dan (b) Taman Singha Merjosari, Malang



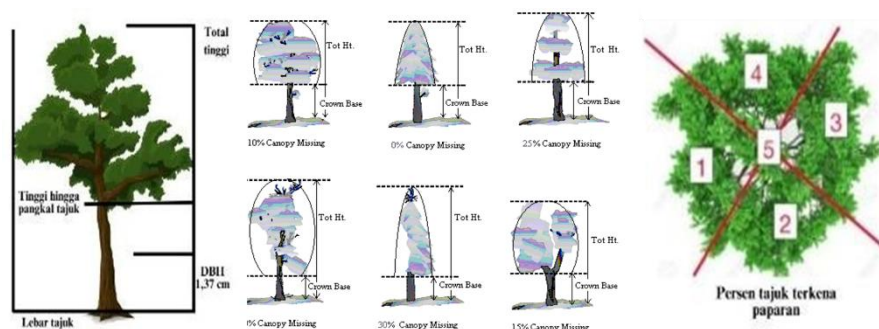
Gambar 2. Dokumentasi kondisi Taman Indonesia Kaya, Semarang (Yuliana 2023)



Gambar 3. Dokumentasi kondisi Taman Singha Mejosari, Malang ((Zahra 2024)

2.2 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dengan pengukuran tujuh variabel karakteristik pohon, yaitu diameter batang setinggi dada (DBH), tinggi total, tinggi pangkal tajuk, lebar tajuk, persentase tajuk hilang, kesehatan tajuk, dan persentase paparan cahaya. Tahapan pengambilan data mengacu pada (Yuliana 2023; Zahra 2024) yang meliputi penyusunan tally sheet, pemetaan posisi pohon menggunakan citra Google Earth, identifikasi spesies menggunakan aplikasi PI@ntNet, pengukuran lapangan berdasarkan tujuh parameter, serta pencatatan hasil. Pengukuran dilakukan menggunakan alat standar, dengan DBH diukur pada ketinggian 1,3 m menggunakan pita ukur, tinggi pohon dan tinggi pangkal tajuk menggunakan hypsometer digital, serta lebar tajuk diukur secara horizontal. Penilaian persentase tajuk hilang, kesehatan tajuk, dan paparan cahaya dilakukan secara visual mengacu pada i-Tree Eco Manual versi 4.1.0 (USDA 2021). Persen tajuk terkena paparan ditentukan berdasarkan pendekatan Crown Light Exposure (CLE), yaitu penilaian jumlah bagian tajuk yang menerima cahaya langsung. Tajuk pohon dibagi secara visual menjadi lima bagian paparan. Setiap bagian yang menerima cahaya langsung diberi nilai satu, sedangkan bagian yang terhalang oleh tajuk pohon lain, bangunan, atau objek lain tidak dihitung. Dengan demikian, nilai paparan tajuk berada pada skala 0–5, yaitu 0 apabila tidak ada bagian tajuk yang menerima cahaya langsung dan 5 apabila seluruh sisi serta bagian atas tajuk menerima cahaya langsung. Untuk penyajian dalam bentuk persentase, nilai CLE dikonversi menjadi persentase dengan rumus: persentase paparan tajuk = $(\text{nilai CLE}/5) \times 100\%$, sehingga nilai CLE 1, 2, 3, 4, dan 5 masing-masing setara dengan 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100% paparan tajuk.



Gambar 4. Ilustrasi data yang dikumpulkan berdasarkan 7 parameter pohon (USDA 2021; Syasita 2022)

Seluruh data kemudian diinput ke dalam formulir digital untuk analisis. Ketujuh parameter tersebut digunakan sebagai indikator dalam menilai biomassa, vitalitas, kapasitas fotosintesis, serta potensi stres ekologis pohon dalam kaitannya dengan penyimpanan dan penyerapan karbon. Ilustrasi parameter pengukuran disajikan pada Gambar 4.

2.3 Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil pengukuran diinput ke dalam perangkat lunak i-Tree Eco, model yang dikembangkan oleh USDA Forest Service untuk mengevaluasi layanan ekosistem vegetasi perkotaan (Pace et al. 2018; Lin et al. 2021). Model ini menggunakan data lapangan terstandarisasi dan persamaan allometrik untuk mengestimasi biomassa, penyimpanan dan sekuestrasi karbon, penghapusan polusi udara, serta nilai ekonomi layanan ekosistem (McPherson et al. 2016; Y.-X. Li et al. 2025). Penelitian ini berfokus pada dua analisis utama, yaitu: (1) analisis penyerapan karbon pohon serta perbandingan antar lokasi menggunakan uji Mann-Whitney untuk menilai perbedaan performa ekologis; dan (2) analisis spesies dengan penyerapan karbon tertinggi dari hasil i-Tree Eco melalui pendekatan deskriptif untuk mengidentifikasi efektivitas per spesies sebagai dasar rekomendasi penanaman di taman kota.

2.4 Penyusunan Rekomendasi

Pada tahap ini dirumuskan rekomendasi berupa strategi penanaman yang dapat meningkatkan penyerapan karbon pada taman kota berdasarkan hasil analisis. Rekomendasi ini diharapkan dapat menjadi pedoman bagi pemerintah dan pengelola dalam meningkatkan peran ekologis taman kota.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Pohon Pada Taman Kota di Semarang dan Malang

Taman Indonesia Kaya (TIK) Semarang memiliki 142 individu dari 33 spesies, dengan dominasi *Swietenia mahagoni* (43,7%), *Jacaranda mimosifolia* (6,3%), dan *Polyalthia longifolia* (5,6%). Hanya sekitar 13% merupakan spesies asli Asia, sedangkan mayoritas merupakan spesies introduksi, yang mencerminkan orientasi estetika namun berpotensi menimbulkan risiko kompetisi dengan spesies asli (Tartaglia dan Aronson 2024). Analisis diameter batang setinggi dada (DBH) di TIK Semarang berkisar 7,6–106,7 cm, dengan *Jacaranda mimosifolia* mendominasi kelas minimum dan *Fraxinus americana* kelas maksimum. Kelas minimum adalah kelas DBH pada kisaran 0-7.6 cm, sedangkan DBH Maksimum berada pada kisaran 91,4-106,7 cm.

Taman Singha Merjosari (TSM) Malang memiliki 131 individu dari 14 spesies, didominasi *Spathodea campanulata* (22%), *Albizia saman* (20%), dan *Tabebuia rosea* (19%), dengan kisaran DBH 15,2–61 cm. *Spathodea campanulata* mendominasi kelas minimum pada kisaran 15,2-30,5 cm, sedangkan *Ficus benjamina* dan *Albizia saman* mendominasi kelas maksimum pada kisaran 76,2-91,5 cm. Variasi diameter menunjukkan kombinasi pohon muda dan dewasa, yang berimplikasi pada perbedaan potensi penyimpanan karbon karena DBH berkorelasi positif dengan biomassa dan cadangan karbon (Chen et al. 2025; Kais et al. 2025). TIK memiliki kekayaan spesies lebih tinggi ($H' = 2,44$) namun pemerataan lebih rendah (Simpson $1-D = 0,791$; Pielou $J = 0,70$) akibat dominansi *Swietenia*, sedangkan TSM lebih merata (Simpson $1-D = 0,852$; Pielou $J = 0,82$) meskipun kekayaan lebih rendah ($H' = 2,17$; $q_0 = 14$; $q_1 \approx 8,72$), sejalan dengan perbedaan kondisi geografis antara dataran rendah Semarang dan elevasi menengah Malang.

3.2 Analisis Penyerapan Karbon di Taman Kota Semarang dan Malang

Hasil analisis menunjukkan perbedaan signifikan penyerapan karbon antar lokasi. TIK Semarang menyerap 2.390,9 kg C/tahun, dengan kontribusi terbesar dari *Swietenia mahagoni* ($\pm 46\%$), diikuti *Polyalthia longifolia*, *Delonix regia*, *Jacaranda mimosifolia*, dan *Fraxinus americana*. Sebaliknya, kontribusi terendah berasal dari *Ficus lyrata*, *Sorbus intermedia*, *Polyscias*, *Tabebuia*, dan *Theobroma cacao* (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah Penyerapan Karbon oleh Spesies Pohon TIK Semarang

No.	Jumlah	Jumlah	Penyerapan Karbon (kg/tahun)
1	<i>Swietenia mahagoni</i>	62	1106.1
2	<i>Polyalthia longifolia</i>	8	235.7
3	<i>Delonix regia</i>	6	180.1
4	<i>Jacaranda Mimosifolia</i>	9	140.8
5	<i>Fraxinus americana</i>	4	116.3
6	<i>Carya illinoensis</i>	8	107.1
7	<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	3	71
8	<i>Toona ciliata</i>	2	68
9	<i>Saribus rotundifolius</i>	2	66.6
10	<i>Terminalia catappa</i>	5	55.8
11	<i>Plumeria</i>	6	48.9
12	<i>Acer macrophyllum</i>	2	29.8
13	<i>Podocarpus nerifolius</i>	1	24.5
14	<i>Adansodia digitata</i>	1	19.4
15	<i>Trichilia</i>	2	14.8
16	<i>Murayya paniculata</i>	1	12.6
17	<i>Schefflera</i>	1	12.1
18	<i>Azadirachta indica</i>	1	11.4
19	<i>Litchi chinensis</i>	1	9.2
20	<i>Annona purpurea</i>	2	8
21	<i>Saraca asoca</i>	1	7.7

No.	Jumlah	Jumlah	Penyerapan Karbon (kg/tahun)
22	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	7.2
23	<i>Ficus rubiginosa</i>	2	6.9
24	<i>Alstonia scholaris</i>	1	6.7
25	<i>Tabernaemontana</i>	1	5.6
26	<i>Salix Babilonica</i>	1	5.2
27	<i>Ficus macrophylla</i>	1	3.9
28	<i>Veitchia</i>	1	2.5
29	<i>Ficus lyrata</i>	1	2
30	<i>Sorbus intermedia</i>	2	1.9
31	<i>Polyscias</i>	1	1.3
32	<i>Tabebuia</i>	1	1.2
33	<i>Theobroma cacao</i>	1	0.6

Sementara itu, TSM Malang memiliki kapasitas penyerapan karbon sebesar 1.320 kg C/tahun, dengan kontribusi terbesar dari *Albizia saman* ($\pm 24\%$), diikuti *Tabebuia rosea* dan *Spathodea campanulata*, sedangkan yang terendah antara lain *Cerbera manghas*, *Neolamarckia cadamba*, dan *Tabebuia aurea* (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah Penyerapan Karbon oleh Spesies Pohon TSM Malang

No.	Spesies	Jumlah	Penyerapan Karbon (kg/tahun)
1	<i>Albizia saman</i>	27	320
2	<i>Tabebuia rosea</i>	25	270
3	<i>Spathodea campanulata</i>	29	160
4	<i>Terminalia molinetti</i>	13	100
5	<i>Ficus benjamina</i>	6	90
6	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	80
7	<i>Barringtonia asiatica</i>	8	70
8	<i>Swietenia mahagoni</i>	3	60
9	<i>Aleurites moluccanus</i>	5	50
10	<i>Gmelina arborea</i>	4	40
11	<i>Melaleuca bracteata</i>	4	40
12	<i>Tabebuia aurea</i>	3	20
13	<i>Cerbera manghas</i>	1	10

Perbedaan penyerapan karbon antar taman dipengaruhi oleh komposisi spesies, ukuran, dan jumlah pohon. Spesies yang sama dapat menghasilkan kemampuan serapan karbon yang berbeda, bergantung pada ukuran pohon, umur, kondisi tapak, dan kesehatan pohon. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa spesies berdaun lebar dan cepat tumbuh lebih efektif menyerap karbon di kawasan urban (S. Li et al. 2025). Uji Mann-Whitney menunjukkan perbedaan signifikan antara TIK Semarang dan TSM Malang (Tabel 3), dengan nilai mean rank lebih tinggi di TSM (31,93) dibanding TIK (20,64), yang mengindikasikan distribusi serapan karbon per spesies lebih besar dan lebih merata di Malang.

Tabel 3. Hasil uji Mann-Whitney

	Lokasi	N	Mean Rank	Sum of Rank
Serapan Karbon	Semarang	33	20,64	681
	Malang	14	31,93	447
	Total	47		
Asymp. Sig. (2-tailed)			0,010	

Secara total, TIK Semarang menyerap 2.390 kg C/tahun dari 33 spesies, sedangkan TSM Malang sebesar 1.320 kg C/tahun dari 14 spesies. Hal ini menunjukkan bahwa Semarang memiliki kontribusi serapan karbon lebih besar secara agregat akibat jumlah individu dan keragaman spesies yang lebih tinggi. Namun, hasil uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa efisiensi serapan per spesies di TSM Malang relatif lebih tinggi dibandingkan TIK Semarang. Hal ini disebabkan komposisi pohon di TSM Malang didominasi oleh spesies dengan kemampuan serapan karbon yang efektif meskipun jumlah populasinya sedikit, seperti *Albizia saman*, *Tabebuia rosea*, *Spathodea campanulata*, *Terminalia molinetii*, dan *Ficus benjamina*. Sebaliknya, TIK Semarang memiliki keragaman spesies yang lebih tinggi namun didominasi oleh spesies tunggal dengan serapan karbon rendah, sehingga kurang efisien. Dengan demikian TIK Semarang dapat disimpulkan memiliki keunggulan pada nilai serapan karbon total pada level tapak, sedangkan TSM Malang lebih unggul dalam nilai serapan karbon yang lebih efisien pada level spesies.

3.3 Analisis Efektivitas Pohon dalam Penyerapan Karbon di Taman Kota

Penyerapan karbon oleh pohon terjadi melalui fotosintesis, yaitu penyerapan CO_2 dari atmosfer yang bereaksi dengan H_2O menghasilkan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dan O_2 . Efektivitasnya dipengaruhi oleh spesies, umur dan kesehatan pohon, kondisi lingkungan, serta karakteristik morfometrik seperti DBH, tinggi, luas tajuk, dan luas daun (Idhan 2025). Nilai rata-rata penyerapan karbon tiap spesies pada kedua taman disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Efektifitas Penyerapan Karbon pada Spesies Pohon di Dua Taman Kota

Spesies	Jumlah	Efektifitas Penyerapan Karbon (kg/tahun)
Taman Indonesia Kaya, Semarang		
<i>Toona ciliata</i>	2	34.00
<i>Saribus rotundifolius</i>	2	33.30
<i>Delonix regia</i>	6	30.02
<i>Pollialthia longifolia</i>	8	29.46
<i>Fraxinus americana</i>	4	29.08
<i>Podocarpus nerifolius</i>	1	24.50
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	3	23.67
<i>Adansodia digitata</i>	1	19.40
<i>Swietenia mahogani</i>	62	17.84
<i>Jacaranda Mimosifolia</i>	9	15.64
<i>Acer macrophyllum</i>	2	14.90
<i>Carya illinoensis</i>	8	13.39
<i>Murayya paniculata</i>	1	12.60
<i>Schefflera</i>	1	12.10
<i>Azadirachta indica</i>	1	11.40
<i>Terminalia catappa</i>	5	11.16
<i>Litchi chinensis</i>	1	9.20
<i>Plumeria</i>	6	8.15
<i>Saraca asoca</i>	1	7.70
<i>Trichilia</i>	2	7.40
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	7.20
<i>Alstonia scholaris</i>	1	6.70
<i>Tabernaemontana</i>	1	5.60
<i>Salix Babilonica</i>	1	5.20
<i>Annona purpurea</i>	2	4.00
<i>Ficus macrophylla</i>	1	3.90
<i>Ficus rubiginosa</i>	2	3.45
<i>Veitchia</i>	1	2.50
<i>Ficus lyrata</i>	1	2.00

Spesies	Jumlah	Efektifitas Penyerapan Karbon (kg/tahun)
Taman Indonesia Kaya, Semarang		
<i>Polyscias</i>	1	1.30
<i>Tabebuia</i>	1	1.20
<i>Sorbus intermedia</i>	2	0.95
<i>Theobroma cacao</i>	1	0.60
Taman Singha Merjosari, Malang		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	40.00
<i>Swietenia mahagoni</i>	3	20.00
<i>Ficus benjamina</i>	6	15.00
<i>Albizia saman</i>	27	11.85
<i>Tabebuia rosea</i>	25	10.80
<i>Aleurites moluccanus</i>	5	10.00
<i>Gmelina arborea</i>	4	10.00
<i>Melaleuca bracteata</i>	4	10.00
<i>Cerbera manghas</i>	1	10.00
<i>Neolamarckia cadamba</i>	1	10.00
<i>Barringtonia asiatica</i>	8	8.75
<i>Terminalia molinetii</i>	13	7.69
<i>Tabebuia aurea</i>	3	6.67
<i>Spathodea campanulata</i>	29	5.52

Berdasarkan Tabel 4, lima spesies paling efektif menyerap karbon di TIK Semarang adalah *Toona ciliata* (34 kg/tahun/pohon), *Saribus rotundifolius* (33,3), *Delonix regia* (30,2), *Polyalthia longifolia* (29,46), dan *Fraxinus americana* (29,08), yang umumnya berada pada kisaran DBH 30,5–106 cm. Berdasarkan Richards (1983) distribusi ideal untuk kelas DBH pada hutan kota yaitu DBH kecil (< 20 cm), DBH sedang (20–40 cm), dan DBH besar (>40 cm). Dengan demikian, Lima spesies paling efektif di TIK Semarang berada pada kelas DBH sedang-besar, yang mencerminkan fase pertumbuhan aktif dengan biomassa tinggi (Rahman et al. 2025). Di TSM Malang, spesies teratas meliputi *Enterolobium cyclocarpum* (40 kg/tahun/pohon), *Swietenia mahagoni* (20), *Ficus benjamina* (15), *Albizia saman* (11,85), dan *Tabebuia rosea* (10,8), yang mayoritas berada pada kelas DBH 30–60 cm (sedang-besar), menunjukkan fase fisiologis produktif dengan kapasitas fotosintesis optimal, meskipun tetap dipengaruhi faktor kesehatan dan lingkungan (Morales-Gallegos et al. 2025).

Secara umum, kedua taman didominasi kombinasi spesies cepat tumbuh berkanopi lebar dan ornamental, dengan komposisi evergreen–deciduous yang menjaga kestabilan serapan karbon sepanjang tahun serta keberadaan spesies penambat nitrogen yang mempercepat akumulasi biomassa (Du et al. 2024; Liu et al. 2025). TSM Malang didominasi pohon berkanopi sangat lebar (misalnya *Enterolobium*, *Ficus*, *Albizia*) sehingga serapan per pohon lebih tinggi, sedangkan TIK Semarang memiliki keanekaragaman lebih tinggi tetapi didominasi tajuk ramping atau palem, sehingga serapan per pohon lebih rendah meskipun totalnya lebih besar. Temuan ini menegaskan bahwa pemilihan spesies berdaun lebar, cepat tumbuh, dan adaptif terhadap kondisi perkotaan dapat memaksimalkan sequestrasi karbon, sekaligus menjadi dasar dalam penentuan spesies pohon taman kota, dengan tetap meningkatkan proporsi spesies asli berkinerja tinggi untuk meminimalkan risiko ekologis.

3.4 Strategi Penanaman untuk Meningkatkan Serapan Karbon pada Taman Kota

Berdasarkan hasil analisis, biodiversitas TIK Semarang dan TSM Malang berada pada kategori sedang, dengan total serapan karbon lebih tinggi di TIK, namun efisiensi per spesies lebih tinggi di TSM yang didominasi pohon berkanopi lebar dan penambat nitrogen. Oleh karena itu, diusulkan empat strategi penanaman untuk meningkatkan serapan karbon taman kota sebagai berikut.

1. Memprioritaskan penanaman pohon dengan kanopi besar dan pertumbuhan cepat
Pengelola taman kota perlu memprioritaskan pohon berkanopi lebar dan cepat tumbuh untuk meningkatkan biomassa, seperti legum (*Enterolobium*, *Albizia*, *Peltophorum*) dan evergreen berbiomassa tinggi (*Ficus* sp.), dengan mempertimbangkan kesesuaian lingkungan, sifat non-invasif, serta keamanan terhadap infrastruktur.
2. Menetapkan model penanaman dengan kombinasi spesies pohon fungsional penyerap karbon dengan vegetasi yang berperan sebagai biodiversity buffer
Untuk meningkatkan penyerapan karbon, pengelola perlu menanam spesies berkanopi lebar dengan efisiensi tinggi, sekaligus menjaga keanekaragaman hayati melalui zonasi antara area inti penyerap karbon dan area penunjang biodiversitas guna mendukung stabilitas dan resiliensi jangka panjang (Du et al. 2024; Liu et al. 2025).
3. Perancangan dan Pemeliharaan ruang tajuk dan volume tanah secara memadai
Perancangan dan pemeliharaan pohon perlu memperhatikan jarak tanam dan ruang tajuk agar fotosintesis dan pertumbuhan DBH optimal, didukung volume tanah memadai, drainase dan aerasi baik, pengurangan perkerasan, serta infrastruktur resapan seperti biopori (Hasan et al. 2025; Kalra et al. 2025).
4. Meminimalkan pemangkasan berat
Pemangkasan perlu dibatasi untuk menjaga perkembangan tajuk dan memaksimalkan penyerapan karbon (Kim dan Kubota 2025).

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan analisis i-Tree Eco pada TIK Semarang dan TSM Malang, kapasitas penyerapan karbon dipengaruhi oleh DBH, spesies, dan arsitektur tajuk. Secara agregat, TIK memiliki serapan lebih tinggi akibat jumlah individu dan keragaman spesies, sedangkan TSM lebih efisien per spesies karena dominasi pohon berkanopi lebar. Lima spesies teratas yang efektif menyerap karbon di TIK Semarang, yaitu *Toona ciliata* (34 kg/tahun/pohon), *Saribus rotundifolius* (33.3 kg/tahun/pohon), *Delonix regia* (30.2 kg/tahun/pohon), *Polyalthia longifolia* (29.46 kg/tahun/pohon), dan *Fraxinus americana* (29.08 kg/tahun/pohon). Sedangkan terdapat lima spesies teratas yang efektif dalam penyerapan karbon di TSM Malang, yaitu *Enterolobium cyclocarpum* (40 kg/tahun/pohon), *Swietenia mahogany* (20 kg/tahun/pohon), *Ficus benjamina* (15 kg/tahun/pohon), *Albizia saman* (11.85 kg/tahun/pohon), dan *Tabebuia rosea* (10.8 kg/tahun/pohon).

Peningkatan penyerapan karbon taman kota perlu difokuskan pada pemilihan spesies bertajuk lebar, komposisi yang efektif namun tetap menjaga biodiversitas, serta pemangkasan terarah untuk meningkatkan biomassa. Dengan demikian, taman kota diharapkan tidak hanya estetis, tetapi juga mampu meningkatkan penyerapan karbon secara terukur.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil temuan dan keterbatasan penelitian tersebut maka disarankan agar penelitian selanjutnya mencakup pemantauan jangka panjang serta integrasi data iklim mikro dan kualitas tanah untuk memahami dinamika penyerapan karbon secara lebih komprehensif.

5. Daftar Pustaka

- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2025). Kota Semarang dalam angka 2025. BPS Kota Semarang.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2025). Kota Malang dalam angka 2025. BPS Kota Malang
- Afrizal, M. S., Simanjuntak, B. H., & Sutrisno, A. J. (2022). Penilaian fungsi pohon tepi Jalan Diponegoro Kota Salatiga dalam menjerap debu. *Agrifor*, 21(2), 303. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i2.6187>
- Azahra, S. D., Destiana, Kartikawati, S. M., & Pramulya, M. (2023). Potensi jenis pohon pada ruang terbuka hijau Kota Pontianak dalam ameliorasi iklim mikro. *Jurnal Bios Logos*, 13(1), 27–35. <https://doi.org/10.35799/Jbl.V13i1.46486>
- Chen, Z., Wei, K., Hu, L., Yi, C., & Liu, S. (2025). Spatiotemporal variation and driving forces of carbon storage in the Fuhe River Basin, China. *Scientific Reports*, 15(1), 30224. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-14518-7>
- Du, H., Bao, Z., & Zhou, F. (2024). Carbon sequestration of common garden tree species under the carbon neutrality target in East China. *Forests*, 15(10), 1692. <https://doi.org/10.3390/F15101692>

- Dwiputri, D. A., Nasrullah, N., & Alim, M. Z. (2018). Developing plant tolerance indicator to air pollution: Case study in Krakatau industrial estate Cilegon City, Indonesia. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 10(1), 19–27. <https://doi.org/10.29244/Jli.V10i1.18734>
- Fauziah, F., Fiqa, A. P., Lestari, D. A., & Budiharta, S. (2021). Carbon-stock estimation in three types of coal post-mining reclamation at East Kutai Regency, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 10(2), 189–197. <https://doi.org/10.18330/Jwallacea.2021.Vol10iss2pp189-197>
- Gusfi, M., Efriyeldi, E., & Mulyadi, A. (2025). Relationship between tree diameter and mangrove vegetation carbon stock in Apar Village, Pariaman City, West Sumatra. *Journal of Coastal and Ocean Sciences*, 6(1), 16–22. <https://doi.org/10.31258/Jocos.6.01.16-22>
- Hasan, P., Hidayat, A. A., Ersu, N. S., & Maulana, R. (2025). Analisis pengaruh lubang resapan biopori dalam upaya konservasi air terhadap genangan air minimal di Gampong Rayeuk Kareung. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 88–99. <https://doi.org/10.29103/Tj.V15i1.1206>
- Huang, Q., & Sheng, M. (2025). Effects of stand age and environmental factors on soil phytolith-occluded organic carbon accumulation of *Cunninghamia lanceolata* forests in southwest sub-tropics of China. *Forests*, 16(2), 240. <https://doi.org/10.3390/F16020240>
- Idhan, K. M. (2025). Studi komparatif efektivitas sekuestrasi dan penyimpanan karbon pada lanskap jalan di Kota Bogor [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Kais, K., Suchocka, M., Balcerzak, O., & Przybysz, A. (2025). Street trees as sustainable urban air purifiers: A methodological approach to assessing particulate matter phytofiltration. *Sustainability*, 17(16), 7451. <https://doi.org/10.3390/Su17167451>
- Kalra, C., Prasad, S., Kain, D., & Kumari, R. (2025). Enhancements to soil-health, soil carbon sequestration, and climate change mitigation are possible through agroforestry. In *Adaptive agro-management for environmental sustainability*. CRC Press.
- Kementerian ATR/BPN. (2022). Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2022 tentang penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau. Kementerian ATR/BPN. www.peraturan.go.id
- Kim, C., & Kubota, C. (2025). Data-driven leaf pruning based on weekly light integral: Importance of dynamic defoliation strategy. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/Fpls.2025.1651174>
- Li, S., Fan, Z., & Peng, C. (2025). A hybrid simulation-optimization model for assessing and enhancing carbon sequestration in urban parks. *Research Square*, Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7081679/v1>
- Li, Y. X., Ma, W., Zhang, W. X., & He, P. (2025). Estimating small-scale forest carbon sequestration and storage: i-Tree Eco model improved application. *Forests*, 16(9), 1363. <https://doi.org/10.3390/F16091363>
- Lin, J., Kroll, C. N., & Nowak, D. J. (2021). An uncertainty framework for i-Tree Eco: A comparative study of 15 cities across the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 60, 127062. <https://doi.org/10.1016/J.Ufug.2021.127062>
- Liu, H., Zhang, J., & Wang, Z. (2025). Assessing and optimizing the potential for climate change mitigation and carbon sequestration in urban residential green spaces: Energizing sustainable cities. *Frontiers in Environmental Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/Fenvs.2025.1519297>
- Lukmanniah, P., & Fatimah, I. S. (2017). Manfaat kanopi pohon dalam upaya penyimpanan dan daya serap karbon di kawasan perumahan. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 8(1), 13–20. <https://doi.org/10.29244/Jli.V8i1.16604>
- McPherson, E. G., Van Doorn, N. S., & Peper, P. J. (2016). Urban tree database and allometric equations (General Technical Report PSW-GTR-253). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-253>
- Morales-Gallegos, L. M., Martínez-Trinidad, T., Gómez-Guerrero, A., Hernández-De La Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., & Saavedra-Romero, L. De L. (2025). Soil condition, size and tree health in urban green areas. *Revista Árvore*, 49(1), 1–17. <https://doi.org/10.53661/1806-9088202549263909>
- Nadhifa, D. H., Budiarti, T., & Manningtyas, R. D. T. (n.d.). Evaluasi kenyamanan termal dan estetika berbasis analisis tapak dan persepsi user Taman Kota Depok. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.29244/jli.v16i1.42735>
- Ombi, N. D. A. F., Rahman, R., & Tuahatu, J. W. (2025). Estimation of mangrove carbon standing-stock along the coast of Kailolo Village, Central Maluku: Implications for climate change mitigation. *Nekton*, 5(2). <https://doi.org/10.47767/Nekton.V5i2.1032>
- Pace, R., Biber, P., Pretzsch, H., & Grote, R. (2018). Modeling ecosystem services for park trees: Sensitivity of i-Tree Eco simulations to light exposure and tree species classification. *Forests*, 9(2), 89. <https://doi.org/10.3390/F9020089>
- Patel, V.V., Vishwakarma, S., Gangwar, R. (2024). Urban Tree Selection and Management Strategies for

- Climate Adaptation. In: Singh, H. (eds) *Urban Forests, Climate Change and Environmental Pollution*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-67837-0_19
- Putra, B. U., Krisnandika, A. A. K., & Dharmadiatmika, I. M. A. (2022). Pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap kenyamanan termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(1), 16–21. <https://doi.org/10.29244/Jli.V14i1.38646>
- Rahman, M. M., Naz, S., & Rahman, M. (2025). Plantation of native *Swintonia floribunda* Griff and its contribution to carbon storage. *Journal of Environment*, 5(3), 62–75. <https://doi.org/10.47941/Je.2830>
- Richards, N. A. (1983). Diversity and stability in a street tree population. *Urban ecology*, 7, 159–171. [https://doi.org/10.1016/0304-4009\(83\)90034-7](https://doi.org/10.1016/0304-4009(83)90034-7)
- Syasita, N. N. (2022). *Manajemen jasa lanskap ruang terbuka hijau publik menggunakan i-Tree Eco di Hutan Kota Jakarta* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Tartaglia, E. S., & Aronson, M. F. J. (2024). Plant native: Comparing biodiversity benefits, ecosystem services provisioning, and plant performance of native and non-native plants in urban horticulture. *Urban Ecosystems*, 27(6), 2587–2611. <https://doi.org/10.1007/S11252-024-01610-5>
- USDA. (2021). *Eco user's manual*. <https://www.itreetools.org>
- Wibowo, K. R. R., & Sulistyantara, B. (2023). Perencanaan jalur hijau Kota Wisata Cibubur berbasis prediksi kapasitas serapan NO₂ melalui analisis menggunakan software Citygreen. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 15(2), 118–126. <https://doi.org/10.29244/Jli.V15i2.43633>
- Yudithia, F. A., Jaelani, L. M., & Handayani, H. H. (2021). Analisis persebaran keanekaragaman hayati pada pohon dan potensinya dalam penyerapan emisi karbon di wilayah perkotaan menggunakan data foto udara dan LiDAR (studi kasus: Kelurahan Darmo, Kota Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/J23373539.V9i2.53674>
- Yuliana, H. A. (2023). *Evaluasi fungsi ekologis taman "Indonesia Kaya" di Kelurahan Mugassari, Kota Semarang* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Zahra, C. A. (2024). *Evaluasi fungsi ekologis pohon pada taman kota di Malang* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.