

Peran Ruang Terbuka Hijau pada Pedestrian Jalan Arteri dalam Mendukung Transportasi Hijau di Kawasan TOD Blok M hingga Bundaran Hotel Indonesia

The Role of Green Open Spaces on Arterial Road Pedestrian Corridors in Supporting Green Transportation in TOD Area from Blok M to Bundaran Hotel Indonesia

Sugeng Riyadi^{1,*}, Alinda Fitriany Malik Zain², Nizar Nasrullah²

¹ Program Studi Magister Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, IPB University

² Departemen Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, IPB University

*Email: 28riyadisugeng123@apps.ipb.ac.id

Artikel Info

Diajukan: 26 Juni 2025

Direvisi: 12 Agustus 2025

Diterima: 12 Agustus 2025

Dipublikasi: 01 April 2026

Keywords

adsorption

green transportation

NDVI

pedestrian

ABSTRACT

Jakarta, as a rapidly growing megacity, faces persistent air pollution challenges, particularly along major pedestrian corridors. This study evaluates the ecological and social impacts of the revitalization of the Transit Oriented Development (TOD) pedestrian corridor from Blok M to the Bundaran Hotel Indonesia. Using Sentinel-2 satellite imagery (2018, 2020, 2022) and GIS analysis, changes in land cover were quantified, revealing a significant increase in green space from 49.9 ha in 2018 to 79 ha in 2020, followed by a decline to 71.1 ha in 2022. Gravimetric analysis was applied to measure particle emissions deposition on selected plant species, showing that *Bougainvillea glabra* exhibited the highest average particle retention capacity (0.030 g/m²/day), while *Tabebuia rosea* and *Spathodea campanulata* had the lowest (0.002 g/m²/day). Traffic volume monitoring indicated a correlation between reduced vehicle counts and improved vegetation deposition efficiency. A public perception survey (n = 37) using a Likert scale revealed strong user preference for shaded seating, diverse flowering plants, and unobstructed visibility for safety. The findings highlight the need for species selection that combines high ecological performance with public landscape aesthetic preferences. Strategic integration of high-retention, visually appealing vegetation into pedestrian landscapes, policy reinforcement for green space expansion, and participatory design approaches is needed to enhance the corridor's landscape quality and user comfortability.

PENDAHULUAN

DKI Jakarta adalah sebuah kota megapolitan yang memiliki peran penting sebagai pusat kegiatan ekonomi, sosial, dan pemerintahan di tingkat nasional. Jumlah penduduk yang mencapai 10.562.088 jiwa pada tahun 2021 dan kepadatan penduduk sebesar 14.555 jiwa/km² menyebabkan tekanan terhadap infrastruktur serta kualitas lanskap kota semakin meningkat (Firman dan Fahmi 2017; BPS 2021). Kepadatan ini berkontribusi pada peningkatan kebutuhan transportasi terlihat dari pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang mencapai 4,4 %/tahun. Pada tahun yang sama, jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar di Jakarta telah melebihi 21 juta unit.

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor berpengaruh langsung terhadap memburuknya kualitas udara lanskap perkotaan (Goel *et al.* 2018; Lestari *et al.* 2022). Tingginya volume kendaraan menjadi salah satu penyebab utama meningkatnya konsentrasi polutan pada udara pada lanskap perkotaan khususnya *particulate matters* 'materi partikulat' PM_{2.5} dengan ukuran partikel $\leq 2.5 \mu\text{m}$ (Lu *et al.* 2019; Harrison 2020). Konsentrasi PM_{2.5} di Jakarta pada tahun 2021 mencapai angka 111.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ atau 22,3 kali dari batas pedoman kualitas udara Badan Kesehatan Dunia WHO (Greenpeace 2021). Pejalan kaki sebagai pengguna jalur pedestrian merupakan kelompok yang paling rentan terpapar langsung terhadap polusi udara pada lanskap perkotaan. Paparan terhadap polusi tersebut dapat

menimbulkan dampak kesehatan yang serius (Nääv *et al.* 2020; Wang dan Liu 2023).

Konsep *Transit Oriented Development* (TOD) diterapkan oleh pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk meningkatkan mobilitas non motorik serta mengurangi ketergantungan pada kendaraan bermotor (Abdi dan Lamíquiz-Daudén 2022; Hasibuan dan Mulyani 2022). TOD mengintegrasikan permukiman, area komersial, dan ruang publik dalam jarak 500–800 m (Renne *et al.* 2012). Area yang telah direvitalisasi adalah koridor pedestrian Blok M hingga Bundaran Hotel Indonesia (HI). Jalur jalan dilengkapi dengan ruang terbuka hijau dan vegetasi peneduh untuk meningkatkan kualitas lanskap dan kenyamanan pengguna serta penyerapan polutan udara (Resunda dan Nasrullah 2010; Mullaney *et al.* 2015; Nugroho *et al.* 2017; Nakano *et al.* 2018; Leite *et al.* 2023; Hakim dan Sulistyantara 2024).

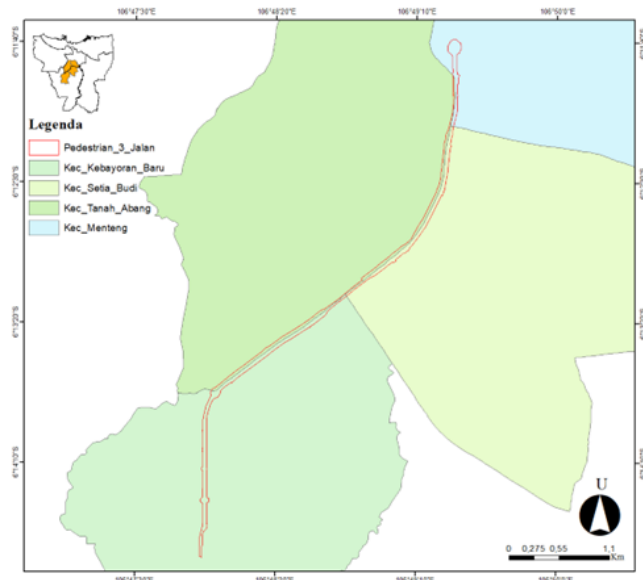
Kenyamanan jalur pedestrian melibatkan aspek visual, spasial, dan ekologis yang dipengaruhi vegetasi untuk menurunkan dan menjerap polusi udara, yang berpengaruh pada kenyamanan (Dissanayake *et al.* 2021; Santiago dan Rivas 2021; Buraerah *et al.* 2023; Sundling dan Jakobsson 2023). Studi yang mengaitkan fungsi ekologis vegetasi dengan persepsi sosial pengguna jalur pedestrian masih terbatas, terutama di kawasan TOD Jakarta. Penelitian yang menggabungkan analisis spasial, pengukuran kapasitas ekologis vegetasi, dan kajian persepsi sosial untuk menilai kontribusi vegetasi terhadap kenyamanan ekologis dan sosial pada lanskap perkotaan sangat diperlukan.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan distribusi spasial pada koridor pedestrian TOD Blok M hingga Bundaran HI; (2) menilai kapasitas ekologis tanaman lanskap dalam menjerap partikel debu; dan (3) menganalisis persepsi serta preferensi masyarakat pengguna pedestrian terhadap kenyamanan dan keberlanjutan jalur tersebut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai September 2024 di koridor pedestrian TOD Blok M hingga Bundaran Hotel Indonesia. Area tersebut mencakup ruas Jalan Panglima Polim, Jalan Sisingamangaraja, hingga Jalan Jenderal Sudirman yang berada di DKI Jakarta. Panjang jalan sejauh 7,1 km, luas area cakupan 3,922 km² dan melintasi 4 kecamatan, yaitu Kecamatan Kebayoran Baru, Tanah Abang, Setia Budi, dan Menteng. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi koridor pedestrian TOD Blok M - Bundaran Hotel Indonesia

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat kamera digital, Software Arcgis 10.8, Ms Word dan Ms Excel untuk pengolahan data maupun penyusunan hasil penelitian. Bahan dipergunakan terdapat dua data primer hasil pengambilan lapang dan pertanyaan kuesioner maupun data sekunder dari studi pustaka.

Analisis Spasial Perubahan Sebaran Tutupan Lahan

Analisis spasial difokuskan pada koridor Jalan yang membentang di sepanjang TOD Blok M hingga Bundaran Hotel Indonesia, yaitu ruas Jalan Panglima Polim, Jalan Sisingamangaraja, hingga Jalan Jenderal Sudirman, DKI Jakarta. Perubahan tutupan lahan serta sebaran vegetasi dianalisis menggunakan citra satelit Sentinel-2 tahun 2018, 2020, dan 2022. Teknik klasifikasi yang digunakan adalah *supervised classification* (klasifikasi terbimbing), dengan validasi hasil menggunakan *Kappa Coefficient* untuk mengukur tingkat akurasi klasifikasi.

Klasifikasi tutupan lahan dikelompokkan menjadi ruang terbuka biru; ruang terbuka hijau; dan ruang terbangun (Tabel 1). Kategori ini dipilih berdasarkan karakteristik visual dominan pada jalur pedestrian dan area

sekitarnya, serta relevansi terhadap tujuan penelitian. Titik akurasi divalidasi menggunakan acuan dari *marking* yang diekstrak dari Google Earth sebagai data pembimbing (Danoedoro 2015; Kushardono 2016; Naikoo *et al.* 2020).

Tabel 1. Rentang nilai dan klasifikasi kehijauan NDVI

No.	Jenis kelas	Keterangan
1.	Ruang terbuka biru	Kolam/waduk/sungai
2.	Ruang terbuka hijau	Tanaman campuran
3.	Ruang terbangun	Jalan arteri, jalur pedestrian, halte

Uji akurasi menggunakan *Kappa Coefficient* dilakukan dengan menggunakan Persamaan 1 bertujuan mendapatkan nilai kesesuaian antara hasil klasifikasi dengan kondisi aktual. Berdasarkan Landis dan Koch (1977) nilai akurasi sebaiknya >61%. Keakuratan divalidasi dengan memakai rentang skala sebanyak 6 poin dari sangat rendah sampai dengan sangat baik (Tabel 2).

$$KA = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan

KA = *Kappa Accuracy* (%)

X_{ii} = Nilai diagonal matrik konfusi baris ke-I dan kolom ke-i

X_{i+} = Jumlah piksel dalam baris ke-i

X_{+i} = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

N = Banyaknya piksel dalam contoh

Tabel 2. Klasifikasi keakuratan Kappa

No.	Akurasi Kappa (%)	Keterangan
1.	0	Sangat rendah
2.	0-20	Rendah
3.	21-40	Kurang baik
4.	41-60	Sedang
5.	61-80	Baik
6.	81-100	Sangat baik

Analisis Ekologi Vegetasi dalam Menjerap Emisi Partikel

Analisis ekologi terhadap vegetasi dilakukan untuk menilai kapasitas spesies tanaman eksisting dalam menjerap emisi partikel, khususnya yang menempel pada permukaan daun. Tanaman yang digunakan merupakan tanaman dominan pada peta tutupan lahan vegetasi tinggi pada area penelitian berdasarkan tutupan lahan. Penilaian kapasitas jerapan emisi partikel oleh tanaman dilakukan melalui pendekatan metode gravimetri. Dalam konteks penelitian ini, metode gravimetri dimanfaatkan untuk menentukan jumlah partikel materi (*particulate matter/PM*) yang terperangkap pada permukaan daun tanaman (Kwon *et al.* 2021).

Tahap analisis dimulai dengan mencuci daun menggunakan 50 ml akuades dalam gelas Beaker, dibantu kuas untuk melepaskan partikel yang menempel dari permukaan daun. Air cucian kemudian diuapkan dalam oven bersuhu 80°C selama 48 jam, dan residu yang tersisa ditimbang. Bobot emisi partikel ditentukan dari selisih berat Beaker setelah dan sebelum oven (Persamaan 2).

$$\text{Bobot partikel emisi} = W_{\text{oven}} - W_{\text{awal}} \dots \dots \dots (2)$$

Luas permukaan daun dihitung dengan menggunakan metode kertas model, yaitu menimbang potongan kertas pembanding berbentuk serupa dengan daun sampel (Persamaan 3). Nilai kapasitas jerapan emisi dihitung dengan membagi berat partikel dengan luas permukaan daun (Persamaan 4), lalu dinormalisasi per hari berdasarkan selang waktu pengambilan sampel (Persamaan 5).

$$\text{Luas daun} = \frac{W_{\text{model}} \times A_{\text{kertas}}}{W_{\text{kertas}}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Kapasitas jerapan} = \frac{W_{\text{residu}}}{A_{\text{daun}}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Jerapan per hari} = \frac{\bar{X} \text{ Kapasitas jerapan}}{\text{Interval pengambilan sampel}} \dots\dots\dots (5)$$

Analisis diperluas pada tingkat pohon dengan memperkirakan luas tajuk menggunakan pendekatan geometri elipsoid (Persamaan 6). Kemudian dikalikan dengan kapasitas jerapan per cm² (Persamaan 7). Setiap spesies diuji melalui tiga kali pengulangan untuk mendapatkan nilai rata-rata kapasitas jerapan emisi per spesies.

$$A_{\text{Tajuk}} = \frac{4}{3} \pi r^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{Kapasitas pohon} = A_{\text{Tajuk}} \times \text{Jerapan per cm}^2 \dots\dots\dots (7)$$

Pada periode pengamatan analisis gravimetri dilakukan pengamatan terhadap volume lalu lintas berdasarkan jenis kendaraan yang melintas di ruas Jalan Panglima Polim, Jalan Sisingamangaraja, hingga Jalan Jenderal Sudirman. Pengamatan dilakukan selama 3 hari dan selama sebagai bentuk data konservatif dan representatif dalam menentukan kapasitas jerapan aktual vegetasi terhadap volume kendaraan.

Data yang dikumpulkan tidak mempertimbangkan variasi yang terjadi pada akhir pekan, kondisi cuaca yang ekstrem, atau pengaruh kebijakan lalu lintas seperti sistem ganjil-genap. Data yang tercatat lebih tepat dianggap sebagai estimasi konservatif untuk mendukung pemodelan kebutuhan vegetasi untuk menghasilkan perencanaan lanskap yang berbasis bukti.

Analisis Sosial Persepsi dan Preferensi Pengguna

Data sosial diperoleh melalui penyebaran kuesioner tertutup kepada individu yang berada di sekitar jalur pejalan kaki. Proses ini dilakukan dengan menggunakan metode *non-probability sampling* jenis *accidental sampling*, melibatkan responden yang ditemukan secara langsung di lokasi penelitian dan bersedia untuk mengisi kuesioner. Metode ini dianggap sesuai karena tidak tersedia data populasi pasti yang dapat digunakan untuk penghitungan jumlah sampel dengan pendekatan probabilistik (Neuman 2014; Sugiyono 2022). Survei sosial menggunakan kuesioner skala Likert untuk menjangkau persepsi dan preferensi pengguna pedestrian. Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial (Sugiyono 2022).

Persepsi mencakup pengetahuan dan sikap masyarakat terhadap keberadaan dan fungsi jalur pedestrian (Tabel 3). Pertanyaan 1-10 digunakan untuk mengukur tingkat pengetahuan responden terhadap konsep hijau kota, peraturan pemerintah, dan fungsi ekologis vegetasi di jalur pedestrian. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala ordinal 4 poin: 1 (tidak mengetahui) hingga 4 (sangat mengetahui). Pertanyaan 11-20 digunakan untuk menilai sikap terhadap upaya penambahan elemen lanskap, seperti pohon pelindung, tanaman berbunga, papan informasi, serta peraturan tentang perlindungan tanaman, menggunakan skala dari 1 (tidak setuju) hingga 4 (sangat setuju).

Preferensi menilai kecenderungan pilihan dan kenyamanan subjektif responden terhadap desain dan fasilitas jalur pedestrian (Tabel 4). Terdapat 10 item pernyataan yang mencakup aspek kenyamanan termal, estetika visual, kesegaran vegetasi, keberadaan fasilitas seperti tempat duduk dan tempat sampah, serta preferensi terhadap efektivitas

Tabel 3. Pernyataan mengenai persepsi masyarakat terhadap keberadaan dan fungsi jalur pedestrian

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Program pemerintah untuk mendukung Kota yang hijau				
2.	Jenis tanaman untuk jalur pedestrian sudah diatur dalam Peraturan Pemerintah				
3.	Jalur pedestrian merupakan fasilitas pemerintah untuk menghijaukan kota				
4.	Jalur pedestrian dirancang menggunakan aturan baku untuk memudahkan pejalan kaki dan pengguna kendaraan				
5.	Jalur pedestrian mempunyai fungsi sebagai pendukung hubungan timbal balik manusia dan lingkungan				
6.	Jalur pedestrian sebagai sarana ruang terbuka hijau lingkungan perkotaan				
7.	Adanya tanaman yang di jalur pedestrian bisa mengurangi polusi (gas) kendaraan bermotor				
8.	Adanya tanaman yang di jalur pedestrian bisa mengurangi polutan (emisi partikel) kendaraan bermotor				
9.	Adanya tanaman yang di jalur pedestrian bisa mengurangi keletihan pikiran				
10.	Adanya tanaman yang di jalur pedestrian bisa mengurangi keletihan visual				
11.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan fasilitas jalur pedestrian untuk kenyamanan pejalan kaki				
12.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan jenis pohon pada jalur pedestrian untuk kenyamanan pejalan kaki				
13.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan jenis pohon berbunga rutin				
14.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan jenis pohon membuat teduh				
15.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan jenis pohon tahan terhadap polusi udara kendaraan bermotor				
16.	Pemerintah Kota membangun sarana perlu penambahan jenis pohon tahan terhadap refleksi panas permukaan kedap air				
17.	Setiap tanaman tidak menghalangi pandangan terhadap kendaraan melintas				
18.	Pemerintah Kota perlu membuat papan informasi terkait tanaman				
19.	Setiap tanaman dilarang untuk dimatikan atau dirusak				
20.	Tata ruang di area jalur pedestrian memberikan kenyamanan				

Keterangan:

No. 1-10: 1 = Tidak mengetahui; 2 = Kurang mengetahui; 3 = Mengetahui; 4 = Sangat mengetahui

No. 11-20: 1 = Tidak setuju; 2 = Kurang setuju; 3 = Setuju; 4 = Sangat setuju

Tabel 4. Preferensi kecenderungan pilihan dan kenyamanan subjektif terhadap desain dan fasilitas jalur pedestrian

No.	Pernyataan	Pilihan Jawaban			
		1	2	3	4
1.	Lokasi jalur pedestrian disediakan bangku untuk singgah terasa teduh disiang hari dan cahaya lampu jalan menerangi.				
2.	Disaat singgah bunga ataupun daun, memiliki keberagaman warna menjadikan lebih berwarna.				
3.	Perbedaan tinggi dan rendah tanaman untuk membatasi area pejalan kaki dan kendaraan membuat rasa nyaman.				
4.	Fasilitas yang tersedia berupa tempat sampah dengan penempatan diantara tanaman apakah membuat lingkungan lebih tertata.				
5.	Melintas pada jalur pedestrian, tanaman hijau membuat langkah terasa dekat atau menambah semangat.				
6.	Aktivitas pada lingkungan jalur pedestrian menjadi lebih nyaman karena bunga dan daun terlihat segar dan cerah.				
7.	Penempatan fasilitas diantara tanaman menjadikan aktivitas lebih produktif dan konsentrasi.				
8.	Tanaman pohon yang sekarang ditanam menjadikan kondisi terasa ternaungi pada siang hari.				
9.	Taman semak yang sekarang ditanam membuat tergores dengan meninggalkan bekas luka.				
10.	Dengan tanaman sekarang apabila berjalan sendiri berkelompok, bunga atau daun menjadikan suasana membuat ingin menghabiskan waktu di jalur pedestrian.				

Keterangan:

No (1-10) → 1 = Tidak sesuai; 2 = Kurang sesuai; 3 = Sesuai; 4 = Sangat sesuai

elemen lanskap dalam meningkatkan kenyamanan dan produktivitas. Skala yang digunakan serupa, yaitu 1 (tidak mengetahui) hingga 4 (sangat mengetahui).

Hasil dari survei ini diharapkan dapat memberi pemahaman sejauh mana lanskap yang hadir dan diharapkan oleh masyarakat pada koridor pedestrian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Spasial Tutupan Lahan

Perubahan tutupan lahan di koridor pedestrian TOD Blok M - Bundaran HI mencerminkan dinamika ruang terbuka hijau di tengah urbanisasi Jakarta. Aspek spasial penting untuk menganalisis pengaruh vegetasi dan penutup lahan terhadap kenyamanan pedestrian. Dalam konteks penelitian ini, terdapat pendekatan utama yang diterapkan untuk mengukur dinamika tersebut adalah perubahan tutupan lahan pada periode tahun pengamatan data citra Sentinel 2A. Metode ini memungkinkan pemetaan kuantitatif transformasi luas tata guna lahan.

Penurunan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Jakarta telah menjadi masalah yang berlangsung sejak tahun 1980-an. Data yang ada menunjukkan bahwa area hijau menyusut dari 259,884 km² pada tahun 1983 menjadi hanya 110,450 km² pada tahun 2013 (Budiman *et al.* 2014). Kebijakan pembangunan yang tidak mendukung perlindungan ruang hijau mempercepat proses peralihan penggunaan lahan menjadi area yang dibangun, khususnya di lokasi strategis di pusat kota (Setiowati *et al.* 2019). Evaluasi spasial memiliki peran yang penting dalam menilai efektivitas kebijakan tata ruang. Seperti yang diungkapkan oleh Setiowati *et al.* (2020), metode spasial yang menggunakan peta tematik dan citra satelit dapat membantu dalam mengidentifikasi distribusi RTH dan berfungsi sebagai alat bantu dalam merencanakan kota yang berkelanjutan.

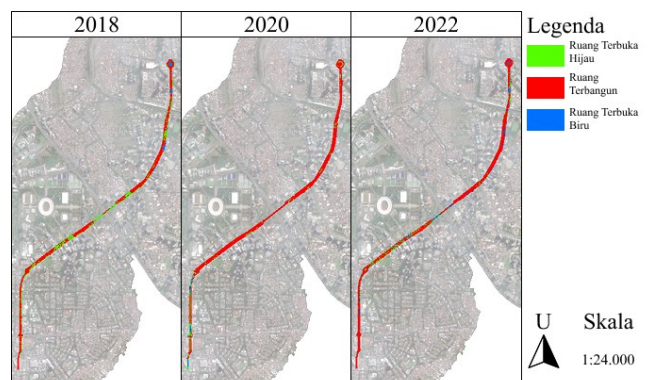
Perubahan tutupan lahan di sekitar kawasan pedestrian Jalan Panglima Polim, Jalan Sisingamangaraja, dan Jalan Jenderal Sudirman, menunjukkan dinamika signifikan antara 2018, 2020, dan 2022 (Gambar 2). Tabel 6. mencatat area dengan kategori tutupan lahan ruang terbangun tertinggi pada 2018 dengan luas 328,7 ha atau sebesar 84% dari total luas. Menurun menjadi 305,8 ha (14,76%) pada 2020 dan 12,11% pada 2022. Sebaliknya, area kehijauan sedang meningkat dari 272,5 ha (69,48%) pada 2018 menjadi 83,10% pada 2020, dan

sedikit meningkat menjadi 83,76% pada 2022 dari total 328,5 ha.

Dominasi ruang terbangun yang mencapai 328,7 ha (83,8%) pada tahun 2018 mengalami penurunan menjadi 305,8 ha (77,97%) pada tahun 2020, namun kemudian sedikit meningkat kembali menjadi 306,1 ha (78,05%) pada tahun 2022. Pertumbuhan populasi perkotaan dapat menjadi pemicu meningkatnya permintaan akan hunian dan fasilitas pendukung, sehingga memberikan tekanan pada ketersediaan lahan untuk mengakomodasi ekspansi perkotaan (Wu *et al.* 2024). Investasi infrastruktur transportasi di sepanjang koridor tersebut sebagai tujuan untuk meningkatkan aksesibilitas, menaikkan nilai jual lahan, dan mendorong perluasan area terbangun, juga dapat menjadi pemicu akan tingginya tutupan lahan dengan kategori ruang terbangun (Zhang *et al.* 2020; Ogunbode *et al.* 2025).

Kategori ruang hijau mengalami peningkatan yang signifikan dari 49,9 ha (12,72%) pada tahun 2018 menjadi 79 ha (20,14%) pada tahun 2020. Namun, pada tahun 2022, terdapat menurun kembali menjadi 71,1 ha (18,13%). Penurunan ini dapat disebabkan oleh perubahan fisik jalan atau penggantian vegetasi dengan elemen keras (*hardscape*) maupun efek musiman dari tanaman yang berada pada area penelitian. Kenaikan ruang hijau antara 2018 hingga 2020 mencerminkan kebijakan lokal yang mendukung penanaman dan pelestarian area terbuka hijau.

Ruang biru, yang memiliki ukuran paling kecil seluas 13,6 ha (3,47%) pada tahun 2018 mengalami penurunan menjadi 7,4 ha (1,89%) pada tahun 2020, dan kembali



Gambar 2. Peta perubahan tutupan lahan pada area penelitian

Tabel 6. Perubahan tutupan lahan dalam area penelitian dalam hektar

Tutupan lahan	Tahun/Luas (ha)					
	2018		2020		2022	
Ruang terbangun	328,7	83,80%	305,8	77,97%	306,1	78,05%
Ruang hijau	49,9	12,70%	79,0	20,14%	71,1	18,13%
Ruang biru	13,6	3,50%	7,4	1,89%	15,0	3,82%
Total	392,2	100%	392,2	100%	392,2	100%
Overall accuracy	69,11		82,35		75,00	
Kappa coefficient	70,16					

meningkat pada tahun 2022 menjadi 15 ha (3,82%). Pola ruang biru yang berfluktuasi menunjukkan adanya intervensi dalam pengelolaan sistem drainase, sebagai bagian dari proyek infrastruktur dan upaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan hidup (Arkham *et al.* 2014; Fazali *et al.* 2025).

Fungsi Ekologis Vegetasi

Penentuan sampel daun vegetasi berdasarkan RTH

Identifikasi vegetasi untuk pengambilan sampel daun dilakukan berdasarkan distribusi RTH yang terdapat di sepanjang kawasan koridor pedestrian TOD Blok M hingga Bundaran Hotel Indonesia. Pemilihan titik pengamatan didasarkan pada interpretasi tutupan lahan tahun 2022 dan observasi lapangan. Lokasi pengambilan sampel berada pada area dengan intensitas aktivitas pejalan kaki tinggi serta ketersediaan vegetasi yang signifikan secara visual dan spasial.

Terdapat enam spesies pohon yang diidentifikasi sebagai vegetasi dominan, yaitu *Manilkara kauki*,

Handroanthus impetiginosus, *Tabebuia rosea*, *Plumeria alba*, *Bougainvillea glabra*, dan *Spathodea campanulata*. Spesies vegetasi tersebut tersebar dalam dua kategori tutupan lahan, yaitu "Ruang Terbangun" dan "Ruang Hijau". Sebagian besar spesies *Manilkara kauki*, *Tabebuia Rosea* dan *Handroanthus impetiginosus* berada di kawasan ruang terbangun yang berfungsi sebagai jalur pedestrian dengan vegetasi peneduh. Sementara itu, *Bougainvillea glabra*. dan *Spathodea campanulata* tumbuh di area yang diklasifikasikan sebagai ruang hijau. Keberadaan vegetasi di kedua kategori lahan ini menunjukkan bahwa RTH tidak selalu berarti area terbuka murni, tetapi juga mencakup jalur transisi vegetasi yang terintegrasi dengan infrastruktur perkotaan. Jenis vegetasi yang dipilih untuk pengambilan sampel didasarkan pada kriteria morfologi, dominasi visual, dan sebarannya.

Tabel 5 menunjukkan ringkasan karakteristik morfologis daun yang digunakan sebagai sampel analisis gravimetri. Terdapat indikator awal dalam pemilihan sampel uji laboratorium berdasarkan morfologi daun tanaman masing-masing pohon yang diidentifikasi. Identifikasi vegetasi sampel berdasarkan karakter morfologi daun bertujuan untuk menentukan potensi daya jerap emisi partikel oleh masing-masing spesies. Setiap spesies dianalisis lebih lanjut untuk menilai kapasitas jerapan aktual menggunakan metode gravimetri.

Tabel 7. menyajikan data perhitungan kapasitas jerapan emisi partikel oleh daun sampel sampel vegetasi pada area penelitian. *Bougainvillea glabra*. menunjukkan nilai jerapan tertinggi sebesar 0,030 g/m²/hari, diikuti oleh *Handroanthus impetiginosus* dan *Manilkara kauki* dengan nilai masing-masing 0,013 g/m²/hari. Kapasitas terendah tercatat pada *Tabebuia rosea* dan *Spathodea campanulata* dengan nilai 0,002 g/m²/hari.

Tingginya nilai jerapan pada *Bougainvillea glabra* diperkirakan disebabkan oleh permukaan daunnya yang

Tabel 5. Vegetasi dan kriteria daun tanaman sampel

Vegetasi	Morfologi daun tanaman	Gambar daun sampel
Sawo kecil (<i>Manilkara kauki</i> (L.) Dubard)	<ul style="list-style-type: none"> • Daun mengilap dan di bagian atas dan kasar di bagian bawah. • Tekstur daun kaku, tebal, dan berkulit. • Tepi daun rata dan tidak bergerigi. • Permukaan daun kaku dan berkilin. 	
Tabebuia ungu (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos)	<ul style="list-style-type: none"> • Permukaan daun halus. • Tekstur daun tipis dan lebar. • Tepi daun rata tidak bergelombang. 	
Tabebuia merah muda (<i>Tabebuia Rosea</i> (Bertol.) DC.)	<ul style="list-style-type: none"> • Permukaan daun sedikit kasar di bagian atas dan berbulu halus di bagian bawah (trikoma). • Tekstur daun tipis, fleksibel. • Tepi daun rata, menyempit di ujung. 	
Kamboja kuning (<i>Plumeria alba</i> L.)	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk daun lanset panjang • Permukaan daun licin, sedikit mengilap, dengant tulang menonjol di bawah. • Tekstur daun tebal, berdaging, dan kuat. • Tepi daun rata, kadang bergelombang ringan 	
Bunga kertas (<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy)	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk oval hingga elips. • Permukaan daun kasar dengan banyak trikoma. • Struktur permukaan tepi daun kasar dan berlekuk • Berdaun lebar. • Tekstur tipis, mudah layu, tetapi padat secara morfologi. 	
Kecrutan (<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.)	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk daun menyirip ganda. • Permukaan kasar di bagian atas, berbulu di bagian bawah • Tekstur cukup tebal, dengan tulang daun menonjol. • Struktur permukaan tepi daun kasar dan berlekuk • Berdaun lebar. 	

berbulu dan kasar, yang meningkatkan area adhesi partikel (Nowak *et al.* 2006; Sæbø *et al.* 2012). Variasi daya jerap daun tanaman mencerminkan sensitivitas tanaman terhadap faktor lingkungan seperti curah hujan, kelembaban udara, serta posisi relatif terhadap sumber polusi (Salsabila *et al.* 2020; Zhai *et al.* 2022). Secara morfologis, spesies tanaman dengan daun kasar, banyak stomata, dan permukaan tidak rata memiliki keunggulan dalam menjerap partikel debu.

Tabel 7. Jerapan emisi partikel oleh daun pada periode pengamatan

Vegetasi	Jerapan emisi partikel (g/m ²)			\bar{X} per hari
	H 1	H 2	H 3	
Sawo kecil (<i>Manilkara kauki</i> (L.) Dubard)	0,008	0,012	0,018	0,013
Tabebuia ungu (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos)	0,026	0,008	0,004	0,013
Tabebuia merah muda (<i>Tabebuia Rosea</i> (Bertol.) DC.)	0,001	0,001	0,004	0,002
Kamboja kuning (<i>Plumeria alba</i> L.)	0,001	0,014	0,002	0,006
Bunga kertas (<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy)	0,018	0,063	0,011	0,030
Kecrutan (<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.)	0,002	0,004	0,001	0,002
Rata-rata kapasitas jerapan emisi partikel seluruh vegetasi				0,011

Menurut Gao *et al.* (2022), struktur permukaan daun yang kompleks dapat meningkatkan kapasitas jerapan debu secara signifikan dibandingkan daun halus yang umum ditemukan pada spesies berdaun lebar. Tan *et al.* (2022) juga menegaskan bahwa mikro-struktur seperti alur, bulu daun, dan jumlah stomata berkontribusi pada efektivitas jerapan debu, sedangkan permukaan daun yang halus dan berilinin justru menurunkan kapasitas tersebut. Perbedaan performa antar spesies dipengaruhi oleh karakteristik morfologi daun dan menjadi dasar penting dalam pemilihan spesies tanaman untuk mitigasi polusi partikulat di lingkungan perkotaan.

Jerapan Emisi Partikel Kendaraan oleh Pohon Sampel

Tabel 8 menunjukkan bahwa volume kendaraan di ruas Jalan Panglima Polim – Sisingamangaraja – Jenderal Sudirman selama periode 15-17 Juli 2024 mengalami penurunan harian yang konsisten. Volume tertinggi tercatat pada hari Senin di Jalan Jenderal Sudirman sebanyak 3.586 kendaraan, diikuti oleh hari Selasa di Jalan Panglima Polim dengan 2.917 kendaraan, dan pada hari Rabu kembali di Jalan Jenderal Sudirman dengan 2.006 kendaraan. Sementara itu, volume kendaraan terendah secara konsisten terjadi di Jalan Sisingamangaraja, yaitu 2.419 kendaraan pada Senin, 2.045 pada Selasa, dan 1.780 kendaraan pada Rabu. Penurunan paling signifikan terjadi pada ruas Jalan Panglima Polim dari Selasa ke Rabu dengan selisih 1.527 kendaraan. Penurunan ini kemungkinan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti pembatasan lalu lintas, variasi aktivitas sosial-ekonomi, atau kondisi cuaca, yang secara tidak langsung dapat menurunkan konsentrasi polusi partikulat dan memengaruhi hasil jerapan debu oleh vegetasi di sekitar kawasan studi.

Penurunan jumlah kendaraan ini menunjukkan potensi hubungan langsung terhadap berkurangnya konsentrasi debu partikulat di udara. Temuan ini sejalan dengan penelitian Goel

et al. (2018) yang menunjukkan bahwa pembatasan lalu lintas di Delhi mengurangi konsentrasi PM2.5 dan *black carbon* secara signifikan. Penurunan ini berdampak positif pada kualitas udara dan meningkatkan efektivitas vegetasi dalam menjerap polutan, terlihat dari peningkatan kapasitas jerapan debu pada spesies seperti *Manilkara kauki* dan *Plumeria alba* (Tabel 7). Tren penurunan volume kendaraan dapat meningkatkan kemampuan vegetasi untuk menjerap partikel debu, khususnya pada tanaman dengan karakteristik morfologi daun yang mendukung.

Tabel 8. Volume kendaraan lalu lintas harian setiap ruas jalan

Jalan	Volume lalu lintas rata-rata (kendaraan)		
	15 Juli 2024	16 Juli 2024	17 Juli 2024
Panglima Polim	2.968	2.917	1.390
Sisingamangaraja	2.419	2.045	1.780
Jenderal Sudirman	3.586	2.702	2.006

Studi oleh Chang dan Park (2023) menekankan bahwa sumber polusi partikulat tidak hanya berasal dari emisi knalpot, tetapi juga dari emisi non-ekshaust seperti keausan ban, rem, dan debu jalan, yang tetap ada meskipun volume lalu lintas menurun. Faktor ini dapat menjelaskan fluktuasi kapasitas jerapan debu pada beberapa spesies vegetasi meskipun jumlah kendaraan berkurang. Selain itu, Costello *et al.* (2022) menemukan bahwa risiko kesehatan masyarakat lebih dipengaruhi oleh konsentrasi PM2.5 daripada kedekatan fisik terhadap jalur lalu lintas, dan Godec *et al.* (2021) menambahkan bahwa sumber emisi rumah tangga, seperti pemanasan atau pembakaran terbuka, juga menyumbang terhadap akumulasi partikulat.

Pengamatan daerah studi (Tabel 9) menunjukkan bahwa dominasi kendaraan berbahan bakar bensin mencapai 21.307 unit, jauh lebih tinggi dibandingkan kendaraan solar sebanyak 506 unit. Perkiraan buangan emisi debu oleh kendaraan mengacu pada Sulistijorini *et al.* (2008) yaitu 0,22 g/km untuk kendaraan berbahan bakar bensin dan 1,28 g/km untuk kendaraan berbahan bakar solar. Berdasarkan estimasi perhitungan emisi pada Tabel 9, kendaraan bensin menghasilkan partikel debu sebesar 330 g/km, sedangkan kendaraan solar menghasilkan 45 g/km. Meskipun jumlah kendaraan berbahan bakar solar relatif kecil, emisi partikulat per unitnya cenderung lebih tinggi karena karakteristik pembakarannya. Fakta ini menekankan pentingnya pengelolaan emisi kendaraan secara komprehensif, termasuk pengawasan ketat terhadap kendaraan solar dan pengendalian jumlah kendaraan berbahan bakar bensin yang mendominasi lalu lintas. Strategi tersebut dapat diperkuat dengan optimalisasi vegetasi kota sebagai penyaring alami serta peningkatan efisiensi transportasi publik ramah lingkungan.

Tabel 9. Perhitungan emisi

Bahan bakar	Emisi	\bar{x} Emisi (g/km)	Σ kendaraan	Panjang jalan (km)	Emisi (g/km)
Bensin	Debu	0,22	21.307	14,2	330
Solar	Debu	1,28	506	14,2	45

Tabel 10 menunjukkan kebutuhan populasi pohon berdasarkan emisi yang dihasilkan emisi kendaraan bermotor, yaitu sebanyak 375 g/hari. Spesies tanaman dengan kebutuhan terbanyak pada Bunga kertas (*Bougainvillea glabra*)

sebanyak 129.310 pohon, Kecrutan (*Spathodea campanulata*) sebanyak 28.850 pohon, Kamboja kuning (*Plumeria alba*) sebanyak 3.216 pohon, Sawo kecil (*Manilkara kauki*) sebanyak 8.802 pohon, dan Tabebuaya ungu (*Handroanthus impetiginosus*) sebanyak 2.384 pohon. Nilai ini merepresentasikan jumlah pohon yang dibutuhkan apabila setiap spesies ditanam secara terpisah (monokultur) untuk menjerap total emisi yang dihasilkan di koridor studi.

Tabel 10. Kebutuhan pohon menjerap emisi kendaraan

Jenis pohon	Total emisi (g/km)	Daya jerap emisi partikel per pohon (g)	Kebutuhan Populasi (pohon)
Sawo kecil (<i>Manilkara kauki</i> (L.) Dubard)	375	0,0426	8.802
Tabebuaya ungu (<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos)	375	0,1573	2.384
Tabebuaya merah muda (<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.)	375	0,0226	16.593
Kamboja kuning (<i>Plumeria alba</i> L.)	375	0,1166	3.216
Bunga kertas (<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy)	375	0,0029	129.310
Kecrutan (<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.)	375	0,0130	28.850

Kebutuhan akan pohon dalam jumlah besar jika dilakukan secara monokultur dianggap tidak realistis dari segi estetika dan ekologis (Díaz dan Cabido 2001). Penanaman dengan satu jenis vegetasi memiliki risiko menurunkan ketahanan lanskap terhadap gangguan biotik, seperti serangan hama dan penyakit, yang dapat mengancam populasi secara keseluruhan (Bennett *et al.* 2020; Humphries *et al.* 2021). Hasil estimasi dapat dijadikan sebagai acuan awal dalam merancang komposisi vegetasi yang beragam (*polyculture*), sehingga tidak hanya mampu menjerap polusi secara efektif, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem perkotaan dan meningkatkan nilai visual jalur pedestrian (Brudvig *et al.* 2009; Prihandi dan Nurvianto 2022; Qisthina *et al.* 2023).

Persepsi dan Preferensi Pengguna Pedestrian

Persepsi pengguna pedestrian

Hasil survei menunjukkan tanggapan responden terhadap pemahaman mereka mengenai aturan baku dan peran vegetasi di jalur pedestrian. Tanggapan dikategorikan dalam empat tingkat pemahaman: "tidak mengetahui," "kurang mengetahui," "mengetahui," dan "sangat mengetahui". Sebanyak 37 responden berpartisipasi dalam penelitian ini, dan temuan memperlihatkan adanya perbedaan pandangan yang signifikan diantara pertanyaan yang disajikan (Tabel 3).

Temuan yang paling mencolok adalah rendahnya tingkat pemahaman mengenai keberadaan program pemerintah terkait kota yang ramah lingkungan. Responden yang mengetahui mengenai hal tersebut sebanyak 12 orang (32,4%), dan hanya 2 orang (5,4%) yang sangat mengetahui. Di sisi lain, sebanyak 14 orang (37,8%) menyatakan kurang mengetahui dan bahkan 9 orang (24,3%) menyatakan tidak mengetahui. Hal tersebut mengindikasikan kurangnya informasi publik terkait

tata kota hijau, yang idealnya mudah diakses oleh pengguna ruang publik. Hal yang sama juga terlihat pada pemahaman bahwa "Jenis tanaman untuk jalur pedestrian telah diatur dalam peraturan pemerintah", dengan sebanyak 17 orang (45,9%) menyatakan kurang mengetahui dan sebanyak 8 orang (21,6%) menyatakan tidak mengetahui.

Tingkat pemahaman yang cukup tinggi ditemukan pada pernyataan "Jalur pedestrian dirancang menggunakan aturan baku untuk memudahkan pejalan kaki dan pengguna kendaraan" dan "Jalur pedestrian mempunyai fungsi sebagai pendukung hubungan timbal balik manusia dan lingkungan". Keduanya memperoleh angka tinggi dalam kategori "Mengetahui" (56,8%) dan "Sangat mengetahui" (27%).

Persepsi responden terhadap manfaat tanaman di jalur pedestrian menunjukkan reaksi yang positif yang cukup signifikan. Pernyataan seperti "Tanaman di trotoar dapat mengurangi kelelahan visual" menunjukkan angka "Sangat mengetahui" tertinggi mencapai 51,4%, diikuti oleh "mengurangi polusi gas kendaraan bermotor" (40,5%) dan "mengurangi emisi partikel polutan" (35,1%). Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun pengetahuan mengenai peraturan resmi rendah, pengalaman langsung atau persepsi kognitif terhadap kenyamanan dan fungsi vegetasi masih cukup kuat.

Pengetahuan mengenai vegetasi sebagai faktor mitigasi terhadap polusi serta stres mental sejalan dengan teori persepsi lingkungan yang menekankan hubungan antara pengalaman sensoris yang beragam dengan evaluasi lingkungan (Kaplan dan Kaplan 1989). Persepsi positif terhadap pengurangan kelelahan visual dan polusi gas dapat dihubungkan dengan konsep *restorative environments*, yang berarti elemen alami seperti pepohonan dan tanaman memberikan dampak positif terhadap pemulihan mental dalam konteks perkotaan (Ulrich 1984; Hartig *et al.* 1991).

Pemahaman bahwa jalur pedestrian berfungsi sebagai RTH sebaliknya belum menjadi pengetahuan umum, hanya 45,9% menyatakan mengetahui dan 37,8% yang sangat mengetahui. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat pemisah antara infrastruktur mobilitas dan ekologi dalam pandangan pengguna. Padahal, sejumlah literatur telah menekankan pentingnya integrasi fungsi ekologis ke dalam sistem infrastruktur perkotaan (Childers *et al.* 2019; Osmond dan Wilkinson 2021; Thomson dan Newman 2021). Sebagaimana dikemukakan Pandit *et al.* (2011), mengintegrasikan fungsi ekologis ke dalam infrastruktur kota sangat penting karena dengan memandang elemen infrastruktur sebagai sistem yang saling berhubungan, atau "ekologi infrastruktur", akan memungkinkan pendekatan yang lebih holistik dan berkelanjutan.

Hasil dari survei persepsi pengguna mengenai pemahaman kenyamanan pada jalur pedestrian mengindikasikan bahwa mayoritas responden memiliki tingkat kesadaran yang tinggi akan pentingnya keberadaan vegetasi dan peran pemerintah dalam menciptakan kenyamanan bagi pengguna jalur pedestrian.

Pernyataan yang mendapatkan dukungan tertinggi adalah "tata ruang di area jalur pedestrian memberikan kenyamanan" (No. 10), dan "setiap tanaman dilarang untuk dimatikan atau dirusak" (No. 9), yang masing-masing memperoleh persetujuan tertinggi dalam kategori "sangat setuju" sebesar 67,6%. Hal ini menunjukkan bahwa responden tidak hanya menghargai keberadaan vegetasi, tetapi juga menyadari pentingnya nilai etika dan keberlanjutan vegetasi di ruang publik. Pandangan ini sejalan dengan pendekatan *biophilic urbanism* yang menganggap ruang hijau sebagai komponen penting dalam kehidupan sosial dan kesejahteraan area perkotaan (Beatley 2011; Clayton dan Myers 2015).

Temuan penelitian mengindikasikan meskipun pemahaman terhadap kebijakan formal tergolong rendah, terdapat peluang mengubah persepsi menjadi positif terhadap peran ekologi tanaman. Pemangku kebijakan dapat memanfaatkan situasi tersebut untuk memperkuat kegiatan edukasi dan visualisasi fungsi tanaman di ruang publik. Misalnya dengan memanfaatkan papan informasi, media interaktif, atau desain lanskap yang informatif. Pendekatan ini sangat penting mengingat pengetahuan dan sikap terhadap lingkungan memiliki hubungan yang kuat dengan perilaku ramah lingkungan di area perkotaan (Clayton dan Myers 2015).

Sebanyak 94,6% responden menyatakan bahwa "setuju" atau "sangat setuju" jika Pemerintah Kota harus meningkatkan fasilitas jalur pedestrian demi kenyamanan pengguna. Hal ini mencerminkan tuntutan masyarakat terhadap keterlibatan aktif pemerintah dalam memperbaiki infrastruktur. Peningkatan kualitas ruang untuk pejalan kaki juga dipahami dalam sudut pandang ekologi, pernyataan seperti "pemerintah perlu menambah jenis pohon yang memberikan naungan" dan "menambah pohon yang tahan terhadap pantulan panas dari permukaan yang tidak menyerap air" masing-masing mendapatkan dukungan yang tinggi, dengan total lebih dari 85% responden sepakat. Temuan ini mendukung literatur yang menekankan pentingnya vegetasi dalam menurunkan suhu permukaan dan meningkatkan kenyamanan termal di area jalan (Akbari *et al.* 2001; Tan *et al.* 2021; Raihan 2024).

Terdapat indikator yang menunjukkan bahwa kesadaran publik belum merata mengenai manfaat ekologis yang bersifat teknis. Pernyataan "pemerintah perlu menambah pohon yang tahan terhadap polusi udara kendaraan bermotor" memperoleh angka "sangat setuju" sebesar 45,9% lebih rendah jika dibandingkan dengan indikator yang berkaitan dengan estetika atau kenyamanan visual. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman publik tentang peran dan fungsi ekologi vegetasi masih perlu ditingkatkan. Beragam penelitian telah menunjukkan bahwa vegetasi dapat menyerap polutan seperti PM10 dan PM2.5 secara signifikan (Nowak *et al.* 2006; Florentina dan Io 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Qu *et al.* (2023) mendapatkan temuan bahwa terdapat penurunan yang signifikan pada tingkat PM10 dan PM2.5 di sepanjang jalan utama kota Shenyang, Cina terutama area yang berada dekat dengan taman kota. Hal tersebut mengindikasikan bahwa keberadaan vegetasi di taman kota sangat berpotensi mengurangi konsentrasi emisi partikel.

Aspek visibilitas dan keselamatan juga mendapat perhatian dalam persepsi pengguna. Pernyataan "setiap tanaman tidak menghalangi pandangan terhadap kendaraan melintas" mendapat dukungan signifikan, dengan 51,4% responden menyatakan "setuju" dan 43,2% "sangat setuju". Hal ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan antara aspek fungsi ekologis dan keamanan visual dalam merancang lanskap jalur pedestrian.

Pernyataan mengenai kebutuhan akan papan informasi juga memperoleh dukungan yang signifikan, dengan responden 48,6% menyatakan "setuju" dan 43,2% menyatakan "sangat setuju". Tanggapan ini mencerminkan keinginan publik untuk mendapatkan informasi yang lebih baik mengenai berbagai jenis dan manfaat tanaman. Metode penyampaian informasi melalui papan edukatif atau media interaktif lainnya di jalur pedestrian dapat berfungsi sebagai sarana komunikasi lingkungan yang efektif (Unger *et al.* 2024). Efektivitasnya sangat bergantung pada kejelasan pesan dan kemampuannya untuk menarik perhatian berbagai pengunjung dengan cara yang signifikan (Johns dan Pontes 2019).

Temuan ini mengindikasikan bahwa masyarakat telah menunjukkan apresiasi yang tinggi terhadap kontribusi vegetasi dalam meningkatkan kenyamanan baik fisik maupun visual di

jalur pedestrian. Namun, untuk mencapai ruang publik yang sepenuhnya inklusif dan secara ekologis berfungsi dengan baik, diperlukan kerja sama antara desain lanskap yang adaptif, kebijakan yang berbasis bukti, serta upaya peningkatan literasi ekologi masyarakat.

Preferensi pengguna pedestrian

Preferensi kenyamanan merupakan pemilihan terhadap sesuatu yang lebih disukai dari pada yang lain dengan keputusan individu dibuat berdasarkan pengalaman (Pachur dan Spaar 2015; Koranti 2017). Dalam konteks koridor pedestrian TOD Blok M hingga bundaran Hotel Indonesia, preferensi ini diteliti melalui sepuluh pernyataan dalam kuesioner Tabel 4.

Pernyataan yang mendapatkan tingkat "sangat sesuai" tertinggi adalah "Lokasi jalur pedestrian disediakan bangku untuk singgah terasa teduh disiang hari dan cahaya lampu jalan menerangi" sebesar 56,8%. Hal ini menunjukkan bahwa elemen dasar kenyamanan fisik seperti tempat duduk dan pencahayaan memiliki peran penting dalam membentuk ruang publik yang ramah pengguna. Sebanyak 54,1% responden memberikan preferensi "sangat sesuai" terhadap pernyataan "Di saat singgah bunga ataupun daun, memiliki keberagaman warna menjadikan lebih berwarna", "Aktivitas pada lingkungan jalur pedestrian menjadi lebih nyaman karena bunga dan daun terlihat segar dan cerah", dan "Tanaman pohon yang sekarang ditanam menjadikan kondisi terasa ternaungi pada siang hari". Temuan ini menegaskan bahwa pentingnya elemen vegetasi dalam meningkatkan kenyamanan visual dan suasana santai di ruang kota, sesuai dengan prinsip desain biofilik yang menekankan pentingnya hubungan antara manusia dan alam (Beatley 2011; Thomson dan Newman 2021; Rahardjo *et al.* 2024). Aspek estetika visual yang ditawarkan oleh tanaman memiliki daya tarik yang tinggi, serta berkontribusi dalam meningkatkan kepuasan pengguna terhadap ruang publik (Ma *et al.* 2020; Mosyafitiani *et al.* 2022; Moreira dan Duarte 2023; Xie *et al.* 2024).

Beberapa pernyataan menunjukkan adanya preferensi yang kuat terhadap kategori "sesuai", seperti penempatan fasilitas diantara tanaman yang meningkatkan produktivitas (54,1%) dan bunga serta daun yang menciptakan suasana menyenangkan untuk pengguna di area jalur pedestrian (51,4%). Meskipun "sangat sesuai" belum dominan, temuan ini mengindikasikan bahwa desain RTH yang menggabungkan elemen estetika dan fungsional dapat meningkatkan perilaku serta kenyamanan pengguna.

Elemen lanskap lainnya, seperti pohon peneduh dan bunga segar, juga mendapatkan tanggapan yang serupa. Pada pernyataan nomor 6, yang menyatakan bahwa aktivitas di jalur pedestrian menjadi lebih nyaman berkat tampilan bunga dan daun yang segar serta cerah, sebanyak 91,9% responden menyatakan setuju atau sangat setuju. Capaian yang serupa juga terlihat pada pernyataan nomor 8 mengenai pohon yang memberikan keteduhan di siang hari. Hal ini menunjukkan bahwa kenyamanan mikroklimatik dan pengalaman sensorik melalui vegetasi tidak hanya bersifat dekoratif, tetapi juga mendukung keberlangsungan aktivitas serta kenyamanan termal pengguna (Ristianti *et al.* 2024). Dengan demikian, data ini sejalan dengan konsep desain biophilic yang menekankan pentingnya kehadiran unsur alami dalam lingkungan binaan untuk meningkatkan kesejahteraan psikologis dan kenyamanan pengguna (Rahardjo *et al.* 2024; Shaikh dan Sava-Segal 2024).

Selain aspek visual dan termal, data juga menunjukkan bahwa fasilitas pendukung yang terintegrasi dalam lanskap berkontribusi pada penguatan persepsi kenyamanan. Penempatan tempat sampah diantara tanaman, sebagaimana dinyatakan dalam pernyataan no. 4, dianggap dapat membuat lingkungan terasa lebih teratur oleh 89,1% responden. Bahkan,

dalam pernyataan no. 7 yang menyatakan bahwa fasilitas yang diletakkan di antara tanaman dapat meningkatkan produktivitas dan konsentrasi aktivitas, sebanyak 89,2% responden memberikan tanggapan positif. Hasil ini mencerminkan keberhasilan prinsip desain integratif, di mana elemen fungsional dan estetika tidak saling mengganggu, melainkan saling mendukung untuk menciptakan ruang publik yang nyaman dan efisien (Frick 2007).

Namun demikian, tidak semua elemen lanskap mendapatkan apresiasi yang tinggi. Terdapat pengecualian pada pernyataan nomor 9 yang menyatakan bahwa taman semak yang saat ini ditanam menimbulkan luka gores, yang justru menunjukkan keragaman persepsi. Hanya 24,3% responden yang menyatakan "sangat sesuai", sementara sisanya tersebar pada kategori "sesuai" (43,2%), "kurang sesuai" (27%), dan "tidak sesuai" (5,4%). Angka ini menyorot pentingnya pemilihan jenis vegetasi yang tepat, serta pengelolaan jarak dan posisi tanam agar tidak menimbulkan risiko fisik bagi pengguna. Elemen lanskap yang tidak dirancang secara ergonomis dapat menjadi penghalang kenyamanan, bahkan membahayakan keselamatan, sehingga perlu ditinjau ulang melalui pendekatan desain berbasis pengguna (Priya dan Senthil 2024).

Dari perspektif psikologis, sejumlah temuan menunjukkan bahwa vegetasi juga berkontribusi dalam menciptakan suasana yang memotivasi dan menyenangkan (Hernández dan Hidalgo 2005). Sebagai contoh, pada pernyataan nomor 5 yang menyatakan bahwa tanaman hijau membuat langkah terasa lebih ringan atau menambah semangat, sebanyak 91,7% responden memberikan tanggapan positif. Efek serupa juga terlihat dalam pernyataan nomor 10 mengenai keinginan untuk menghabiskan waktu di pedestrian karena pengaruh estetika bunga dan daun, yang disetujui oleh 86,5% responden. Hal ini menunjukkan bahwa selain fungsi ekologi dan estetika, elemen lanskap memiliki peran penting dalam membentuk persepsi emosional dan kualitas pengalaman berjalan kaki. Pandangan ini sejalan dengan teori lingkungan restoratif yang menyatakan bahwa keberadaan elemen alami dapat mempercepat pemulihan psikologis serta meningkatkan kenyamanan kognitif di lingkungan perkotaan (Zhang *et al.* 2019).

Data tersebut secara keseluruhan menunjukkan bahwa kenyamanan pengguna jalur pedestrian sangat dipengaruhi oleh kualitas dan pengelolaan elemen lanskap baik dari segi estetika, fungsionalitas, maupun dampak psikologisnya (Detommaso *et al.* 2021; Kweon *et al.* 2021; Narayana *et al.* 2022). Elemen vegetasi yang dirancang dengan teliti dan dipadukan dengan fasilitas penunjang yang strategis mampu menciptakan ruang publik yang tidak hanya layak huni, tetapi juga menarik dan berkesan bagi para penggunanya (Tanzil dan Gamal 2021; Hakim dan Sulistyantara 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Wibawa dan Sutrisno (2022) menemukan bahwa pengguna pedestrian lebih mengutamakan fungsionalitas seperti konektivitas, aksesibilitas, keamanan, dan kenyamanan daripada estetika visual. Namun, kedua aspek tetap penting dalam desain pedestrian. Perbaikan fungsional berdasarkan persepsi dan preferensi pengguna dapat meningkatkan kenyamanan dan kepuasan secara signifikan (Resunda dan Nasrullah 2010).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Tutupan lahan di koridor pedestrian TOD Blok M - Bundaran HI menunjukkan dinamika signifikan dalam proporsi ruang terbangun, ruang hijau, dan ruang biru selama periode 2018, 2020, dan 2022. Ruang terbangun yang

mendominasi pada 2018 sebesar 328,7 ha (83,8%) menurun menjadi 305,8 ha (77,97%) pada 2020, lalu sedikit meningkat menjadi 306,1 ha (78,05%) pada 2022. Ruang hijau mengalami peningkatan dari 49,9 ha (12,7%) pada 2018 menjadi 79 ha (20,14%) pada 2020, namun turun menjadi 71,1 ha (18,13%) pada 2022, sedangkan ruang biru berfluktuasi dari 13,6 ha (3,5%) pada 2018, menurun menjadi 7,4 ha (1,89%) pada 2020, lalu meningkat menjadi 15 ha (3,82%) pada 2022.

Pengukuran kapasitas jerapan emisi partikel menunjukkan bahwa *Bougainvillea glabra* memiliki daya jerap tertinggi, diikuti oleh *Handroanthus impetiginosus* dan *Manilkara kauki*, sedangkan nilai terendah ditemukan pada *Tabebuia rosea* dan *Spathodea campanulata*. Penurunan volume lalu lintas di koridor studi berpotensi mengurangi konsentrasi partikulat di udara. Estimasi emisi kendaraan menunjukkan dominasi kontribusi dari kendaraan bensin, dengan kebutuhan populasi pohon yang sangat bervariasi antarspesies untuk mencapai kapasitas penyerapan total.

Hasil survei persepsi dan preferensi pengguna jalur pedestrian pada koridor TOD Blok M - Bundaran HI menunjukkan bahwa tingkat pemahaman terhadap kebijakan formal terkait vegetasi relatif rendah. Namun, apresiasi terhadap fungsi ekologis dan kenyamanan visual cukup tinggi. Mayoritas responden setuju atau sangat setuju bahwa keberadaan pohon peneduh, bunga berwarna, dan elemen vegetasi segar mampu meningkatkan kenyamanan fisik, visual, serta suasana santai saat berjalan. Fasilitas pendukung seperti bangku, pencahayaan, dan tempat sampah yang terintegrasi dengan lanskap mendapat penilaian positif, menegaskan pentingnya desain ruang publik yang menggabungkan fungsi estetika dan fungsional. Beberapa jenis vegetasi, seperti semak yang berpotensi melukai, dipandang mengurangi kenyamanan, sehingga pemilihan spesies dan penataan lanskap perlu memperhatikan faktor keamanan. Preferensi pengguna menyorot perlunya penambahan informasi edukatif mengenai tanaman serta penataan ruang yang adaptif terhadap kebutuhan termal, visual, dan ekologis. Integrasi desain lanskap dengan fasilitas pendukung dapat memperkuat kenyamanan dan keterlibatan pengguna, sekaligus membangun kesadaran publik terhadap peran vegetasi dalam mendukung kualitas lingkungan perkotaan.

Saran

Saran perbaikan ke depan mencakup perencanaan dan desain lanskap koridor pedestrian yang secara konsisten mengintegrasikan vegetasi berkinerja ekologis tinggi, terutama spesies dengan kemampuan jerapan debu optimal, nilai estetika tinggi, dan keamanan bagi pengguna. Pemilihan tanaman sebaiknya mempertimbangkan morfologi daun, ketahanan terhadap polusi, dan potensi risiko fisik. Pemerintah daerah dan perancang kota perlu memperkuat kebijakan zonasi untuk memperluas RTH di sepanjang koridor arteri perkotaan, dengan strategi penataan ruang yang memadukan elemen hijau dan fasilitas pendukung agar tercipta ruang pedestrian yang ekologis, fungsional, dan menarik. Evaluasi rutin berbasis masukan pengguna penting untuk menjaga keberlanjutan fungsi ekologis dan kenyamanan sosial, sekaligus mendukung sistem transportasi hijau. Penelitian lanjutan dapat diperluas pada koridor pedestrian lain di Jakarta atau kota besar lainnya untuk membangun perbandingan spasial yang lebih komprehensif. Penggunaan data citra satelit resolusi tinggi, uji ekologis vegetasi, dan pengukuran langsung kualitas udara dapat dioptimalkan melalui kolaborasi lintas bidang seperti arsitektur lanskap, perencanaan kota, dan ilmu lingkungan. Pendekatan sosial berupa survei persepsi

pengguna juga perlu dikembangkan guna membentuk basis data opini publik yang dapat menjadi dasar rekomendasi desain lanskap berbasis bukti pada skala kota.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi MH, Lamíquiz-Daudén PJ. 2022. Transit-oriented Development in Developing Countries: A Qualitative Meta-synthesis of its Policy, Planning and Implementation Challenges. *International Journal of Sustainable Transportation* 16(3): 195-221. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1858375>
- Akbari H, Pomerantz M, Taha H. 2001. Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Use and Improve Air Quality in Urban Areas. *Solar Energy* 70(3): 295-310. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X)
- Arkham HS, Arifin HS, Kaswanto RL. 2014. Strategi Pengelolaan Lanskap Ruang Terbuka Biru di Daerah Aliran Sungai Ciliwung. *Jurnal Lanskap Indonesia* 6(1): 1-5. <https://doi.org/10.29244/jli.v6i1.18125>
- Beatley T. 2011. *Biophilic Cities: Integrating Nature into Urban Design and Planning*. EBSCO ebook academic collection. Island Press/Center for Resource Economics. <https://books.google.co.id/books?id=bzdoJhsLUM0C>
- Bennett JA, Koch AM, Forsythe J, Johnson NC, Tilman D, Klironomos J. 2020. Resistance of Soil Biota and Plant Growth to Disturbance Increases with Plant Diversity. *Ecology Letters* 23(1): 119-128. <https://doi.org/10.1111/ele.13408>
- [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta. 2021. Provinsi DKI Jakarta dalam Angka 2021. Provinsi DKI Jakarta: BPS Provinsi DKI Jakarta.
- Brudvig LA, Damschen EI, Tewksbury JJ, Haddad NM, Levey DJ. 2009. Landscape Connectivity Promotes Plant Biodiversity Spillover into non-Target Habitats. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(23): 9328-9332. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809658106>
- Budiman A, Sulistyantara B, Zain AF. 2014. Deteksi perubahan ruang terbuka hijau pada 5 kota besar di Pulau Jawa (Studi kasus: DKI Jakarta, Kota Bandung, Kota Semarang, Kota Jogjakarta, dan Kota Surabaya). *Jurnal Lanskap Indonesia* 6(1): 7-15.
- Buraerah MF, Patandjengi B, Suryani S, Hamzah A, Demmalino EB. 2023. The Effect of Vegetation in Reducing Air Pollution in an Urban Environment: A Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1253(1): 012105. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1253/1/012105>
- Chang JS, Park S. 2023. Structural Causality Between Road Traffic and Particulate Matter Concentrations in Urban Areas. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2677(11): 401-413. <https://doi.org/10.1177/03611981231165781>
- Childers DL, Bois P, Hartnett HE, McPhearson T, Metson GS, Sanchez CA. 2019. Urban Ecological Infrastructure: An Inclusive Concept for the Non-Built Urban Environment. *Elementa Science of the Anthropocene* 7. <https://doi.org/10.1525/elementa.385>
- Clayton S, Myers G. 2015. *Conservation Psychology: Understanding and Promoting Human Care for Nature*. Wiley.
- Costello JM, Steurer MA, Baer RJ, Witte JS, Jelliffe-Pawlowski LL. 2022. Residential Particulate Matter, Proximity to Major Roads, Traffic Density and Traffic Volume as Risk Factors for Preterm Birth in California. *Paediatric and Perinatal Epidemiology* 36(1): 70-79. <https://doi.org/10.1111/ppe.12820>
- Danoedoro P. 2015. Pengaruh Jumlah dan Metode Pengambilan Titik Sampel Pengujian terhadap Tingkat Akurasi Klasifikasi Citra Digital Penginderaan Jauh. *Prosiding Simposium Nasional Sains Geoinformasi* 27-28.
- Detommaso M, Gagliano A, Marletta L, Nocera F. 2021. Sustainable Urban Greening and Cooling Strategies for Thermal Comfort at Pedestrian Level. *Sustainability* 13(6): 3138. <https://doi.org/10.3390/su13063138>
- Dissanayake C, Weerasinghe U, Wijesundara K. 2021. Urban Vegetation and Morphology Parameters Affecting Microclimate and Outdoor Thermal Comfort in Warm Humid Cities - A Review of Research in The Past Decade. *Proceedings of the 5th International Conference on Climate Change* 5(1): 01-17. <https://doi.org/10.17501/2513258X.2021.5101>
- Díaz S, Cabido M. 2001. Vive la différence: Plant Functional Diversity Matters to Ecosystem Processes. *Trends Ecol Evol.* 16(11): 646-655. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02283-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02283-2)
- Fazali MFA, Arifin HS, Kaswanto RL. 2025. Pengelolaan Situ sebagai Ruang Terbuka Biru yang Berkelanjutan di Sekitar Kawasan Kampus IPB. *Jurnal Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 12(2): 95-107. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v12i2.63018>
- Firman T, Fahmi FZ. 2017. The Privatization of Metropolitan Jakarta's (Jabodetabek) Urban Fringes: The Early Stages of "Post-Suburbanization" in Indonesia. *Journal of the American Planning Association* 83(1): 68-79. <https://doi.org/10.1080/01944363.2016.1249010>
- Florentina I, Io B. 2011. The Effects of Air Pollutants on Vegetation and the Role of Vegetation in Reducing Atmospheric Pollution. Dalam *The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources*. InTech Open.
- Frick D. 2007. Spatial Synergy and Supportiveness of Public Space. *Journal of Urban Design* 12(2): 261-274. <https://doi.org/10.1080/13574800701306369>
- Gao Z, Qin Y, Yang X, Chen B. 2022. PM10 and PM2.5 Dust-Retention Capacity and Leaf Morphological Characteristics of Landscape Tree Species in the Northwest of Hebei Province. *Atmosphere (Basel)*. 13(10): 1657. <https://doi.org/10.3390/atmos13101657>
- Godec R, Jakovljević I, Davila S, Šega K, Bešlić I, Rinkovec J, Pehnc G. 2021. Air pollution levels near crossroads with different traffic density and the estimation of health risk. *Environ Geochem Health*. 43(10): 3935-3952. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00879-1>
- Goel U, Sathyan S, Siddiqui NA, Sachan P. 2018. Vehicular Pollution, Their Effect on Human Health and Mitigation Measures. *International Journal of Creative Research Thoughts* 6(1): 73-79.
- Goel V, Mishra SK, Ahlawat A, Sharma C, Vijayan N, Radhakrishnan SR, Dimri AP, Kotnala RK. 2018. Effect of Reduced Traffic Density on Characteristics of Particulate Matter Over Delhi. *Current Science* 115(2): 315. <https://doi.org/10.18520/cs/v115/i2/315-319>
- Greenpeace. 2021. Factsheet: The Indonesia and the World Health Organization's Air Quality Guidelines Background. Greenpeace Indonesia. [diakses 2025 Mei 12].
- Hakim AL, Sulistyantara B. 2024. Perencanaan Green Infrastructure pada Kawasan Transit Oriented Development (TOD) Lebak Bulus, Jakarta Selatan. *Jurnal Lanskap Indonesia* 16(2): 99-108. <https://doi.org/10.29244/jli.v16i2.39278>
- Harrison RM. 2020. Airborne particulate matter. *Philos Trans R Soc A Math Phys Eng Sci.* 378(2183):20190319.

- <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0319>
- Hartig T, Mang M, Evans GW. 1991. Restorative Effects of Natural Environment Experiences. *Environment and Behavior* 23(1):3-26. <https://doi.org/10.1177/0013916591231001>
- Hasibuan HS, Mulyani M. 2022. Transit-Oriented Development: Towards Achieving Sustainable Transport and Urban Development in Jakarta Metropolitan, Indonesia. *Sustainability* 14(9): 5244. <https://doi.org/10.3390/su14095244>
- Hernández B, Hidalgo MC. 2005. Effect of Urban Vegetation on Psychological Restorativeness. *Psychological Reports* 96 3_suppl: 1025-1028. <https://doi.org/10.2466/pr0.96.3c.1025-1028>
- Humphries T, Florentine SK, Dowling K, Turville C, Sinclair S. 2021. Weed Management for Landscape Scale Restoration of Global Temperate Grasslands. *Land Degradation & Development* 32(3): 1090-1102. <https://doi.org/10.1002/ldr.3802>
- Johns RA, Pontes R. 2019. Parks, Rhetoric and Environmental Education: Challenges and Opportunities for Enhancing Ecoliteracy. *Journal of Outdoor and Environmental Education* 22(1): 1-19. <https://doi.org/10.1007/s42322-019-0029-x>
- Kaplan R, Kaplan S. 1989. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press.
- Koranti K. 2017. Analisis Preferensi Wisatawan terhadap Sarana di Wisata Taman Wisata Kopeng. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Bisnis* 22(3): 242-254.
- Kushardono D. 2016. Klasifikasi Penutup / Penggunaan Lahan Dengan Data Satelit Penginderaan Jauh Hiperspektral (Hyperion) Menggunakan Metode Neural Network Tiruan (Land-Use/ Land-Cover Classification With Hyperspectral Remote Sensing Satellite Data Using Artificial Neura. <https://doi.org/10.30536/j.pjpdcd.2016.v13.a2516>
- Kweon BS, Rosenblatt-Naderi J, Ellis CD, Shin WH, Danies BH. 2021. The Effects of Pedestrian Environments on Walking Behaviors and Perception of Pedestrian Safety. *Sustainability* 13(16): 8728. <https://doi.org/10.3390/su13168728>
- Kwon KJ, Odsuren U, Kim S-Y, Yang JC, Park B-J. 2021. Comparison of the Particulate Matter Removal Capacity of 11 Herbaceous Landscape Plants. *Journal of People, Plants, and Environment* 24(3): 267-275. <https://doi.org/10.11628/ksppe.2021.24.3.267>
- Landis JR, Koch GG. 1977. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* 33(1): 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Leite NG, Mota VL, Sanches F de O. 2023. The Importance of Green Areas and Public Spaces for the Urban Climate and Human Well-being. *Periódico Eletrônico Fórum Ambient da Alta Paul* 19(2): 15-22. <https://doi.org/10.17271/1980082719220233668>
- Lestari P, Arrohman MK, Damayanti S, Klimont Z. 2022. Emissions and spatial distribution of air pollutants from anthropogenic sources in Jakarta. *Atmos Pollut Res.* 13(9): 101521. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101521>
- Lu HY, Wu YL, Mutuku JK, Chang KH. 2019. Various Sources of PM2.5 and their Impact on the Air Quality in Tainan City, Taiwan. *Aerosol Air Qual Res.* 19(3): 601-619. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2019.01.0024>
- Ma B, Hauer RJ, Xu C. 2020. Effects of Design Proportion and Distribution of Color in Urban and Suburban Green Space Planning to Visual Aesthetics Quality. *Forests.* 11(3): 278. <https://doi.org/10.3390/f11030278>
- Moreira FDC, Duarte E. 2023. Landscaping Promoting Sustainable Comfort in Cities. Dalam *Urban Horticulture - Sustainable Gardening in Cities*. IntechOpen.
- Mosyafitiani A, Wahyu A, Kaswanto RL, Wiyoga H, Syasita N, Septa AF, Djauhari D. 2022. Monitoring and Analyzing Tree Diversity Using i-Tree Eco to Strengthen Urban Forest Management. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 23(8): 4033-4039. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230822>
- Mullaney J, Lucke T, Trueman SJ. 2015. A Review of Benefits and Challenges in Growing Street Trees in Paved Urban Environments. *Landscape and Urban Planning* 134(5): 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>
- Nääv Å, Erlandsson L, Isaxon C, Åsander Frostner E, Ehinger J, Sporre MK, Kraiss AM, Strandberg B, Lundh T, Elmér E, et al. 2020. Urban PM2.5 Induces Cellular Toxicity, Hormone Dysregulation, Oxidative Damage, Inflammation, and Mitochondrial Interference in the HRT8 Trophoblast Cell Line. *Front Endocrinol (Lausanne)* 11. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00075>
- Naikoo MW, Rihan M, Ishtiaque M. 2020. Analyses of Land Use Land Cover (LULC) Change and Built-up Expansion in the Suburb of a Metropolitan City: Spatio-Temporal Analysis of Delhi NCR Using Landsat Datasets. *Journal of Urban Management* 9(3): 347-359. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2020.05.004>
- Nakano R, Zusman E, Nugroho SB, Kaswanto RL, Arifin HS, Nurhayati HSA, Munandar A, Muchtar M. 2018. Governing a Low Carbon Transition in Bogor's Transport and Residential Sectors: Tests and Applications of a Theory of Planned Behavior. *JEMA Special Issue*.
- Narayana KPS, Wirawibawa IBG, Putra IGAD. 2022. Comfort of Pedestrian Roads in the City of Singaraja an Assessment of user Behavior. *Journal of a Sustainable Global South* 6(2): 43. <https://doi.org/10.24843/jsgs.2022.v06.i02.p06>
- Neuman WL. 2014. *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. Volume ke-7. England, UK: Pearson.
- Nowak DJ, Crane DE, Stevens JC. 2006. Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States. *Urban for Urban Green* 4(3-4): 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Nugroho SB, Zusman E, Nakano R, Takahashi K, Kaswanto RL, Arifin HS, Nurhayati HSA, Munandar A, Muchtar M, Gomi K, Fujita T. 2017. Exploring Influential Factors on Transition Process of Vehicle Ownership in Developing Asian City, A Case Study in Bogor City Indonesia. *The 2017 IEEE 20th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*:674-679. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2017.8317966>
- Ogunbode TO, Oyebamiji VO, Sanni DO, Akinwale EO, Akinluyi FO. 2025. Environmental Impacts of Urban Growth and Land Use Changes in Tropical Cities. *Front Sustain Cities* 6. <https://doi.org/10.3389/frsc.2024.1481932>
- Osmond P, Wilkinson S. 2021. City Planning and Green Infrastructure: Embedding Ecology into Urban Decision-Making. *Urban Planning* 6(1): 1-4. <https://doi.org/10.17645/up.v6i1.3957>
- Pachur T, Spaar M. 2015. Domain-specific Preferences for Intuition and Deliberation in Decision Making. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition* 4(3): 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2015.07.006>
- Pandit A, Jeong H, Crittenden JC, Xu M. 2011. An Infrastructure Ecology Approach for Urban Infrastructure Sustainability and Resiliency. di dalam: *2011 IEEE/PES Power Systems Conference and Exposition IEEE*. hlm 1-2.

- <https://doi.org/10.1109/PSCE.2011.5772587>
- Prihandi DR, Nurvianto S. 2022. The Role of Urban Green Space Design to Support Bird Community in the Urban Ecosystem. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 23(4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230449>
- Priya UK, Senthil R. 2024. Framework for Enhancing Urban Living Through Sustainable Plant Selection in Residential Green Spaces. *Urban Science* 8(4): 235. <https://doi.org/10.3390/urbansci8040235>
- Qisthina N, Kaswanto RL, Arifin HS. 2023. Manajemen Pekarangan Ramah Lebah Tanpa Sengat sebagai Upaya Peningkatan Jasa Lanskap Perkotaan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 28(1): 46-58. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.46>
- Qu H, Lu X, Liu L, Ye Y. 2023. Effects of Traffic and Urban Parks on PM 10 and PM 2.5 Mass Concentrations. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 45(2): 5635-5647. <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.1672833>
- Rahardjo AH, Anggraini A, Liana M. 2024. The Psychological Impact of Biophilic Design: The Case of Taman Literasi Martha Christina Tiahahu, Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1404(1): 012007. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1404/1/012007>
- Raihan A. 2024. A Review on the Role of Green Vegetation in Improving Urban Environmental Quality. *Eco Cities* 4(2): 2387. <https://doi.org/10.54517/ec.v4i2.2387>
- Renne JL, Curtis PDC, Bertolini PL, Hesse PDM, Knowles PR. 2012. *Transit Oriented Development: Making it Happen*. Transport and Mobility. Ashgate Publishing Limited.
- Resunda I, Nasrullah N. 2010. Perencanaan Lanskap Jalan Ir. H. Juanda, Kota Depok. *Jurnal Lanskap Indonesia* 2(2): 108-114.
- Risianty NS, Paulla Dewi S, Susanti R, Kurniati R, Syafira Zain N. 2024. Using Biophilic Design to Enhance Resilience of Urban Parks in Semarang City, Indonesia. *Nakhara: Journal of Environmental Design and Planning* 23(1): 402. <https://doi.org/10.54028/NJ202423402>
- Sæbø A, Popek R, Nawrot B, Hanslin HM, Gawronska H, Gawronski SW. 2012. Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Sci Total Environ.* 427-428: 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.084>
- Salsabila SH, Nugrahani P, Santoso J. 2020. Toleransi Tanaman Lanskap Terhadap Pencemaran Udara di Kota Sidoarjo. *Jurnal Lanskap Indonesia* 12(2): 73-78. <https://doi.org/10.29244/jli.v12i2.32533>
- Santiago JL, Rivas E. 2021. Advances on the Influence of Vegetation and Forest on Urban Air Quality and Thermal Comfort. *Forests* 12(8):1133. <https://doi.org/10.3390/f12081133>
- Setiowati R, Hasibuan HS, Koestoer RH, Harmain R. 2019. Planning for Urban Green Area and Its Importance for Sustainability: The Case of Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 328(1): 012027. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/328/1/012027>
- Setiowati R, Hasibuan HS, Koestoer RHT. 2020. Studi Komparasi Perencanaan Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Lanskap Indonesia* 12(2):54-62. <https://doi.org/10.29244/jli.v12i2.32409>
- Shaikh H, Sava-Segal C. 2024. Biophilic Architecture: Using Cognitive Science Principles to Understand Impact on Well-being. *Journal of Student Research* 13(1). <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v13i1.6257>
- Sugiyono. 2022. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Ed ke-27. Alfabeta.
- Sulistijorini, Mas'ud ZA, Nasrullah N, Bey A, Tjitrosemito S. 2008. Tolerance Levels of Roadside Trees to Air Pollutants Based on Relative Growth Rate and Air Pollution Tolerance Index. *HAYATI Journal of Biosciences* 15(3): 123-129. <https://doi.org/10.4308/hjb.15.3.123>
- Sundling C, Jakobsson M. 2023. How Do Urban Walking Environments Impact Pedestrians' Experience and Psychological Health? A Systematic Review. *Sustainability* 15(14): 10817. <https://doi.org/10.3390/su151410817>
- Tan JKN, Belcher RN, Tan HTW, Menz S, Schroepfer T. 2021. The Urban Heat Island Mitigation Potential of Vegetation Depends on Local Surface Type and Shade. *Urban Forestry & Urban Greening* 62. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127128>
- Tan X-Y, Liu L, Wu D-Y. 2022. Relationship between Leaf Dust Retention Capacity and Leaf Microstructure of Six Common Tree Species for Campus Greening. *International Journal of Phytoremediation* 24(11): 1213-1221. <https://doi.org/10.1080/15226514.2021.2024135>
- Tanzil YT, Gamal A. 2021. Elements identification for pedestrian comfort. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 673(1): 012026. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/673/1/012026>
- Thomson G, Newman P. 2021. Green Infrastructure and Biophilic Urbanism as Tools for Integrating Resource Efficient and Ecological Cities. *Urban Planning* 6(1) :75-88. <https://doi.org/10.17645/up.v6i1.3633>
- Ulrich RS. 1984. View Through a Window May Influence Recovery from Surgery. *Science* 224(4647): 420-421. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- Unger S, Rollins M, Barrios N. 2024. "Signs, Signs, Everywhere the Signs": Interpretive Trail Signage for Biodiversity Education. *Journal of College Science Teaching* 53(1): 78-86. <https://doi.org/10.1080/0047231X.2023.2292412>
- Wang Q, Liu S. 2023. The Effects and Pathogenesis of PM2.5 and Its Components on Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 493-506. <https://doi.org/10.2147/COPD.S402122>
- Wibawa IN, Sutrisno AJ. 2022. Penerapan Konsep Walkable Campus Pada Perancangan Jalur Pedestrian Kampus Diponegoro UKSW. *Jurnal Lanskap Indonesia* 14(1): 22-35. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i1.38752>
- Wu Y, Han Z, Koko AF, Zhang S. 2024. Spatio-temporal Analysis of the Driving Factors of Urban Land Use Expansion in China: A Study of the Yangtze River Delta Region. *Open Geosciences* 16(1). <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0609>
- Xie X, Jiang Q, Wang R, Gou Z. 2024. Correlation between Vegetation Landscape and Subjective Human Perception: A Systematic Review. *Buildings* 14(6): 1734. <https://doi.org/10.3390/buildings14061734>
- Zhai H, Yao J, Wang G, Tang X. 2022. Study of the Effect of Vegetation on Reducing Atmospheric Pollution Particles. *Remote Sensing* 14(5): 1255. <https://doi.org/10.3390/rs14051255>
- Zhang T, Liu J, Li H. 2019. Restorative Effects of Multi-Sensory Perception in Urban Green Space: A Case Study of Urban Park in Guangzhou, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(24): 4943. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244943>
- Zhang W, Kockelman KM, Thill J-C. 2020. City Land Use and Rent Dynamics with Location Externalities and Zoning Regulations: A Dynamic Spatial General Equilibrium Model. Dalam *Innovations in Urban and Regional Systems*. Cham: Springer International Publishing 185-212. https://doi.org/10.1007/978-3-030-43694-0_9