
ANALISIS SPASIAL DISTRIBUSI VEGETASI PERKOTAAN DI KOTA DEPOK, JAWA BARAT BERBASIS NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEKS (NDVI)

Oleh

Lisa Aditia Putra¹, Chotib², Irene Sondang Fitrinitia³

^{1,2,3}Program Studi Kajian Pengembangan Perkotaan, Sekolah Pascasarjana

Pembangunan Berkelanjutan, Universitas Indonesia

Email: lisaaditiaputra@gmail.com

Article History:

Received: 09-03-2026

Revised: 17-03-2026

Accepted: 11-04-2026

Keywords:

NDVI, Vegetasi Perkotaan,
Distribusi Spasial, Kota
Depok, Penginderaan Jauh

Abstract: *Urbanisasi di kota penyangga metropolitan tidak hanya mengurangi vegetasi perkotaan secara keseluruhan, tetapi juga membentuk distribusi vegetasi yang tidak merata di dalam kota. Penelitian ini menganalisis distribusi vegetasi perkotaan di Kota Depok menggunakan NDVI yang dipadu dengan data kepadatan penduduk dengan mengonstruksi dua indikator diagnostik, yakni proporsi tekanan vegetasi (PTV) dan proporsi hijau (PH). Hasil menunjukkan bahwa 55,09% wilayah Depok berada pada kondisi non-vegetasi dan vegetasi sangat rendah, sedangkan vegetasi sedang hingga tinggi hanya mencakup 16,74%. Pada tingkat kecamatan, PTV berkisar antara 43,51%-64,53%. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakmerataan distribusi spasial vegetasi intra-kota, yang membentuk pola gradien spasial utara-selatan. Eksplorasi terhadap kepadatan penduduk menunjukkan bahwa kecamatan yang lebih padat cenderung memiliki PTV lebih tinggi, meskipun hubungan tersebut tidak sepenuhnya linier. Temuan ini menunjukkan bahwa analisis NDVI bisa digunakan untuk menganalisis ketidakmerataan distribusi vegetasi intra-kota, alih-alih hanya untuk mengklasifikasikan kerapatan dan mengestimasi luasan vegetasi secara deskriptif.*

PENDAHULUAN

Urbanisasi telah mengubah lanskap kota di berbagai belahan dunia melalui ekspansi kawasan terbangun, pertumbuhan penduduk, dan intensifikasi aktivitas ekonomi. Salah satu dampak paling nyata dari proses tersebut adalah berkurangnya tutupan vegetasi perkotaan ketika lahan pertanian, ruang terbuka, dan kawasan hijau dikonversi menjadi permukiman dan infrastruktur. Persoalan vegetasi perkotaan ini tidak dapat dipahami hanya dari seberapa besar vegetasi yang hilang secara keseluruhan. Yang sama pentingnya adalah bahwa pengurangan vegetasi itu tidak terjadi secara merata di seluruh bagian kota. Wilayah dengan tekanan pembangunan lebih tinggi cenderung mengalami penurunan vegetasi yang lebih besar daripada wilayah yang berkembang lebih belakangan. Padahal vegetasi

menyediakan berbagai manfaat ekologis dan sosial di lingkungan perkotaan, jika distribusi vegetasi timpang berarti distribusi manfaat lingkungan juga timpang (Nesbitt et al., 2018; Wolch et al., 2014).

Kajian-kajian empiris terdahulu menemukan bahwa vegetasi perkotaan sering kali tidak tersebar merata, melainkan berkaitan dengan kepadatan penduduk, karakter lingkungan terbangun, dan dinamika sosial spasial yang membentuk struktur kota (Nesbitt et al., 2019; Pham et al., 2012; Schwarz et al., 2015; Zhang et al., 2020). Dalam konteks kota yang mengalami densifikasi dan ekspansi metropolitan, tekanan terhadap vegetasi juga dapat membentuk gradien pusat-pinggiran yang cukup jelas, sehingga analisis pada skala intra-kota menjadi penting untuk mengenali wilayah yang mengalami tekanan lebih besar. Hal ini mengisyaratkan pembacaan terhadap vegetasi perkotaan tidak cukup berhenti pada estimasi luas total vegetasi, tetapi perlu diarahkan pada distribusi spasialnya di dalam kota.

Penginderaan jauh menyediakan pendekatan yang efektif dan dapat direplikasi untuk tujuan tersebut. *Normalized Difference Vegetation Indeks* (NDVI) telah lama digunakan untuk memetakan vegetasi melalui kontras reflektansi spektral antara kanal merah dan inframerah dekat (Myneni et al., 1995). Dengan ketersediaan citra Sentinel-2 beresolusi 10 meter, NDVI memungkinkan pembacaan vegetasi perkotaan yang lebih jelas dibandingkan dengan sensor beresolusi menengah yang lebih kasar (misalnya Landsat 8 yang hanya 30 m). Namun, hasil NDVI Sentinel-2 tetap perlu diinterpretasikan secara hati-hati, karena lingkungan urban sangat heterogen dan rentan terhadap campuran spektral, perbedaan tipe vegetasi, serta pengaruh skala analisis (Drusch et al., 2012; Ju et al., 2024; Labib et al., 2020; Martinez & Labib, 2022).

Meskipun secara metodologis kuat, pemanfaatan NDVI dalam banyak studi masih cenderung terbatas pada klasifikasi kerapatan vegetasi atau estimasi luas tutupan vegetasi secara deskriptif. Padahal, nilai analitis NDVI tidak hanya terletak pada kemampuannya mengidentifikasi vegetasi, tetapi juga pada potensinya untuk membandingkan tingkat kehijauan relatif antar wilayah dalam satu kota. Pendekatan komparatif ini penting untuk memahami variasi distribusi vegetasi secara lebih mendalam, terutama dalam konteks kota yang mengalami tekanan pembangunan yang tidak merata (Juergens & Meyer-Heß, 2020; Martinez & Labib, 2022).

Kebutuhan akan analisis komparatif tersebut relevan digunakan dalam konteks kota-kota yang mengalami urbanisasi cepat, seperti Kota Depok. Sebagai kota penyangga yang berbatasan langsung dengan DKI Jakarta, Depok mengalami transformasi spasial yang cepat sejak dekade 1990-an, ditandai oleh konversi lahan pertanian dan ruang terbuka menjadi kawasan permukiman dan infrastruktur perkotaan (Firman, 2009; Pradana et al., 2024; Pribadi & Pauleit, 2015; Winarso et al., 2015).

Menanggapi celah tersebut, penelitian ini menggeser fokus dari sekadar pengukuran luas vegetasi menuju analisis distribusi spasial vegetasi intra-kota. Secara operasional, analisis dilakukan menggunakan NDVI untuk membandingkan tingkat kehijauan antar kecamatan di Kota Depok. Untuk memperkuat pembacaan distribusi tersebut, penelitian ini mengusulkan dua indikator, yakni proporsi tekanan vegetasi (PTV) dan proporsi hijau (PH). Melalui pendekatan ini, penelitian tidak hanya menghasilkan informasi mengenai tutupan vegetasi, tetapi juga informasi ketidakmerataan relatif dalam distribusi kehijauan antarwilayah. Pendekatan ini menempatkan NDVI sebagai instrumen analisis komparatif

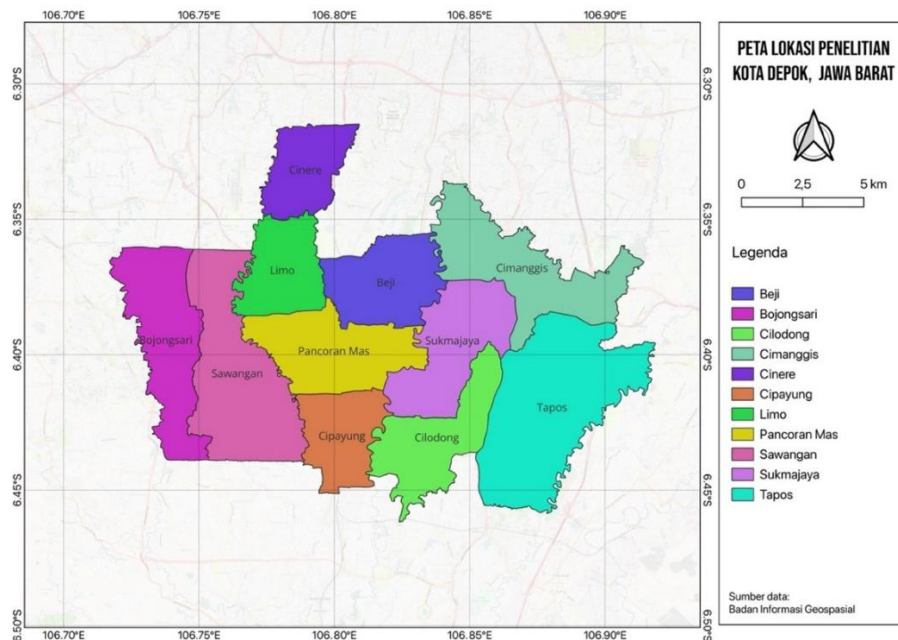
intra-kota yang operasional untuk mengidentifikasi wilayah prioritas dalam pengelolaan vegetasi perkotaan.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kota Depok, Provinsi Jawa Barat. Secara administratif, Kota Depok terdiri atas 11 kecamatan dengan luas total sekitar 199,94 km². Secara geografis, kota ini berbatasan dengan DKI Jakarta di utara, Kabupaten Bogor di selatan, timur, dan barat, serta Kota Tangerang Selatan di barat laut. Posisi ini menempatkan Depok sebagai salah satu koridor urbanisasi utama dari Jakarta ke arah selatan.

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



2. Data dan pra pemrosesan

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra satelit Sentinel-2 Level-2A yang diunduh dari Copernicus Data Space Ecosystem dengan tanggal akuisisi 24 Juli 2025. Citra Level-2A telah melalui koreksi atmosferik ke tingkat *bottom of atmosphere*, sehingga reflektansi permukaan dapat langsung digunakan untuk analisis NDVI (Drusch et al., 2012; Louis et al., 2016; Main-Knorn et al., 2017). Empat *tile* digunakan untuk mencakup seluruh wilayah studi, yaitu T48MXT, T48MXU, T48MYT, dan T48MYU, dengan tutupan awan kurang dari 20%. Data kepadatan penduduk dan jumlah penduduk kecamatan diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Depok tahun 2025 dan digunakan sebagai informasi kontekstual dalam membaca hubungan antara tekanan vegetasi dan struktur kependudukan pada tingkat intra-kota.

Sebelum perhitungan NDVI, keempat *tile* digabung menggunakan fungsi *merge* di QGIS 3.36 untuk membentuk citra mosaik yang mencakup seluruh wilayah Kota Depok. Citra hasil mosaik kemudian dipotong menggunakan batas administratif Kota Depok dalam sistem

proyeksi EPSG: 32748. Seluruh tahapan pra-pemrosesan dilakukan dalam lingkungan QGIS 3.36 agar alur analisis dapat direplikasi.

3. *Perhitungan NDVI dan batas interpretasi*

NDVI dihitung menggunakan *raster calculator* di QGIS 3.36 dengan memanfaatkan *band* 8 sebagai *near infrared* dan *band* 4 sebagai *red* pada resolusi 10 meter. Rumus yang digunakan adalah:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Citra diakuisisi pada 24 Juli 2025 dalam periode musim kemarau. Dalam kondisi ini, respons spektral vegetasi dapat dipengaruhi oleh kondisi musiman dan status kelembapan vegetasi, sehingga nilai NDVI perlu dibaca secara hati-hati sebagai representasi kondisi kehijauan pada saat perekaman (Du et al., 2020; Martinez & Labib, 2022). Estimasi kerapatan vegetasi dalam penelitian ini dipahami sebagai pembacaan konservatif terhadap kondisi kehijauan pada saat akuisisi citra. Penelitian ini juga menggunakan desain *cross-sectional* satu titik waktu, sehingga hasil yang diperoleh merepresentasikan distribusi vegetasi pada saat perekaman citra, bukan perubahan vegetasi antarwaktu. Hal ini berdampak pada pembahasan tentang tekanan urbanisasi, yang dijelaskan dengan merujuk pada literatur yang ada, bukan sebagai hubungan sebab-akibat yang dibuktikan langsung melalui analisis perubahan dari waktu ke waktu.

a. *Klasifikasi NDVI*

Nilai NDVI dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam lima kelas, yaitu non-vegetasi, sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi ini disusun untuk membedakan gradasi kehijauan dalam lanskap perkotaan Kota Depok secara operasional, sehingga analisis tidak berhenti pada nilai rata-rata indeks, tetapi dapat membaca komposisi spasial vegetasi pada tingkat kecamatan. Pendekatan ini didasarkan pada pemahaman bahwa interpretasi NDVI di lingkungan urban tidak bersifat universal, melainkan dipengaruhi oleh heterogenitas tutupan lahan, kondisi musiman, dan campuran spektral antara vegetasi, tanah terbuka, badan air, dan permukaan terbangun (Huang et al., 2020; Ju et al., 2024; Martinez & Labib, 2022; Myneni et al., 1995).

Dalam konteks perkotaan, rentang nilai NDVI yang rendah umumnya mencerminkan dominasi unsur non-vegetatif atau vegetasi yang sangat terbatas, sedangkan nilai yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan kerapatan dan kontinuitas vegetasi. Akan tetapi, hubungan ini tidak selalu linier dan tidak selalu identik dengan satu jenis tutupan lahan tertentu, sehingga klasifikasi NDVI yang digunakan dalam penelitian ini diposisikan sebagai skema diagnostik untuk membedakan tingkat kehijauan relatif dalam wilayah kajian, bukan sebagai standar absolut yang berlaku umum untuk semua kota (Juergens & Meyer-Heß, 2020; Martinez & Labib, 2022).

Kelas non-vegetasi ditetapkan pada nilai NDVI di bawah 0,00. Rentang ini umumnya berkaitan dengan badan air, lahan sangat terbuka, atau permukaan yang hampir tidak memiliki sinyal vegetasi aktif (Huang et al., 2020; Myneni et al., 1995). Kelas sangat rendah ditetapkan pada rentang 0,00–0,20 untuk merepresentasikan area dengan kehijauan yang sangat terbatas, yang dalam lanskap perkotaan sering berkaitan dengan kawasan terbangun padat, vegetasi residual yang sporadis, atau campuran antara permukaan kedap air dan unsur vegetatif yang sangat kecil. Kelas rendah ditetapkan pada rentang 0,20–0,40 dan diperlakukan sebagai zona transisi antara area yang didominasi oleh unsur non-vegetatif dan

area yang mulai menunjukkan vegetasi yang lebih nyata. Dalam konteks kota, kelas ini umumnya mencerminkan lingkungan semi terbangun, seperti permukiman dengan pekarangan, koridor jalan yang memiliki vegetasi terbatas, kebun campuran skala kecil, atau lahan yang belum sepenuhnya tertutup bangunan. Kelas sedang ditetapkan pada rentang 0,40–0,60 untuk menunjukkan area dengan vegetasi yang relatif lebih rapat dan lebih kontinu. Adapun kelas tinggi ditetapkan pada nilai di atas 0,60 untuk merepresentasikan vegetasi lebat dengan sinyal kehijauan yang kuat. Dalam penelitian ini, kelas sedang dan tinggi diperlakukan sebagai kutub hijau, sedangkan kelas non-vegetasi dan sangat rendah diperlakukan sebagai kutub tekanan vegetasi.

Tabel 1. Tabel Klasifikasi NDVI

Kelas vegetasi	Rentang NDVI	Makna operasional dalam lanskap perkotaan
Non vegetasi	< 0,00	Area tanpa vegetasi aktif seperti badan air, lahan sangat terbuka, atau permukaan non vegetatif
Sangat rendah	0,00–0,20	Area dengan kehijauan sangat terbatas, umumnya berkaitan dengan lingkungan terbangun padat atau vegetasi residual
Rendah	0,20–0,40	Zona transisi semi terbangun dengan campuran bangunan dan vegetasi terbatas
Sedang	0,40–0,60	Area dengan vegetasi relatif lebih rapat dan lebih kontinu
Tinggi	> 0,60	Vegetasi lebat dengan sinyal kehijauan yang kuat

b. Konstruksi Proporsi Tekanan Vegetasi

Untuk membaca distribusi vegetasi secara komparatif pada tingkat kecamatan, penelitian ini mengonstruksi dua indikator proporsional berbasis distribusi kelas NDVI. Pendekatan ini terinspirasi oleh logika model *vegetation impervious surface soil* yang memandang lanskap perkotaan sebagai hasil interaksi antara komponen vegetasi dan permukaan non-vegetatif (Phinn et al., 2002; Ridd, 1995). Penggunaan proporsi luas dipilih karena menghasilkan ukuran terstandarisasi yang dapat dibandingkan antarwilayah dengan ukuran berbeda (Mears & Brindley, 2019; Nesbitt et al., 2019).

Indikator pertama adalah PTV, yang didefinisikan sebagai proporsi wilayah kecamatan yang berada pada kelas non-vegetasi dan vegetasi sangat rendah terhadap luas total kecamatan. Kedua kelas tersebut diperlakukan sebagai representasi area dengan tekanan vegetasi lebih tinggi karena menunjukkan dominasi unsur non-vegetatif atau kehijauan yang sangat rendah. Dalam lingkungan urban, kondisi ini umumnya berkaitan dengan permukaan terbangun, permukaan kedap air, lahan terbuka, atau vegetasi yang sangat terbatas (Martinez & Labib, 2022; Phinn et al., 2002; Ridd, 1995). Secara matematis, PTV dirumuskan sebagai:

$$PTV_i = \frac{L_{1i} + L_{2i}}{L_{ti}} \times 100\%$$

dengan L_1 = luas kelas non vegetasi (ha), L_2 = luas kelas sangat rendah (ha), dan L_t = luas total kecamatan (ha).

Indikator kedua adalah PH, yang didefinisikan sebagai proporsi wilayah kecamatan yang be Karena PTV dan PH tidak mencakup semua kelas NDVI, kelas dengan nilai rendah

diperlakukan sebagai area peralihan. PTV dan PH juga tidak dipahami sebagai pasangan yang saling melengkapi secara matematis, tetapi lebih sebagai dua indikator yang digunakan bersama untuk menggambarkan variasi kondisi vegetasi di dalam kota. Pada kelas vegetasi sedang dan tinggi terhadap luas total kecamatan. PH digunakan sebagai indikator pendamping untuk menangkap kutub hijau dari distribusi vegetasi. Secara matematis, PH dirumuskan sebagai:

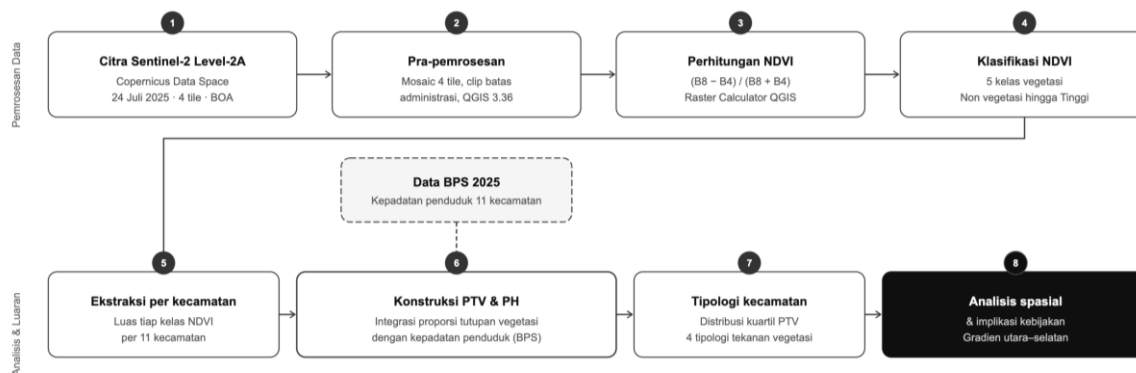
$$PH_i = \frac{L_{4i} + L_{5i}}{L_{ti}} \times 100\%$$

di mana L_4 = luas kelas Sedang (ha) dan L_5 = luas kelas Tinggi (ha). Karena PTV dan PH tidak mencakup semua kelas NDVI, kelas dengan nilai rendah diperlakukan sebagai area peralihan. PTV dan PH juga tidak dipahami sebagai pasangan yang saling melengkapi secara matematis, tetapi lebih sebagai dua indikator yang digunakan bersama untuk menggambarkan variasi kondisi vegetasi di dalam kota.

c. Analisis spasial dan tipologi kecamatan

Nilai PTV pada tiap kecamatan kemudian diklasifikasikan ke dalam empat tipologi menggunakan distribusi kuartil, yaitu sangat tertekan, tertekan, moderat, dan relatif hijau. Klasifikasi berbasis kuartil dipilih karena menghasilkan pengelompokan yang kontekstual terhadap distribusi data di wilayah kajian dan sesuai untuk perbandingan relatif antarunit analisis dalam satu kota (Mears & Brindley, 2019). Selanjutnya, hubungan antara kepadatan penduduk dan PTV dianalisis secara eksploratif-deskriptif untuk melihat apakah kecamatan yang lebih padat cenderung memiliki tekanan vegetasi lebih tinggi.

Gambar 2. Alur Penelitian



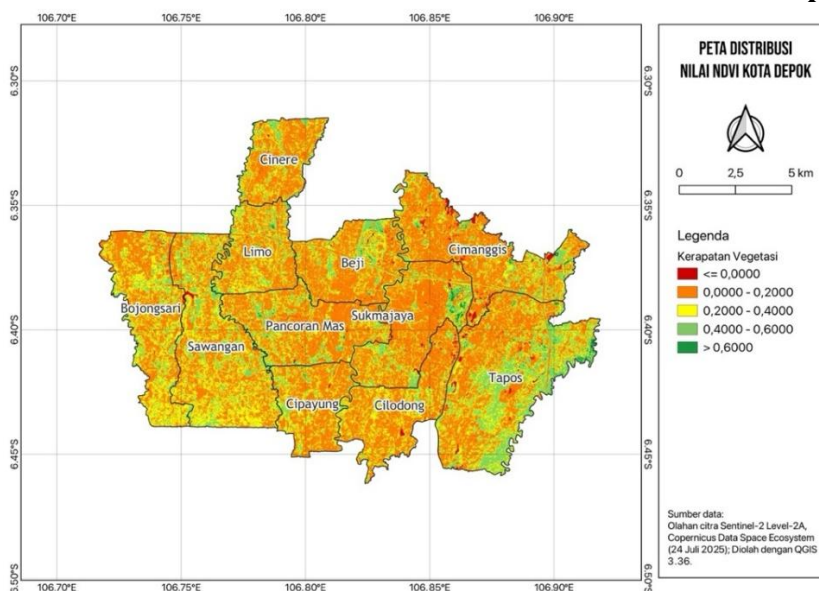
Sumber: Olahan peneliti, 2026

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi vegetasi Kota Depok secara umum

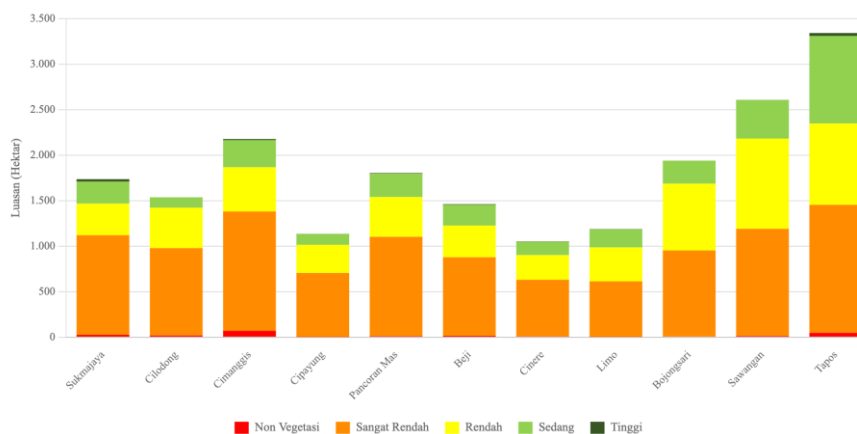
Analisis NDVI terhadap citra Sentinel-2 menghasilkan rentang nilai dari -0,158 hingga 0,653 untuk seluruh wilayah Kota Depok. Secara spasial, distribusi nilai NDVI memperlihatkan pola yang tidak homogen, dengan kecenderungan nilai lebih rendah di bagian utara dan nilai lebih tinggi di bagian selatan. Pada tahap ini, temuan pentingnya bukan hanya besarnya variasi nilai indeks, tetapi juga kontras lokasi antarbagian kota. Pola tersebut menunjukkan bahwa kehijauan Kota Depok tidak tersebar merata, melainkan membentuk perbedaan spasial yang jelas pada skala intra-kota (lihat gambar 2).

Gambar 3. Peta Distribusi Nilai NDVI Sentinel-2 Kota Depok



Sumber: Olahan citra Sentinel-2 L2A, Copernicus Data Space (24 Juli 2025)

Gambar 4. Distribusi Kelas Vegetasi berdasarkan Kecamatan



Sumber: Olahan peneliti, 2026

Jika dibaca berdasarkan distribusi kelas (tabel 2), lanskap Kota Depok didominasi oleh kelas vegetasi sangat rendah dengan luas 10.791,30 ha atau 53,97% dari total wilayah kota. Kelas rendah menempati urutan kedua dengan luas 5.634,82 ha atau 28,18%. Sebaliknya, kelas sedang hanya mencakup 3.248,17 ha atau 16,25 %, sedangkan kelas tinggi sangat terbatas, yaitu 96,83 ha atau 0,49% dari total wilayah kota. Kelas non-vegetasi mencakup 223,36 ha atau 1,12%. Struktur komposisi ini menunjukkan bahwa mayoritas ruang Kota Depok berada pada kondisi kehijauan rendah hingga sangat rendah, sementara vegetasi yang relatif lebih rapat hanya menempati proporsi yang kecil.

Ketidakteraturan struktur vegetasi menjadi lebih jelas ketika kelas-kelas tersebut digabungkan ke dalam kutub tekanan dan kutub hijau. Jika kelas sedang dan tinggi digabungkan sebagai proksi vegetasi yang relatif lebih baik, proporsinya hanya mencapai 16,74% dari total luas kota. Sebaliknya, apabila kelas non-vegetasi dan sangat rendah digabungkan, maka 55,09% wilayah Kota Depok berada pada kondisi tekanan vegetasi yang

relatif tinggi. Dengan kata lain, lebih dari separuh wilayah kota saat ini berada pada kondisi yang didominasi unsur non-vegetatif atau kehijauan yang sangat terbatas.

Komposisi tersebut menunjukkan bahwa struktur lanskap Kota Depok saat ini didominasi oleh area dengan kehijauan rendah. Dengan dominasi kelas sangat rendah dan kecilnya proporsi vegetasi sedang hingga tinggi, kapasitas vegetasi perkotaan untuk mendukung fungsi ekologis pada skala kota tampak terbatas. Temuan ini juga memperlihatkan bahwa pembacaan vegetasi tidak cukup dilakukan hanya dengan menampilkan nilai rata-rata NDVI kota, karena struktur distribusi kelas justru menunjukkan kontras internal yang jauh lebih penting untuk analisis spasial perkotaan.

Tabel 2. Distribusi Kelas Vegetasi di Kota Depok Berdasarkan Analisis NDVI Sentinel-2

No	Kelas Vegetasi (Rentang NDVI)	Luas (ha)	Persentase (%)	Rerata NDVI
1	Non Vegetasi (< 0,00)	223,36	1.12	-0,013
2	Sangat Rendah (0,00 – 0,20)	10.791,30	53.97	0,154
3	Rendah (0,20 – 0,40)	5.634,82	28.18	0,278
4	Sedang (0,40 – 0,60)	3.248,17	16.25	0,435
5	Tinggi (> 0,60)	96,83	0.49	0,611
Total		19.994,48	100,00	—

Sumber: Olahan peneliti, 2026

Dalam perspektif ekologi perkotaan, dominasi kelas sangat rendah dan terbatasnya kelas sedang hingga tinggi menunjukkan bahwa vegetasi di Kota Depok tidak hanya berkurang secara umum, tetapi juga mengalami penyusutan dalam bentuk ruang yang lebih rapat dan lebih kontinu. Kondisi ini sejalan dengan gambaran lanskap urban yang semakin didominasi permukaan kedap air, di mana vegetasi tersisa sebagai petak hijau yang terfragmentasi dan tidak merata (Kowe et al., 2019; Wellmann et al., 2020). Oleh karena itu, hasil ini dapat dibaca sebagai indikasi perubahan struktur spasial vegetasi, bukan sekadar penurunan stok vegetasi secara agregat.

2. Proporsi tekanan vegetasi antar kecamatan

Penerapan PTV pada 11 kecamatan menunjukkan variasi yang cukup lebar, dari 43,51% di Tapos hingga 64,53% di Sukmajaya. Rentang sebesar 21,02 poin persentase ini menunjukkan bahwa tekanan vegetasi di Kota Depok tidak terdistribusi secara merata. Empat kecamatan masuk ke dalam tipologi sangat tertekan, yaitu Sukmajaya, Cilodong, Cimanggis, dan Cipayung. Tiga kecamatan lain masuk ke dalam tipologi tertekan, yaitu Pancoran Mas, Beji, dan Cinere. Limo berada pada kategori moderat, sedangkan Bojongsari, Sawangan, dan Tapos berada pada kategori relatif hijau.

Nilai PH mendukung interpretasi tersebut. Umumnya, kecamatan dengan PTV tertinggi menunjukkan PH yang rendah, sementara kecamatan dengan PTV lebih rendah cenderung memiliki PH yang lebih tinggi. Tapos muncul sebagai kecamatan dengan PTV terendah dan PH tertinggi sebesar 29,74%, sementara Cilodong memiliki PH terendah sebesar 7,49%. Secara keseluruhan, penggabungan data PTV dan PH memperlihatkan pola yang jelas antara kecamatan dengan area yang lebih tertekan dan kecamatan yang masih mempertahankan proporsi vegetasi yang relatif lebih baik.

Tabel 3. Proporsi Tekanan Vegetasi (PTV), Kepadatan Penduduk, dan Tipologi Kecamatan di Kota Depok

No	Kecamatan	Luas (ha)	Kepadatan (jiwa/km ²)	Jumlah Penduduk	PTV (%)	Veg. Sedang-Tinggi (ha)	PH (%)	Tipologi
1	Sukmajaya	1737.02	14.606	253.709	64.53%	268.74	15.47%	Sangat Tertekan
2	Cilodong	1538.21	12.179	187.339	63.66%	115.23	7.49%	Sangat Tertekan
3	Cimanggis	2178.33	11.387	248.046	63.43%	310.32	14.25%	Sangat Tertekan
4	Cipayung	1136.74	16.785	190.802	62.06%	122.09	10.74%	Sangat Tertekan
5	Pancoran Mas	1805.37	14.093	254.431	61.12%	264.90	14.67%	Tertekan
6	Beji	1462.83	11.516	168.460	60.05%	236.20	16.15%	Tertekan
7	Cinere	1053.18	9.470	99.736	59.93%	151.08	14.35%	Tertekan
8	Limo	1189.50	10.724	127.562	51.63%	202.79	17.05%	Moderat
9	Bojongsari	1940.81	7.826	151.888	49.14%	253.96	13.09%	Relatif Hijau
10	Sawangan	2608.51	7.922	206.646	45.68%	425.30	16.30%	Relatif Hijau
11	Tapos	3343.98	8.363	279.657	43.51%	994.39	29.74%	Relatif Hijau
Kota Depok		19994.48	10.845	2.168.276	55.09%	3345.00	16.73%	

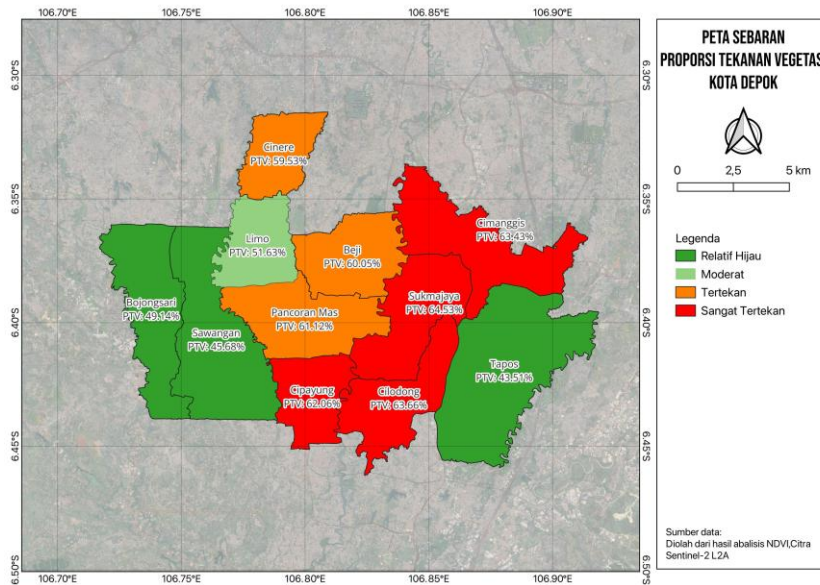
Sumber: Olahan citra Sentinel-2 L2A, Copernicus Data Space (24 Juli 2025); BPS, Proyeksi Penduduk Provinsi Jawa Barat 2020–2035 (2025).

Hasil ini menunjukkan bahwa PTV cukup efektif sebagai indikator diagnostik untuk membedakan kondisi vegetasi antarkecamatan. Berbeda dengan penggunaan NDVI rata-rata tunggal yang cenderung meringkas kondisi wilayah ke dalam satu angka umum, PTV menekankan proporsi area yang berada pada kutub non-vegetasi dan vegetasi sangat rendah. Dalam konteks Kota Depok, indikator ini menunjukkan bahwa kecamatan-kecamatan dengan tingkat kehijauan yang tampak serupa belum tentu memiliki struktur komposisi vegetasi yang sama ketika dibaca berdasarkan proporsi kelas. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menekankan pentingnya ukuran distribusi dan ukuran proporsional dalam membaca ketidakmerataan vegetasi pada wilayah yang heterogen (Mears & Brindley, 2019).

3. Gradien spasial dan hubungan dengan kepadatan penduduk

Jika dibaca pada skala kota, nilai PTV membentuk gradien utara-selatan yang cukup jelas. Kecamatan di bagian utara dan tengah kota cenderung memiliki PTV lebih tinggi, sedangkan wilayah selatan cenderung memiliki PTV lebih rendah. Rata-rata PTV enam kecamatan di utara dan tengah mencapai 62,16%, sedangkan tiga kecamatan di selatan hanya 46,11%. Pada saat yang sama, PH menunjukkan kecenderungan yang berlawanan, yaitu meningkat ke arah selatan. Pola ini memperlihatkan bahwa distribusi vegetasi di Kota Depok tidak acak, tetapi mengikuti konfigurasi spasial yang cukup konsisten antarbagian kota.

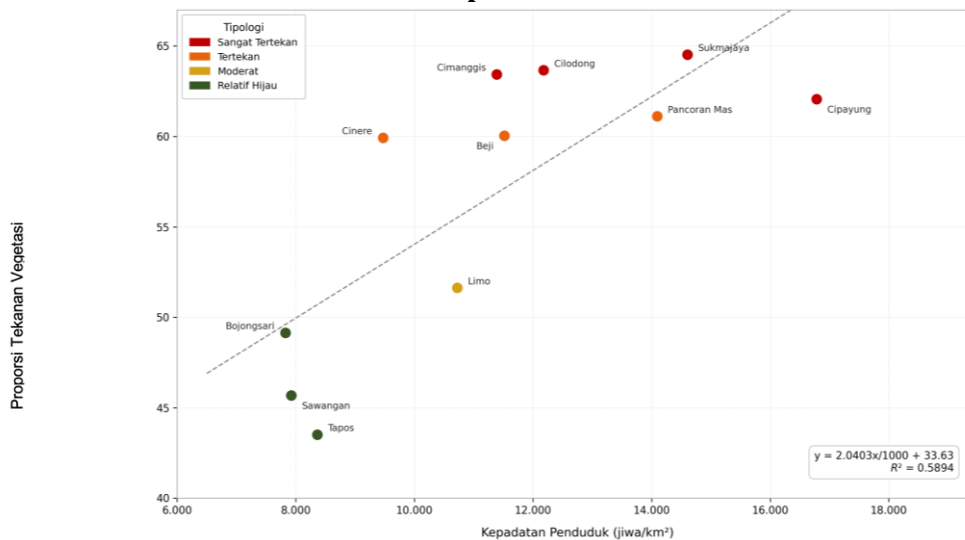
Gambar 5. Peta Sebaran Proporsi Tekanan Vegetasi Kota Depok



Sumber: Olahan peneliti, 2026. Diolah dari analisis NDVI citra Sentinel-2 L2A

Hubungan eksploratif antara kepadatan penduduk dan PTV juga menunjukkan kecenderungan positif, dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,5894. Temuan ini mengindikasikan bahwa kecamatan yang lebih padat cenderung memiliki tekanan vegetasi lebih tinggi. Namun, hubungan tersebut tidak sepenuhnya linear, sehingga kepadatan penduduk tidak dapat diperlakukan sebagai satu-satunya penjelas. Dalam hal ini, Cinere dan Cipayung menjadi contoh penting. Cinere memiliki kepadatan di bawah rata-rata kota tetapi tetap berada pada kategori tertekan, sedangkan Cipayung memiliki kepadatan tertinggi tetapi nilai PTV sedikit lebih rendah daripada beberapa kecamatan padat lainnya.

Gambar 6. Hubungan antara Kepadatan Penduduk dan PTV per Kecamatan di Kota Depok Tahun 2025



Sumber: Olahan peneliti, 2026. Diolah dari data BPS Kota Depok (2025) dan analisis NDVI citra Sentinel-2 L2A, Copernicus Data Space

Kedua deviasi tersebut penting karena menunjukkan bahwa tekanan vegetasi pada tingkat kecamatan bukan hanya persoalan jumlah penduduk, tetapi juga berkaitan dengan bentuk pembangunan dan konfigurasi spasial petak vegetasi. Hubungan antara kepadatan dan tekanan vegetasi dalam penelitian ini lebih tepat dipahami sebagai kecenderungan umum, sementara variasi antar kecamatan tetap dipengaruhi oleh struktur lanskap lokal yang berbeda. Temuan ini konsisten dengan studi-studi yang menunjukkan bahwa ketidakmerataan vegetasi intra-kota tidak ditentukan hanya oleh variabel kependudukan, tetapi juga oleh bentuk lingkungan terbangun dan struktur spasial (Kowe et al., 2019; Pham et al., 2012; Zhang et al., 2020).

4. Implikasi dalam konteks urbanisasi metropolitan

Gradien utara-selatan yang muncul dalam hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi vegetasi di Kota Depok kemungkinan berkaitan dengan trajektori urbanisasi yang tidak merata di dalam kota. Kecamatan bagian utara dan tengah, yang terhubung lebih intens dengan inti metropolitan, cenderung menunjukkan PTV lebih tinggi dibanding wilayah selatan. Dalam konteks Jabodetabek, pola semacam ini masuk akal karena proses periurbanisasi dan ekspansi metropolitan umumnya berlangsung lebih awal dan lebih intens pada koridor yang terkoneksi kuat dengan pusat aktivitas metropolitan (Firman, 2009; Pribadi & Pauleit, 2015; Winarso et al., 2015).

Hasil penelitian ini tidak membuktikan hubungan kausal hubungan urbanisasi dan berkurangnya vegetasi secara langsung, tetapi pola yang muncul konsisten dengan logika transformasi spasial kota penyangga yang berkembang di bawah tekanan metropolitan. Gradien vegetasi di Kota Depok lebih tepat dibaca sebagai hasil interaksi antara intensitas urbanisasi, bentuk pembangunan, dan konfigurasi spasial vegetasi yang tersisa. Tekanan vegetasi dalam kota tidak bersifat seragam, sehingga intervensi kebijakan juga perlu dibedakan sesuai kondisi masing-masing kecamatan.

Kecamatan dengan PTV tinggi memerlukan pendekatan restoratif, misalnya melalui peningkatan penghijauan lingkungan terbangun, penguatan kanopi jalan, dan pemulihan petak vegetasi yang tersisa. Sebaliknya, kecamatan dengan PTV lebih rendah, terutama di bagian selatan, memerlukan pendekatan preventif agar vegetasi yang masih ada tidak terus terkonversi oleh ekspansi kawasan terbangun. Pendekatan preventif untuk wilayah yang masih relatif hijau sering kali lebih efisien daripada memulihkannya setelah hilang (Wellmann et al., 2020). Oleh karena itu, diferensiasi kebijakan berbasis tipologi spasial lebih relevan dibanding pendekatan seragam untuk seluruh kota.

5. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan teknis dan data yang perlu diakui. *Pertama*, citra diakuisisi pada musim kemarau (Juli 2025), yang berpotensi menghasilkan nilai NDVI lebih rendah akibat stres air musiman, sehingga PTV kemungkinan sedikit overestimasi pada kecamatan dengan vegetasi musiman dominan. *Kedua*, resolusi 10 meter Sentinel-2 masih menghasilkan masalah *mixed pixel* di kawasan dengan mosaik tutupan lahan yang rapat, yang umumnya underestimasi vegetasi di kawasan padat hunian. *Ketiga*, desain penelitian yang bersifat *cross-sectional* membatasi kemampuan untuk menyimpulkan trajektori perubahan temporal; analisis multiwaktu diperlukan untuk mengonfirmasi pola penurunan luasan vegetasi yang dinarasikan dalam pembahasan.

Di sisi konseptual dan analitis, NDVI tidak dapat membedakan jenis vegetasi (pohon, rumput, semak) maupun status kepemilikan (vegetasi publik vs privat), sehingga hasil ini tidak secara langsung mencerminkan ketersediaan vegetasi yang dapat diakses publik, dimensi penting yang memerlukan pendekatan metodologis tambahan untuk dikuantifikasi. Selain itu, deliniasi analisis menggunakan batas administrasi kecamatan yang kurang granular untuk menangkap variasi distribusi vegetasi di tingkat kelurahan atau blok permukiman, sekaligus terlalu sedikit ($n = 11$) untuk analisis statistik yang *robust*. Analisis pada tingkat unit analisis yang lebih kecil akan menghasilkan resolusi diagnostik yang lebih tinggi dan membuka kemungkinan penggunaan metode statistik spasial yang lebih kuat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa distribusi vegetasi perkotaan di Kota Depok bersifat timpang secara spasial. Lebih dari separuh wilayah kota berada pada kondisi non vegetasi dan vegetasi sangat rendah, sedangkan vegetasi sedang hingga tinggi hanya mencakup bagian yang relatif kecil dari total wilayah. Pada tingkat kecamatan, PTV memperlihatkan rentang nilai yang cukup lebar dan membentuk gradien utara selatan yang jelas, dengan tekanan vegetasi lebih tinggi pada kecamatan-kecamatan utara dan tengah dibanding wilayah selatan.

Temuan ini menegaskan bahwa analisis vegetasi perkotaan tidak cukup berhenti pada estimasi luas vegetasi, tetapi perlu diarahkan pada pembacaan distribusi spasial intra-kota. PTV dan PH menunjukkan bahwa indikator proporsional berbasis kelas NDVI dapat digunakan untuk mengidentifikasi variasi tekanan vegetasi antar wilayah administratif secara sederhana namun informatif. Hubungan dengan kepadatan penduduk menunjukkan kecenderungan positif, tetapi deviasi antarkecamatan juga menegaskan pentingnya bentuk pembangunan dan konfigurasi petak vegetasi.

Secara metodologis, penelitian ini memperlihatkan bahwa NDVI dapat digunakan lebih jauh daripada sekadar klasifikasi deskriptif, yakni sebagai dasar pembacaan komparatif distribusi vegetasi dalam kota. Secara substantif, hasil penelitian mendukung pentingnya kebijakan ruang hijau yang dibedakan menurut tipologi wilayah, dengan strategi restoratif untuk kecamatan yang sangat tertekan dan strategi preventif untuk kecamatan yang masih mempertahankan proporsi vegetasi relatif lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., & Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, 120, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>
- [2] Du, X., Zhang, X., Wang, H., Zhi, X., & Huang, J. (2020). Assessing Green Space Potential Accessibility through Urban Artificial Building Data in Nanjing, China. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12239935>
- [3] Firman, T. (2009). The continuity and change in mega-urbanization in Indonesia: A survey of Jakarta–Bandung Region (JBR) development. *Habitat International*, 33, 327–339. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:153952338>

- [4] Huang, S., Tang, L., Hupy, J., Wang, Y., & Shao, G. (2020). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32, 1–6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- [5] Ju, Y., Dronova, I., Ma, Q., Lin, J. D., Moran, M., Gouveia, N., Hu, H., Yin, H., & Shang, H. (2024). Assessing Normalized Difference Vegetation Index as a Proxy of Urban Greenspace Exposure. *Urban Forestry & Urban Greening*. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128454>
- [6] Juergens, C., & Meyer-Heß, M. F. (2020). *Application of NDVI in Environmental Justice, Health and Inequality Studies – Potential and Limitations in Urban Environments*. <https://doi.org/10.20944/preprints202008.0499.v1>
- [7] Kowe, P., Mutanga, O., Odindi, J., & Dube, T. (2019). Exploring the spatial patterns of vegetation fragmentation using local spatial autocorrelation indices. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(2), 24523. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.13.024523>
- [8] Labib, S., Lindley, S., & Huck, J. (2020). Scale effects in remotely sensed greenspace metrics and how to mitigate them for environmental health exposure assessment. *Comput. Environ. Urban Syst.*, 82, 101501. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101501>
- [9] Louis, J., Debaecker, V., Pflug, B., Main-Knorn, M., Bieniarz, J., Mueller-Wilm, U., Cadau, E., & Gascon, F. (2016). *SENTINEL-2 SEN2COR: L2A Processor for Users* (Vol. 740, hal. 91). <https://www.semanticscholar.org/paper/224e57c6a530fd7128fd3086736763b24e2b71bf>
- [10] Main-Knorn, M., Pflug, B., Louis, J., Debaecker, V., Müller-Wilm, U., & Gascon, F. (2017). Sen2Cor for Sentinel-2. In *Remote Sensing* (Vol. 10427). <https://doi.org/10.1117/12.2278218>
- [11] Martinez, A., & Labib, S. (2022). Demystifying normalized difference vegetation index (NDVI) for greenness exposure assessments and policy interventions in urban greening. *Environmental research*, 115155. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4207665>
- [12] Mears, M., & Brindley, P. (2019). Measuring Urban Greenspace Distribution Equity: The Importance of Appropriate Methodological Approaches. *ISPRS Int. J. Geo Inf.*, 8, 286. <https://doi.org/10.3390/IJGI8060286>
- [13] Myneni, R., Hall, F., Sellers, P., & Marshak, A. (1995). The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 33, 481–486. <https://doi.org/10.1109/36.377948>
- [14] Nesbitt, L., Meitner, M., Girling, C., Sheppard, S., & Lu, Y. (2019). Who has access to urban vegetation? A spatial analysis of distributional green equity in 10 US cities. *Landscape and Urban Planning*. <https://doi.org/10.1016/j.LANDURBPLAN.2018.08.007>
- [15] Nesbitt, L., Meitner, M., Sheppard, S., & Girling, C. (2018). The dimensions of urban green equity: A framework for analysis. *Urban Forestry & Urban Greening*. <https://doi.org/10.1016/j.UFUG.2018.07.009>
- [16] Pham, T.-T.-H., Apparicio, P., Séguin, A.-M., Landry, S., & Gagnon, M. (2012). Spatial distribution of vegetation in Montreal: An uneven distribution or environmental inequity? *Landscape and Urban Planning*, 107(3), 214–224.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.002>
- [17] Phinn, S., Stanford, M., Scarth, P., Murray, A. T., & Shyy, P. (2002). Monitoring the composition of urban environments based on the vegetation-impervious surface-soil (VIS) model by subpixel analysis techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 4131–4153. <https://doi.org/10.1080/01431160110114998>
- [18] Pradana, M. R., Wibowo, A., & Ekaputri, D. M. M. (2024). Intensitas Perluasan Lahan Terbangun Pada Perubahan Tutupan Lahan Kota Depok Tahun 1999 – 2022: Dari Awal Terbentuknya Kota Depok Sampai Tahun 2022. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, Vol. 8, No.
- [19] Pribadi, D. O., & Pauleit, S. (2015). The dynamics of peri-urban agriculture during rapid urbanization of Jabodetabek Metropolitan Area. *Land Use Policy*, 48, 13–24. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2015.05.009>
- [20] Ridd, M. K. (1995). Exploring a V-I-S (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis. *International Journal of Remote Sensing*, 16(12), 2165–2185.
- [21] Schwarz, K., Fragkias, M., Boone, C., Zhou, W., McHale, M., Grove, J., O’Neil-Dunne, J., McFadden, J., Buckley, G. L., Childers, D. L., Ogden, L., Pincetl, S., Pataki, D., Whitmer, A., & Cadenasso, M. (2015). Trees Grow on Money: Urban Tree Canopy Cover and Environmental Justice. *PLoS ONE*, 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122051>
- [22] Wellmann, T., Schug, F., Haase, D., Pflugmacher, D., & van der Linden, S. (2020). Green growth? On the relation between population density, land use and vegetation cover fractions in a city using a 30-years Landsat time series. *Landscape and Urban Planning*, 202, 103857. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103857>
- [23] Winarso, H., Hudalah, D., & Firman, T. (2015). Peri-urban transformation in the Jakarta metropolitan area. *Habitat International*, 49, 221–229. <https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2015.05.024>
- [24] Wolch, J., Byrne, J., & Newell, J. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough.’ *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2014.01.017>
- [25] Zhang, J., Yu, Z., Cheng, Y., Chen, C., Wan, Y., Zhao, B., & Vejre, H. (2020). Evaluating the disparities in urban green space provision in communities with diverse built environments: The case of a rapidly urbanizing Chinese city. *Building and Environment*, 183, 107170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107170>