

Intensitas Perluasan Lahan Terbangun Pada Perubahan Tutupan Lahan Kota Depok Tahun 1999 – 2022: Dari Awal Terbentuknya Kota Depok Sampai Tahun 2022

Mohammad Raditia Pradana¹, Adi Wibowo¹, Diah Megakesuma Muhidin Ekaputri²

¹Magister Ilmu Geografi, Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia

²Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok, Jawa Barat, Indonesia

*E-mail: mohammad.raditia@ui.ac.id

Received: 09 11 2023 / Accepted: 17 05 2024 / Published online: 18 07 2024

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penduduk akan menyebabkan konversi suatu lahan menjadi lahan terbangun demi memenuhi kebutuhannya. Hal ini menyebabkan terjadi pergeseran sifat pedesaan menjadi sifat perkotaan di suatu wilayah. Kota Depok yang juga terkena efek *Jakarta Metropolitan Region* mengalami fenomena tersebut mulai dari terbentuknya sampai tahun 2022. Oleh karena itu, tujuan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dan intensitas perluasannya dengan fokus lahan terbangun berbasis citra satelit Landsat 7 ETM + dan 8 OLI/TIRS dengan Google Earth Engine dari tahun 1999 dan 2022. Metode yang digunakan untuk melakukan klasifikasi adalah klasifikasi *unsupervised* dan untuk mengidentifikasi intensitas perluasan dilakukan perhitungan *Urban Expansion Intensity Index* (UEII). Akurasi hasil klasifikasi *unsupervised* sebesar 0,65 dan 0,625 dari uji Kappa dapat digunakan untuk proses selanjutnya atau termasuk dalam kategori “*good agreement*”. Hasil menunjukkan bahwa tutupan vegetasi menjadi tutupan lahan yang secara luas paling banyak menurun sebesar 5.918,9 Ha sedangkan lahan terbangun meningkat sekitar 8.807,4 Ha. Intensitas perluasan lahan terbangun di Kota Depok tahun 1999-2022 termasuk dalam kategori cepat. Selama 23 tahun, Kota Depok mengalami konversi lahan menjadi lahan terbangun secara drastis dengan intensitas yang cepat. Kesimpulan penelitian ini selama 23 tahun, Kota Depok mengalami perubahan tutupan lahan menjadi lahan terbangun terluas dan intensitas lahan terbangun dari perhitungan UEII adalah 1,91 yang tergolong cepat.

Kata Kunci: Google Earth Engine, Kota Depok, Klasifikasi *Unsupervised*, Landsat, *Urban Expansion Intensity Index*

ABSTRACT

The increase in population will cause the conversion of land into built-up land to meet its needs. This causes a shift from rural to urban characteristics in an area. The city of Depok, which is also affected by the effects of the *Jakarta Metropolitan Region*, is experiencing this phenomenon from its formation until 2022. Therefore, the aim of this research is to identify changes in land cover and the intensity of its expansion with a focus on built-up land based on Landsat 7 ETM + and 8 OLI/ satellite imagery. TIRS with Google Earth Engine from 1999 and 2022. The method used to carry out classification is *unsupervised classification* and to identify expansion intensity, the *Urban Expansion Intensity Index* (UEII) is calculated. The accuracy of the *unsupervised classification* results of 0.65 and 0.625 from the Kappa test can be used for further processing or is included in the “*good agreement*” category. The results show that vegetation cover is the land cover that has decreased the most by 5,918.9 Ha, while built-up land has increased by around 8,807.4 Ha.. The intensity of built-up land expansion in Depok City in 1999-2022 is included in

the fast category. For 23 years, Depok City has experienced drastic land conversion into built-up land with rapid intensity. The conclusion of this research is that over 23 years, Depok City has experienced a change in land cover to become the largest built-up land and the built-up land intensity from the UEII calculation is 1.91 which is classified as fast.

Keywords: Google Earth Engine, Depok City, Unsupervised Classification, Landsat, Urban Expansion Intensity Index

PENDAHULUAN

Berkembangnya aktivitas manusia pada suatu lokasi menyebabkan terjadinya perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan (Rivai et al., 2023; Wijayanti et al., 2023). Salah satu parameter berkembangnya aktivitas manusia adalah jumlah penduduk yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan ruang atau lahan terbangun yang dimanfaatkan penduduk untuk perumahan dan melakukan berbagai aktivitas dalam rangka memenuhi kebutuhannya (Pratama & Jumadi, 2022). Apabila kegiatan tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang lama maka dapat menyebabkan terjadinya pergeseran sifat pedesaan ke perkotaan yang disebut dengan urbanisasi (Rivai et al., 2023). Meluasnya aktivitas perkotaan juga dapat mengakibatkan terjadinya alih fungsi lahan pertanian menjadi fungsi perkotaan (Fitriyanto et al., 2019; Ustaoglu & Williams, 2023).

Fenomena tersebut terjadi di Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia yang merupakan kota satelit dari ibukota Indonesia, yaitu DKI Jakarta. Dari tahun 2001, komposisi tutupan lahan Kota Depok untuk wilayah terbangun hanya sebesar kurang lebih 45% yang mana meningkat menjadi sekitar 75% pada tahun 2021 (Rachma et al., 2022). Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena Kota Depok merupakan kota satelit dengan letak yang strategis sehingga memicu terjadinya urbanisasi yang mana merupakan salah satu penyebab bertambahnya jumlah penduduk (Pratama & Jumadi, 2022). Di Jakarta, pengembangan lahan mengalami kemajuan sehingga tidak ada lagi ruang untuk pengembangan lahan tambahan,

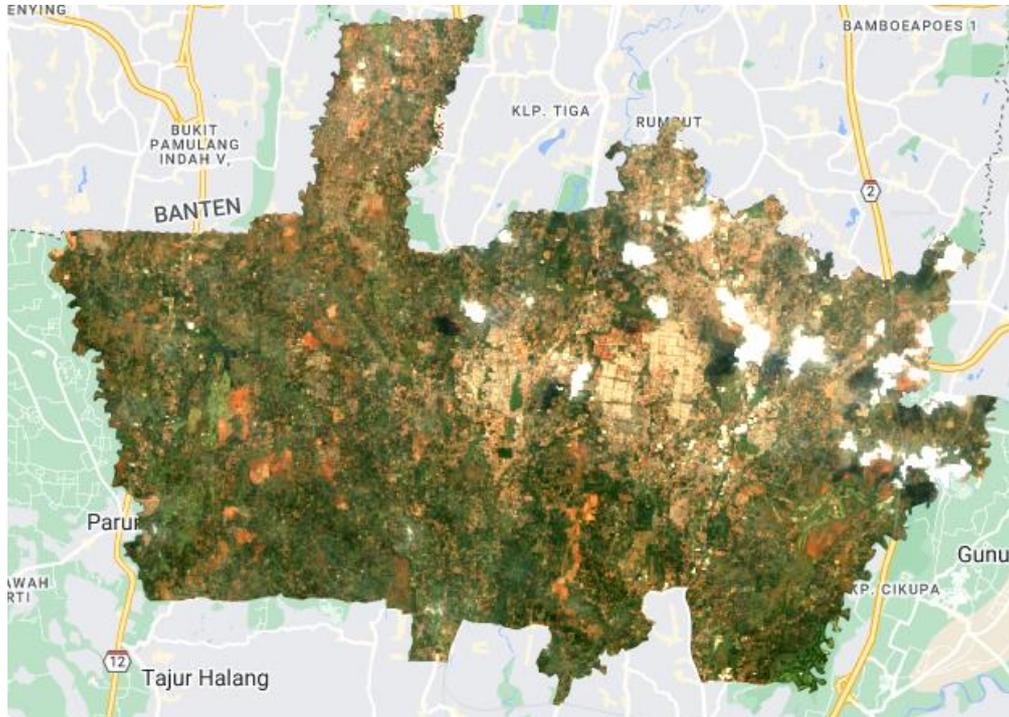
sehingga terjadi pergeseran pengembangan lahan di kota-kota lain, terutama kawasan perkotaan di sekitarnya (Matsuda et al., 2018; Rustiadi et al., 2021).

Fenomena tersebut di atas, diperlukan adanya evaluasi atau pemantauan secara dari waktu ke waktu penting dilakukan. Li et al. (2019) menggunakan citra satelit resolusi tinggi untuk memetakan dan menganalisis perubahan tata guna lahan di wilayah Kota Depok. Selain itu, Rahman et al. (2022) menggunakan data penginderaan jauh (PJ) untuk mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi arah perkembangan wilayah terbangun Kota Depok. Oleh karena itu, dalam mengkaji perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan dapat menggunakan citra satelit dan diproses dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Rivai et al., 2023).

Google Earth Engine (GEE) yang merupakan *cloud-base computing* dapat membantu melakukan pemrosesan citra satelit berupa klasifikasi *unsupervised* dalam ukuran besar tanpa membutuhkan perangkat keras yang canggih (Dwi Yanti et al., 2020; Wahap & Shafri, 2020). Kajian secara temporal tentunya diperlukan dalam melakukan pemantauan perubahan tutupan lahan yang terjadi dari waktu ke waktu (Nagasawa et al., 2015; Wiwoho et al., 2023). Untuk itu, *Urban Expansion Intensity Index* (UEII) sebagai teknik mengidentifikasi intensitas perluasan lahan terbangun kerap digunakan dalam melakukan pemantauan dengan basis luas wilayah terbangun (Ren et al., 2013; Sun et al., 2020; Wang et al., 2009). Penggunaan GEE, pendekatan spasio-

(Tabel 1). GEE dan ArcGIS Pro 3.0 digunakan dalam penelitian sebagai perangkat pengumpulan data citra satelit dan pengolahan. Selain itu, terdapat 100 titik sampel yang digunakan dalam

melakukan uji akurasi hasil klasifikasi *unsupervised*. Microsoft excel digunakan untuk melakukan kuantifikasi numerik dalam penelitian ini.



Gambar 2: Citra Landsat 7 ETM+ tahun 1999 Kota Depok (RGB 432)



Gambar 3: Citra Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2022 Kota Depok (RGB 432)

Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif yang diimplementasikan pada Sistem Informasi Geografis (SIG) dan teknologi Penginderaan Jauh (PJ).

Tabel 1. Pengumpulan data

No	Data	Tahun	Sumber
1	Landsat 7 ETM +	1999	USGS
2	Landsat 8 OLI/TIRS	2022	
3	Wilayah Administrasi Kota Depok	2022	Badan Informasi Geospasial

Metode Pengumpulan, Pengolahan, Dan Analisis Data

Alur prosedur dalam penelitian ini tergambar pada Gambar 4. Dimulai dari pengumpulan data citra Landsat 7 ETM+ dan 8 OLI/TIRS menggunakan GEE (<https://code.earthengine.google.com/35f6e52082edd82415253b8d27febe82> dan <https://code.earthengine.google.com/8eb26858127db5e97eab2f99b2e07954>). GEE menyediakan *petabyte* citra penginderaan jauh yang tersedia untuk umum dan produk siap pakai lainnya dengan GEE (Rakuasa & Latue, 2023; Tamiminia et al., 2020). Dua citra tersebut dilakukan pemotongan citra (*clip*) berdasarkan wilayah administrasi Kota Depok. Selanjutnya, dilakukan pengolahan berupa klasifikasi *unsupervised* untuk menghasilkan klasifikasi 5 kelas (Tabel 2). Hasil klasifikasi tersebut dilakukan uji akurasi dengan matriks konfusi untuk mendapatkan *overall accuracy*. Uji akurasi dengan konfusi matriks merupakan metode yang paling banyak diterapkan untuk mengevaluasi akurasi klasifikasi citra PJ (Congaltan & Green, 2009). Selain itu, dilakukan juga uji Kappa untuk menentukan apakah hasil klasifikasi tersebut bisa dilanjutkan untuk proses selanjutnya atau tidak (Ismail et al., 2020)

dengan rumus sebagai berikut (Persamaan 1):

$$K = \frac{T \sum_{i=1}^n K_{ii} - \sum_{i,j=1}^n (K_{i+} K_{+j})}{T^2 - \sum_{i,j=1}^n (K_{i+} K_{+j})} \quad (1)$$

Berdasarkan Persamaan 1, dimana K adalah koefisien Kappa, n adalah jumlah kolom dalam konfusi matriks (jumlah klasifikasi), K_{ii} adalah jumlah piksel dalam matriks pada perpotongan baris ke- i dan kolom ke- i (jumlah klasifikasi yang benar), K_{i+} dan K_{+j} masing-masing adalah jumlah total piksel pada baris ke- i dan kolom ke- i , dan T adalah jumlah total piksel yang digunakan untuk evaluasi akurasi.

Tabel 2. Klasifikasi tutupan lahan

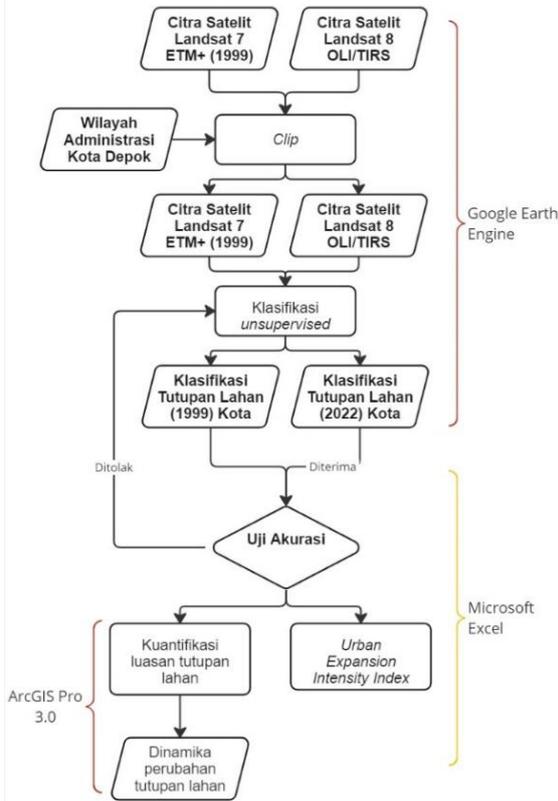
No	Klasifikasi Tutupan Lahan
1	Lahan Terbangun
2	Lahan Pertanian
3	Tutupan Vegetasi
4	Lahan Terbuka
5	Badan Air

Kuantifikasi luasan tutupan lahan dilakukan pada ArcGIS Pro 3.0 untuk menghitung luasan dan perubahan yang terjadi dari tahun 1999-2022. Hasil kuantifikasi tersebut akan dilakukan perhitungan *Urban Expansion Intensity Index* (UEII) yang memberikan gambaran perkembangan wilayah perkotaan dengan perbandingan luas perluasan lahan terbangun terhadap luas keseluruhan lahan dalam suatu satuan ruang pada periode tertentu (Sun et al., 2020). Intensitas tersebut termuat pada Tabel 3 (Ren et al., 2013). Indeks dihitung menggunakan persamaan berikut (Wang et al., 2009) (Persamaan 2):

$$U_i = \frac{U_a - U_b}{T \times U_c} \times 100 \quad (2)$$

Dimana U_i adalah *Urban Expansion Intensity Index* pada satuan

ruang ke i , U_a adalah luas lahan terbangun pada satuan ruang ke i pada periode a , U_b adalah luas lahan terbangun pada satuan ruang ke i pada periode b , U_c adalah total luas daratan satuan ruang ke i , dan T adalah rentang waktu dari periode a ke periode b dalam satuan tahun.



Gambar 4: Alur proses penelitian

Tabel 3. Keterangan dari nilai UEII

No	Nilai UEII	Keterangan
1	> 1,92	Sangat cepat
2	1,05 – 1,92	Cepat
3	0,59 – 1,05	Moderat
4	0,28 – 0,59	Lambat
5	0 – 0,28	Sangat lambat
6	< 0	Penurunan intensitas

Sumber: Ren et al. (2013)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Klasifikasi *Unsupervised*

Hasil klasifikasi dengan metode *unsupervised* tertera pada Gambar 5. Akurasi dari hasil klasifikasi *unsupervised* untuk klasifikasi tahun 1999 menghasilkan

overall accuracy sebesar 0,72 serta nilai Kappa sebesar 0,65 dan untuk tahun 2022 menghasilkan *overall accuracy* 0,70 serta nilai Kappa sebesar 0,625. Kedua nilai Kappa tersebut dikatakan bisa melanjutkan untuk proses berikutnya mengingat termasuk dalam kategori *good agreement* dalam Ismail et al. (2020). Namun, jika dibandingkan dengan hasil klasifikasi *supervised* yang dilakukan oleh Rivai et al. (2023) yang menghasilkan *overall accuracy* diatas 0,90 tentunya akan terlihat perbedaan akurasi yang cukup signifikan. Pada tahun 1999, luas lahan terbangun seluas 6.473,5 Ha dan tutupan vegetasi seluas 10.086,1 Ha yang mana tutupan vegetasi lebih luas dibandingkan luas lahan terbangun pada waktu tersebut. Namun, 23 tahun kemudian keadaan tersebut berbalik dengan lahan terbangun seluas 15.280,8 Ha dan tutupan vegetasi seluas 4.167,2 Ha dengan lahan terbangun lebih luas dari tutupan vegetasi.

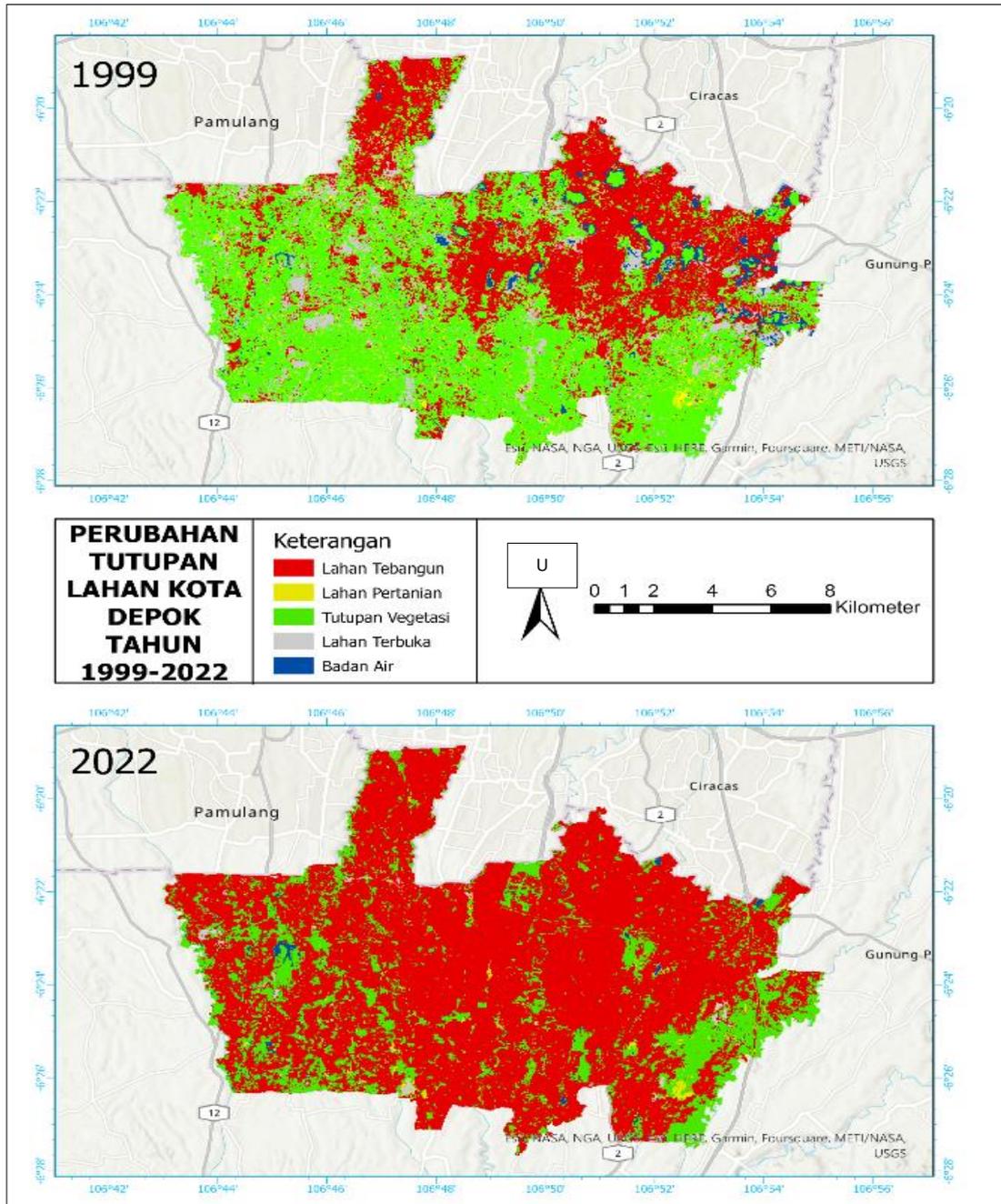
Dinamika Tutupan Lahan Kota Depok (1999-2022)

Perubahan luasan tutupan lahan Kota Depok dari tahun 1999 – 2022 tergambar pada grafik Gambar 6. Selain itu, peta perubahan setiap tutupan lahan Kota Depok 1999 – 2022 tergambar pada Gambar 7. Peta tersebut menjelaskan tutupan lahan yang tetap dan berubah terhadap setiap tutupan lahan lainnya.

Konversi tutupan vegetasi menjadi lahan terbangun mendominasi wilayah Kota Depok dari tahun 1999 – 2022. Hasil tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian Rivai et al. (2023) bahwa luasan vegetasi dari tahun 2013 yang terkonversi menjadi lahan terbangun memiliki angka yang besar pada tahun 2022. Selain tutupan vegetasi, lahan pertanian dan lahan terbuka juga mengalami penurunan secara luasan yang cukup signifikan. Selama 23 tahun, lahan terbangun mengalami kenaikan seluas 8.807,4 Ha di Kota Depok.

Tabel 4. Perubahan setiap tutupan lahan pada tahun 1999 dan 2022 (Ha)

	Lahan Terbangun (2022)	Lahan Pertanian (2022)	Tutupan Vegetasi (2022)	Lahan Terbuka (2022)	Badan Air (2022)
Lahan Terbangun (1999)	6.031,96	23,85	418,23	11,50	5,96
Lahan Pertanian (1999)	584,73	29,38	202,29	6,81	3,41
Tutupan Vegetasi (1999)	6.894,92	127,76	2.918,94	88,58	77,94
Lahan Terbuka (1999)	1.476,96	21,29	490,19	43,44	7,67
Badan Air (1999)	318,57	14,91	137,56	2,56	37,05



Gambar 5: Hasil klasifikasi unsupervised Kota Depok tahun 1999 dan 2022

Pada tabel 4 yang mana menunjukkan perubahan setiap kelas tutupan lahan dari tahun 1999 yang berubah pada tahun 2022. Tutupan vegetasi yang ada pada tahun 1999 mengalami perubahan menjadi lahan terbangun sebesar 6.894,92 Ha. Kelas Tutupan lain seperti lahan terbuka juga mengalami perubahan sebesar 1.476,96 Ha. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Matsuda et al. (2018) adanya reduksi angka dari wilayah hijau terbuka (*green open space*) karena angka lahan terbangun yang terus meningkat di Kota Depok.

Pertumbuhan ekonomi di wilayah perkotaan, khususnya setelah penetapan kota baru, seringkali menjadi pemicu utama konversi lahan. Fenomena ini dapat dijelaskan oleh meningkatnya kegiatan ekonomi yang beriringan dengan status kota baru tersebut (Harewan et al., 2023; Huang et al., 2021; Prasada & Masyhuri, 2019). Seiring dengan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan akan infrastruktur dan fasilitas perkotaan pun meningkat, mendorong perubahan fungsi lahan dari pertanian atau lahan terbuka menjadi kawasan pemukiman dan komersial. Penetapan kota baru juga seringkali menarik investasi dan migrasi penduduk, yang pada gilirannya meningkatkan permintaan akan properti dan lahan untuk pembangunan. Namun, perubahan ini juga dapat menimbulkan tantangan seperti konflik pemakaian lahan, perubahan pola lingkungan, dan pertanyaan terkait keberlanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam. Oleh karena itu, penting untuk mengelola konversi lahan dengan cermat untuk mencapai keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan pelestarian lingkungan.

Intesitas Perluasan Lahan Terbangun Kota Depok

Berdasarkan perhitungan UEII didapatkan angka sebesar **1.91** (Persamaan

3). Angka tersebut mengartikan bahwa perluasan lahan terbangun di Kota Depok terbilang tinggi dalam 23 tahun. Hal ini tentunya adanya fenomena urbanisasi yang memaksa tutupan lahan alami berubah menjadi terbangun. Dalam kasus ini lahan tutupan vegetasi yang paling banyak terkonversi menjadi lahan terbangun.

$$U_i = \frac{15280,8 - 6473,45}{23 \times 19972,95} \times 100 = 1,91 \quad (3)$$

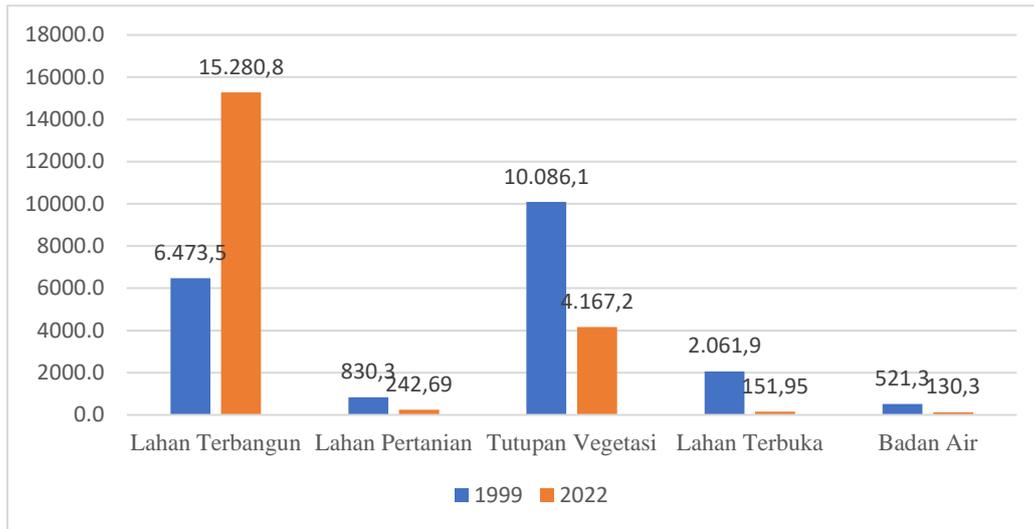
Hal tersebut mengindikasikan bahwa selama 23 tahun pembangunan wilayah terbangun yang ditranslasikan sebagai perluasan wilayah urban di Kota Depok berjalan cepat dan positif. Urbanisasi dan efek *Jakarta Metropolitan Region* menjadi indikasi sebab fenomena perubahan tutupan lahan berubah dengan cepat. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Vidya et al. (2020) yang menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan di Kota Depok dikatakan cepat dalam rentang waktu 2013-2017 terutama pada wilayah pinggiran dibanding wilayah inti. Hal tersebut karena harga lahan yang dinamis.

Cepatnya perubahan tutupan lahan menjadi lahan terbangun mendorong fenomena-fenomena yang terjadi di wilayah perkotaan. Salah satunya perubahan suhu rata-rata atau fenomena *Urban Heat Island* (UHI) yang sudah diteliti oleh Pratama & Jumadi (2022) yang menyatakan bahwa perkembangan luas tutupan lahan terbangun memberikan pengaruh terhadap peningkatan suhu permukaan Kota Depok sebesar 40,5%.

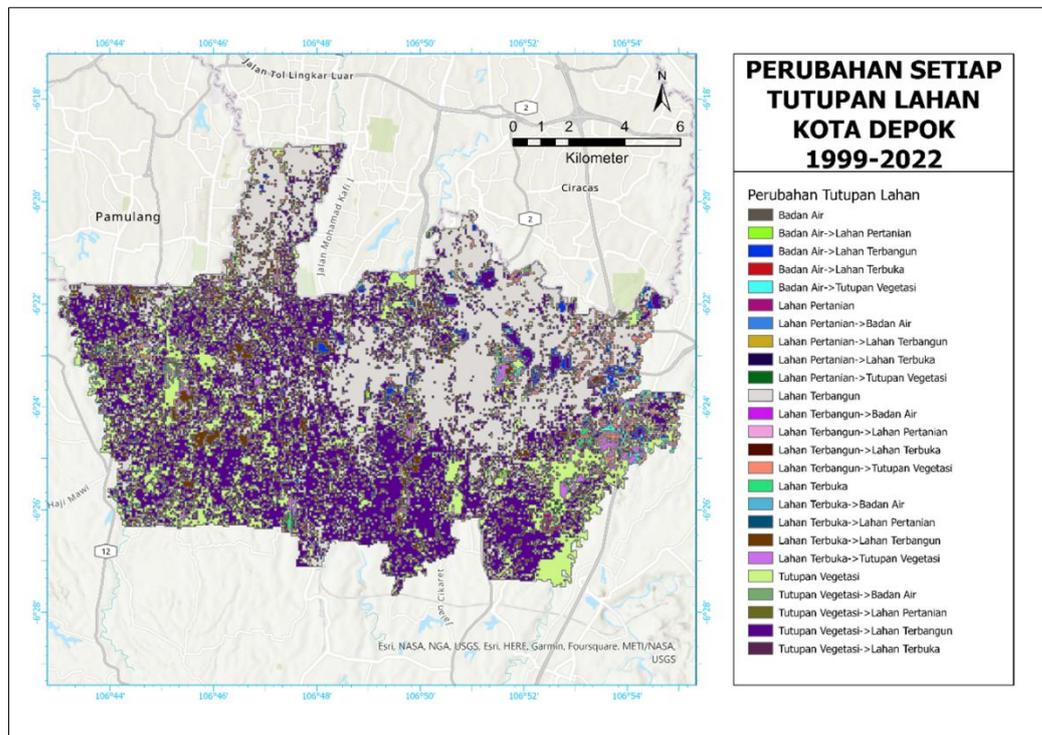
Perkembangan atau perluasan wilayah urban (dalam hal ini lahan terbangun) yang berlangsung tanpa mempertimbangkan kondisi ekologis perkotaan (*urban ecological status*) dapat mengakibatkan dampak negatif yang signifikan terhadap keseimbangan lingkungan perkotaan (Indrawati et al., 2020). Penyusutan dan degradasi habitat alami serta perubahan penggunaan lahan

dari ekosistem alami ke lahan terbangun dapat merusak keragaman hayati, mengurangi infiltrasi air tanah, dan memperburuk kualitas udara. Selain itu, pertumbuhan urban yang tidak terkendali seringkali berkontribusi pada hilangnya ruang terbuka hijau dan peningkatan suhu permukaan kota. Oleh karena itu,

perluasan wilayah urban (lahan terbangun) yang tidak berkelanjutan dapat menghadirkan tantangan serius bagi status ekologis kota, memperburuk kualitas lingkungan hidup, dan mengancam kesejahteraan masyarakat yang tinggal di dalamnya.



Gambar 6: Luas Tutupan Lahan Kota Depok (Ha) tahun 1999 dan 2022



Gambar 7: Perubahan setiap tutupan lahan selama dari tahun 1999 sampai 2022

KESIMPULAN

Kota Depok telah mengalami konversi lahan terbangun yang signifikan dalam rentang waktu 1999 hingga 2023, yaitu kenaikan seluas 8.807,4 Ha. Seluas 6.894,92 Ha tutupan vegetasi pada tahun 1999 telah menjadi lahan terbangun pada tahun 2022. Selama periode tersebut, terjadi perubahan yang drastis dalam tutupan lahan di kota tersebut, dengan tutupan vegetasi menjadi jenis tutupan lahan yang paling banyak terkonversi menjadi lahan terbangun. Intensitas perluasan lahan terbangun lahan terbangun yang tergolong cepat sesuai dengan perhitungan UEII sebesar 1,91 selama 23 tahun memberikan indikasi bahwa dalam rentang waktu tersebut tutupan lahan Kota Depok berubah secara dinamis dilihat dari meningkatnya luas lahan terbangun dan jauh menurunnya luas tutupan vegetasi.

Proses perubahan lahan terbangun ini memiliki dampak yang luas dan kompleks terhadap lingkungan dan keberlanjutan kota. Untuk mempertahankan kelestarian lingkungan dan mengurangi dampak negatifnya, diperlukan langkah-langkah yang komprehensif untuk pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan pelestarian tutupan vegetasi yang tersisa di Kota Depok.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Depok. (2023). *Kota Depok Dalam Angkat 2023*.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2009). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. CRC Press.
- Dwi Yanti, Indri Megantara, Akbar, M., Sabila Meiwanda, Syauqi Izzul, M. Dede Sugandi, & Riki Ridwana. (2020). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4229>
- Fitriyanto, B. R., Helmi, M., & Hadiyanto. (2019). Analyzing spatiotemporal types and patterns of urban growth in watersheds that flow into Jakarta Bay, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 14(February), 170–177. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.04.002>
- Harewan, Y., Wurarah, R. N., Santoso, B., & Sabariah, V. (2023). Analysis of land conversion to economic growth: The case of other purpose areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1192(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1192/1/012052>
- Huang, K., Dallimer, M., Stringer, L. C., Zhang, A. L., & Zhang, T. (2021). Does economic agglomeration lead to efficient rural to urban land conversion? An examination of China's metropolitan area development strategy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su13042002>
- Indrawati, L., Sigit Heru Murti, B. S., Rachmawati, R., & Aji, D. S. (2020). Effect of Urban Expansion Intensity on Urban Ecological Status Utilizing Remote Sensing and GIS: A Study of Semarang-Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 451(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012018>
- Ismail, M. A., Muhamad Ludin, A. N., & Hosni, N. (2020). Comparative Assessment of the Unsupervised Land Use Classification by Using Proprietary GIS and Open Source

- Software. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012020>
- Li, X., Wang, Z., Xhang, Y., & Sun, M. (2019). Mapping urban land use in Depok City, Indonesia, using high-resolution satellite imagery. *Remote Sensing*, 11(13), 1544.
- Matsuda, M., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. (2018). Study about factors influencing transition of green open spaces based on analysis of land use in Depok City, West Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 179(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/179/1/012035>
- Nagasawa, R., Fukushima, A., Yayusman, L. F., & Novresiandi, D. A. (2015). Urban Expansion and Its Influences on The Suburban Land Use Change in Jakarta Metropolitan Region (JABODETABEK). *Urban Planning and Design Research*, 3(0), 7. <https://doi.org/10.14355/updr.2015.03.002>
- Nuzullia, L., & Pradoto, W. (2015). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Kawasan Permukiman Terencana Kota Depok. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 4(1), 145–159.
- Pemerintah Kota Depok. (2020). *Sejarah*. Portal Resmi Pemerintah Kota Depok. <https://www.depok.go.id/sejarah>
- Prasada, I. Y., & Masyhuri. (2019). The Conversion of Agricultural Land in Urban Areas (Case Study of Pekalongan City, Central Java). *Agraris*, 5(2), 112–118. <https://doi.org/10.18196/agr.5280>
- Pratama, B. A., & Jumadi. (2022). Analysis of the Influence of Development of Builded Land on the Increase of Surface Temperature Related to the Urban Heat Island Phenomenon in Depok City. *International Journal for Disaster and Development Interface*, 2(2), 151–172. <https://doi.org/10.53824/ijddi.v2i2.13>
- Rachma, T. R. N., Silalahi, F. E. S., & Oktaviani, N. (2022). Monitoring 20 Years of Land Cover Change Dynamics in the Satellite Cities of Jakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1111(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1111/1/012034>
- Rahman, M. A., Ferdaus, M. S., & Tauseef, S. M. (2022). Urbanization dynamics and its relationship with population density and transportation accessibility: A case study of Depok City, Indonesia. *Journal of Urban Planning and Development*, 146(2).
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Monitoring Urban Sprawl in Ambon City Using Google Earth Engine: Memantau Urban Sprawl di Kota Ambon Menggunakan Mesin Google Earth. *MULTIPLE: Journal of Global ...*, August. <https://journal.institercom-edu.org/index.php/multiple/article/view/32%0Ahttps://journal.institercom-edu.org/index.php/multiple/article/download/32/28>
- Ren, P., Gan, S., Yuan, X., Zong, H., & Xie, X. (2013). Spatial expansion and sprawl quantitative analysis of mountain city built-up area. *Communications in Computer and Information Science*, 398 PART I, 166–176.

- https://doi.org/10.1007/978-3-642-45025-9_19
- Rivai, F. A., Asy'ari, R., Hisyam Fadhil, M., Amir Jouhary, N., Saenal, N., Ardan, F., Pohan, A., Pramulya, R., & Setiawan, Y. (2023). Analysis of land use and land cover changes using random forest through google earth engine in Depok City. *Indonesia. SSRS Journal B: Spatial Research*, 1(August), 1–12.
- Rustiadi, E., Pravitasari, A. E., Setiawan, Y., Mulya, S. P., Pribadi, D. O., & Tsutsumida, N. (2021). Impact of continuous Jakarta megacity urban expansion on the formation of the Jakarta-Bandung conurbation over the rice farm regions. *Cities*, 111, 103000. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103000>
- Sun, W., Shan, J., Wang, Z., Wang, L., Lu, D., Jin, Z., & Yu, K. (2020). Geospatial Analysis of Urban Expansion Using Remote Sensing Methods and Data: A Case Study of Yangtze River Delta, China. *Complexity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3239471>
- Tamiminia, H., Salehi, B., Mahdianpari, M., Quackenbush, L., Adeli, S., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 164(May), 152–170. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>
- Ustaoglu, E., & Williams, B. (2023). Institutional Settings and Effects on Agricultural Land Conversion: A Global and Spatial Analysis of European Regions. *Land*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/land12010047>
- Vidya, F., 1*, U., Hendarto, M., & Info, A. (2020). The Speed of Land Use Changes in The Region of Depok City. *Economics Development Analysis Journal*, 9(3), 318–327. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/edaj>
- Wahap, N. A., & Shafri, H. Z. M. (2020). Utilization of Google Earth Engine (GEE) for land cover monitoring over Klang Valley, Malaysia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 540(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/540/1/012003>
- Wang, W. W., Jin, J. W., Xiao, Z., & Shi, T. (2009). Urban expansion and its driving forces based on remote sensed data and GIS: A case study of Hangzhou city from 1991 to 2008. *Geographical Research*, 28(3), 685–695.
- Wijayanti, W. P., Machmud, S. K., & Subagiyo, A. (2023). Linkage among Two Satellite Cities: What makes People Move? (Case Study: Bogor Regency and Depok City). *Regional and Rural Studies*, 1(1), 1–5. <https://doi.org/10.21776/rrs.v1i1.2>
- Wiwoho, B. S., Phinn, S., & McIntyre, N. (2023). Two Decades of Land-Use Dynamics in an Urbanizing Tropical Watershed: Understanding the Patterns and Drivers. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(3). <https://doi.org/10.3390/ijgi12030092>