



Identifikasi Jenis Tutupan Vegetasi Ruang Terbuka Hijau dengan Metode Analisis NDVI dan Supervised Classification

Identification of Green Open Space Vegetation Cover Types using NDVI and Supervised Classification Methods

Mahdiatul Fikrah^{1) a)*}, Agung Witjaksono^{2) b)}, Annisaa Hamidah Imaduddina^{2) b)}

¹⁾ Program Studi Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro

^{a)} Jl. Prof. Sudarto Kampus Tembalang, Kota Semarang. 50275. Jawa Tengah

²⁾ Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Nasional Malang

^{b)} Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2. Lowokwaru. 65152. Jawa Timur

*Email: mahdiatulfikrah@gmail.com

Naskah Masuk: 29 Januari 2025

Naskah Revisi: 17 Juni 2025

Naskah Diterima: 3 Juni 2026

ABSTRACT

Green Open Spaces (GOS) in industrial area plays a crucial role in maintaining environmental quality; however, studies examining the composition of its vegetation cover are limited. This study aims to identify and quantify the extent of GOS vegetation cover in an industrial area in Lawang District, Malang Regency, East Java. The data used were Landsat 8 satellite imagery from 2021, then analyzed using the NDVI and Supervised Classification methods using Maximum Likelihood algorithm in ArcGIS 10.6. The result revealed that the GOS in the industrial area consists of 3 types of vegetation cover: trees (7,60 ha), grass (5,93 ha), and shrubs (0,86 ha). The dominance of trees in the area indicates relatively strong ecological potential, but the very small proportion of shrubs indicates that their noise-dampening function is still limited. These findings provide valuable insights for the planning and managing of GOS in industrial area to enhance their ecological performance and environmental benefits.

Keywords: *green open space, vegetation cover, NDVI, supervised classification, landsat 8*

ABSTRAK

Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada kawasan peruntukan industri memiliki peranan penting dalam menjaga kualitas lingkungan, namun, kajian mengenai komposisi tutupan vegetasinya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengukur luas jenis tutupan vegetasi RTH pada kawasan industri di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Data yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8 tahun 2021, kemudian melalui metode analisis NDVI dan Supervised Classification menggunakan algoritma Maximum Likelihood pada perangkat lunak ArcGIS 10.6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa RTH kawasan industri tersebut terdiri dari tiga jenis tutupan vegetasi yaitu pohon (7,60 ha), rumput (5,93 ha), dan semak (0,86 ha). Dominasi pohon menunjukkan potensi ekologis yang relatif kuat, khususnya dalam mendukung fungsi lingkungan di lanskap industri. Namun, proporsi semak yang sangat terbatas menunjukkan bahwa fungsi peredaman kebisingan masih terbatas. Temuan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pengelolaan RTH kawasan industri yang lebih optimal.

Kata kunci: *ruang terbuka hijau, tutupan vegetasi, NDVI, klasifikasi terbimbing, landsat 8*

PENDAHULUAN

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan elemen krusial dalam perencanaan dan pembangunan wilayah. RTH berfungsi sebagai paru-paru kawasan, penyerap polutan (Setyowati dkk., 2022; Wang dkk., 2022), pengendali iklim mikro (Hamel, Safa, Toufik, Fouzia, & Yacine, 2024), penyeimbang tata air, serta pelindung keanekaragaman hayati. Selain itu, RTH memiliki nilai sosial dan estetika yang berkontribusi dalam menciptakan lingkungan hidup layak huni (*liveable environment*) (Joga & Ismaun, 2011; Adiguzel, 2023). Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007, pembangunan berkelanjutan mewajibkan penyediaan RTH sebesar 30% dari luas wilayah, yang terbagi atas 20% RTH publik dan 10% RTH privat. RTH publik merupakan kawasan hijau yang

dikelola oleh pemerintah, sedangkan RTH privat dimiliki oleh institusi atau perseorangan (Longaris, Rogi, & Takumansang, 2019). Dengan proporsi tersebut, RTH diharapkan mampu menanggulangi permasalahan lingkungan yang muncul akibat berbagai aktivitas perkotaan, termasuk dampak dari aktivitas industri.

Kenyataannya, tingginya laju konversi lahan di wilayah perkotaan maupun kawasan industri menyebabkan ketersediaan RTH terus menurun. Dominasi luas lahan terbangun di kawasan tersebut berpotensi memberikan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan (Phung, 2024). Kondisi ini menjadikan RTH sebagai elemen penting dalam mitigasi permasalahan lingkungan perkotaan. Namun, efektivitas RTH dalam menjalankan fungsinya tidak hanya ditentukan oleh kuantitas atau luasan lahan, tetapi juga oleh karakteristik tutupan vegetasi di dalamnya (Gallay, Olah, Murtinova, & Galayova, 2023; Adekunle, Dennis, Samuel, Dayomi, & Ademakinwa, 2025; Love dkk., 2025).

Karakteristik tutupan vegetasi pada RTH memainkan peran penting dalam menentukan efektivitas fungsi ekologisnya. Vegetasi berbentuk pepohonan memiliki kapasitas penyerapan karbon dan kemampuan menurunkan suhu lingkungan yang lebih optimal dibandingkan dengan jenis vegetasi berupa rerumputan atau semak (Vieira dkk., 2018; Aabeyir, Peprah, & Hackman 2022). Oleh karena itu, identifikasi tutupan vegetasi pada RTH merupakan langkah penting dalam perencanaan pembangunan wilayah dan perkotaan, khususnya pada kawasan yang mengalami tekanan lingkungan tinggi, seperti kawasan peruntukan industri.

Identifikasi tutupan vegetasi kini menjadi lebih efisien dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yang berkembang pesat. Penggunaan teknologi ini memungkinkan analisis vegetasi pada berbagai skala spasial, bergantung pada resolusi citra satelit yang digunakan. Salah satu citra satelit resolusi menengah yang mudah diakses adalah Landsat 8. Citra ini memiliki resolusi spasial sebesar 30 meter dan dilengkapi dengan kanal multispektral, sehingga sangat mendukung berbagai tujuan penelitian, termasuk pemetaan tutupan vegetasi (Almalki, Khaki, Saco, & Rodriguez, 2022).

Pemanfaatan citra Landsat 8 dalam identifikasi tutupan vegetasi dapat dilakukan melalui teknik *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Teknik ini memungkinkan peneliti untuk membedakan area bervegetasi dengan area non-vegetasi, serta menganalisis tingkat kerapatan vegetasi berdasarkan nilai indeks kehijauannya. Selain itu, akurasi identifikasi dapat ditingkatkan dengan menggabungkan NDVI dengan metode *Supervised Classification*. Metode ini memanfaatkan sampel pelatihan (*training sample*) dari hasil analisis NDVI untuk mengklasifikasikan piksel citra berdasarkan kemiripan spektral, sehingga pemetaan tutupan vegetasi menjadi lebih akurat, mudah, dan efisien (Jeevalakshmi, Narayana Reddy, & Manikiam, 2016; Mansourmoghaddam, Rousta, & Ghafarian, 2022). Kedua pendekatan ini dinilai tepat untuk diterapkan di kawasan industri yang masih terbatas dalam kajian tutupan vegetasinya, mengingat kontribusi signifikan ruang terbuka hijau terhadap kualitas lingkungan. Salah satu kawasan yang memerlukan perhatian dalam konteks ini adalah kawasan industri di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang.

Kawasan peruntukan industri di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur, mencakup empat perusahaan industri kategori sedang, yaitu PT Molindo Raya Industrial, PT Molindo Inti Gas, PT Otsuka Indonesia, dan PT Randi Cones Indonesia. Secara visual, keempat industri tersebut memiliki Ruang Terbuka Hijau (RTH) dengan beragam jenis tutupan vegetasi. Namun, keterbatasan akses untuk melakukan observasi langsung ke dalam area industri tersebut mengharuskan penggunaan metode alternatif untuk mengidentifikasi tutupan vegetasi secara akurat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis tutupan vegetasi pada RTH di kawasan industri Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi spasial yang komprehensif sebagai acuan dalam perencanaan dan pengelolaan RTH di kawasan industri.

TINJAUAN PUSTAKA

Kawasan Industri dan Dampaknya

Menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, kawasan industri merupakan sebidang lahan yang dirancang dan dikembangkan secara menyeluruh untuk menampung kelompok perusahaan industri, dilengkapi infrastruktur dasar dan fasilitas penunjang serta sistem

pengelolaan kawasannya. Hal ini senada dengan teori aglomerasi industri yaitu berkembangnya industri yang terlokalisir (*localized industries*) akibat dari munculnya sebuah industri pada suatu lokasi sebagai tempat produksi jangka panjang, sehingga masyarakat melihat potensi keuntungan jika mendirikan usaha di sekitar lokasi industri tersebut (Saleh & Warlina, 2017). Menurut penelitian Yu, Zu, Xu, Chen, & Liu (2022), aglomerasi industri sangat berkaitan dengan konsentrasi beberapa fasilitas pendukung yang melayani setiap industri dan dapat memengaruhi perkembangan dan fungsi industri dalam wilayah aglomerasi.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Pengembangan Kawasan Industri, kebutuhan lahan minimal untuk melakukan pengembangan kawasan industri sebesar 50 ha atau minimal 5 ha untuk kawasan industri khusus yang berupa industri kecil menengah. Hal ini didasarkan pada perhitungan efisiensi lahan atas biaya pembangunan yang dikeluarkan dan dapat memberikan nilai tambah bagi pengembang dengan alokasi peruntukan lahan yang dapat dijual maksimal 70% dan RTH minimal 10%.

Berkembangnya kegiatan perindustrian pada suatu wilayah memberikan berbagai dampak, baik positif maupun negatif. Penelitian Pradani, Rahayu, & Putri (2017) menunjukkan bahwa dampak dari keberadaan industri terhadap daerah permukiman dapat berupa bertambahnya permukiman buruh/pekerja, terbentuknya permukiman kumuh, polusi air hingga banjir. Selain itu, ditemukan pula bahwa permukiman-permukiman yang berada pada jarak yang berbeda dari kawasan industri mengalami dampak yang berbeda-beda.

Penelitian Ippolitova (2018) menunjukkan bahwa dampak lingkungan terhadap aktivitas industri sangat dipengaruhi oleh jenis industrinya. Keberadaan industri memiliki andil besar terhadap pencemaran udara dan pembuangan limbah yang mencemari air tanah maupun air permukaan. Hasil penelitian Hao, Song, & Shen (2021) menemukan bahwa aglomerasi industri terutama pada industri manufaktur memiliki kecenderungan memperburuk kondisi pencemaran udara di wilayah tempat aglomerasi industri tersebut terjadi.

Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Menurut Khambali (2017), ruang terbuka (*open space*) adalah area hijau yang bisa berupa jalur seperti jalur hijau di sepanjang jalan, tepian waduk/danau, sempadan sungai, sempadan rel kereta, dan area aliran listrik bertegangan tinggi, ataupun titik/pusat aktivitas kota seperti pekarangan rumah, taman lingkungan, taman kota, pemakaman, lahan pertanian perkotaan dan lain-lain. Menurut Gunadi dalam Kurniawan & Alfian (2010), RTH dapat diartikan sebagai sabuk hijau, merupakan daerah yang dirancang mencakup unsur-unsur alami berupa pepohonan dengan tujuan tertentu dan digunakan secara intensif. Tidak jauh berbeda, Joga & Ismaun (2011) menyatakan bahwa RTH merupakan suatu lahan atau kawasan yang dapat menjalankan fungsi-fungsi ekologis seperti mereduksi pencemaran udara, ameliorasi iklim, pengendali tata air dan sebagainya. Menurut Simonds dan Starke dalam Zulkifli (2018), RTH merupakan bagian dari ruang terbuka yang diisi oleh berbagai jenis tumbuhan dan vegetasi dengan tujuan untuk memberikan manfaat secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat tersebut meliputi aspek keamanan, kenyamanan, kesegaran, kesejahteraan, dan keindahan. RTH memiliki komponen utama yang terdiri atas pohon, hamparan rumput, semak berbunga, pohon peneduh, vegetasi yang tidak berbahaya, serta sarana dan prasarana pendukungnya. Komponen tersebutlah yang menyebabkan RTH memiliki peran penting dalam mengendalikan iklim mikro kota (Agus & Ismail, 2024). Hasil analisis dari Linden, Gustafsson, Uddling, Watne, & Pleijel (2023) menunjukkan bahwa karakteristik spesies vegetasi juga menentukan seberapa besar peran vegetasi perkotaan dalam mereduksi polutan, seperti kompleksitas cabang/pucuk dan ukuran daun, karakteristik permukaan daun (kasar, berbulu, terdapat kandungan lilin), maupun luasan tajuk yang sangat berperan dalam memerangkap polutan di udara perkotaan.

Berdasarkan stratanya, lapisan pepohonan merupakan penyimpan karbon utama dalam RTH, melampaui kontribusi lapisan semak dan rerumputan (Ge dkk., 2024). Selain itu, pohon lebih unggul dalam mereduksi polutan udara karena struktur daun dan tajuknya yang kompleks (Wang dkk., 2025). Terkait peredaman kebisingan, lapisan semak memberikan kontribusi psikologis melalui peningkatan persepsi visual yang dipengaruhi oleh lebar tajuk, tinggi, dan jarak tanam. Sebaliknya,

pohon yang ditanam rapat dengan batang tebal lebih efektif mereduksi kebisingan secara fisik. Kombinasi keduanya dalam susunan berlapis terbukti menghasilkan efektivitas peredaman kebisingan yang paling optimal (Lu, Xiao, & Shao, 2024). Di sisi lain, rumput sebagai penutup tanah turut berkontribusi dalam meminimalisasi erosi tanah dan limpasan air permukaan (Zhang dkk., 2025). Penelitian Gally, Olah, Murtinova, & Gallyova (2023) menunjukkan bahwa vegetasi pohon dan rumput berperan penting dalam menurunkan suhu lingkungan. Pohon berukuran besar memberikan efek pendinginan paling signifikan dengan intensitas rata-rata mencapai 4,5°C dalam radius hingga 90 meter, sementara hamparan rumput memiliki intensitas pendinginan yang lebih tinggi namun dengan jangkauan yang lebih terbatas, yaitu 30–60 meter.

Keberadaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Industri

Kawasan industri umumnya dicirikan oleh dominasi bangunan pabrik, gudang, dan fasilitas pendukung lainnya yang bersifat masif, sehingga lingkungan cenderung terkesan gersang, panas, dan kurang nyaman. Meskipun memiliki urgensi tinggi dalam menstabilkan kondisi lingkungan, keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di kawasan industri sering kali kurang mendapatkan perhatian. Padahal, RTH merupakan syarat krusial bagi kawasan industri karena perannya dalam mereduksi polusi udara, meredam kebisingan, serta meningkatkan daya tarik estetika kawasan (Wibowo, Novita, & Nusbantoro, 2016).

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran krusial dalam kawasan industri, terutama untuk memitigasi berbagai limbah dan polusi yang dihasilkan oleh aktivitas produksi. Fungsi RTH bagi kawasan industri meliputi penurunan suhu lingkungan (Hamel dkk., 2024), peningkatan estetika kawasan, pemanfaatan sebagai area reboisasi dan perimeter, pendukung daerah resapan air, serta pengendalian banjir (Wibowo dkk., 2016). Selain itu, RTH berperan sebagai penyerap polutan udara (Setyowati dkk., 2022), pelestari air tanah, dan peredam kebisingan yang efektif (Zulkifli, 2018). Lebih jauh lagi, ketersediaan RTH juga berdampak positif pada produktivitas karyawan. Pemandangan yang asri dan suasana kerja yang nyaman terbukti mampu meningkatkan performa kerja (Shade & Bishop, 2023) serta menurunkan risiko penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) melalui kemampuan vegetasi dalam menyerap polusi udara (Bolshakova, Zaznobina, & Kovaleya, 2023).

Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan metode untuk memperoleh informasi spasial mengenai objek penelitian melalui interpretasi pantulan radiasi elektromagnetik dari permukaan bumi. Sebagai teknik analisis yang memanfaatkan pancaran radiasi untuk mengidentifikasi perubahan tutupan vegetasi, tersedia berbagai jenis citra multispektral yang dapat diakses dengan mudah, seperti Landsat, Sentinel, MODIS, AVHRR, IKONOS, MERIS, QuickBird, RapidEye, SPOT, dan Worldview-2 (Almalki dkk., 2022).

Teknologi penginderaan jauh mutakhir mempermudah berbagai pihak dalam memperoleh, mengelola, dan memantau kondisi permukaan bumi. Informasi yang dihasilkan mencakup pemetaan sumber daya air, tutupan lahan, degradasi lahan, perencanaan kota, hingga pengelolaan daerah aliran sungai guna mendukung upaya konservasi dan pembangunan berkelanjutan (Manetu, Mironga, & Ondiko, 2022; Sharma & Sharma, 2019). Dalam studi klasifikasi vegetasi, baik terkait identifikasi spesies maupun perubahan kondisinya, teknik analisis yang umum digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Supervised Classification* (Zhou, 2023).

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan teknik penginderaan jauh yang digunakan untuk mengidentifikasi indeks kehijauan vegetasi berdasarkan perbedaan tingkat refleksi cahaya pada berbagai permukaan (Sinaga, Suprayogi, & Haniah, 2018). Teknik ini menjadi instrumen penilaian sederhana untuk mengevaluasi tutupan vegetasi dengan memanfaatkan dua pita spektral, yaitu *Near Infrared* (NIR) dan cahaya merah tampak (*Red*) (Patil dkk., 2024). Nilai NDVI memiliki rentang antara -1 hingga 1 (Sahebjalal & Dashtekian, 2013; Barros, Farias, & Marinho, 2020; Adiguna & Agista, 2023; Patil dkk., 2024). Hasil analisis NDVI memberikan informasi mengenai tingkat kesehatan, kehijauan, dan kerapatan vegetasi secara efisien, serta dapat diandalkan sebagai indikator kondisi vegetasi berdasarkan karakteristik iklim tertentu (Loukili, Laamrani, El-Ghorfi, El-Moutak, & Ghafiri, 2025; Patil dkk., 2024).

Supervised Classification merupakan teknik klasifikasi terarah yang menggunakan kriteria pengelompokan kelas berdasarkan ciri spektral tertentu (*class signature*) melalui penentuan area pelatihan (*training area*) (Almalki dkk., 2022; Mansourmoghaddam dkk., 2022). Keunggulan utama teknik ini terletak pada kontrol peneliti dalam menentukan tingkat akurasi kelas melalui pemilihan *training area*. Namun, teknik ini memiliki keterbatasan, seperti risiko interpretasi yang subjektif, pemilihan *training area* yang kurang representatif terhadap seluruh objek, serta potensi adanya kelas spektral yang tidak teridentifikasi. Salah satu metode dalam teknik ini adalah *Maximum Likelihood*, yang diketahui memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan metode klasifikasi terarah lainnya (Septiani, Citra, & Nugraha, 2019; Almalki dkk., 2022; Mansourmoghaddam dkk., 2022).

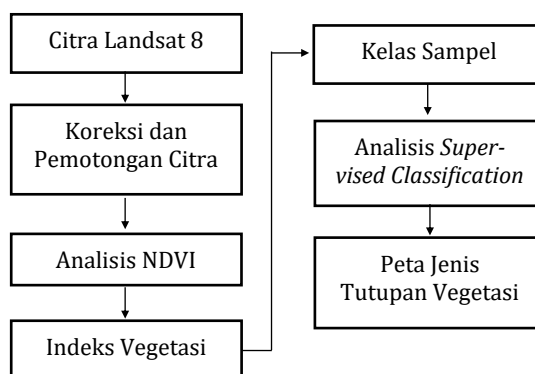
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan peruntukan industri di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, yang mencakup empat perusahaan industri, yaitu PT. Otsuka Indonesia, PT. Molindo Raya Industrial, PT. Randi Cones Indonesia, dan PT. Molindo Inti Gas. Tahapan penelitian dimulai dengan studi pustaka untuk menentukan teknik analisis yang tepat dalam mengidentifikasi jenis tutupan vegetasi. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data berupa citra satelit Landsat 8 yang diunduh melalui situs <https://earthexplorer.usgs.gov>.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif melalui interpretasi citra Landsat 8, yang mencakup analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Supervised Classification* untuk menentukan karakteristik Ruang Terbuka Hijau (RTH) di lokasi penelitian. Analisis NDVI dilakukan untuk memperoleh nilai indeks vegetasi guna mengklasifikasikan jenis vegetasi pada RTH menggunakan band 5 (NIR) dan band 4 (Red) dari citra Landsat 8. Klasifikasi nilai NDVI dibagi menjadi empat kategori, yaitu nonvegetasi atau lahan terbangun (nilai <0,2), rumput (nilai 0,2–0,4), semak (nilai 0,4–0,6), dan pohon (nilai >0,6) (Samsuri, Zaitunah., & Rajagukguk, 2021). Mengingat adanya keterbatasan akses untuk melakukan verifikasi lapangan secara langsung (*ground truth check*) di dalam kawasan industri, validasi klasifikasi NDVI dilakukan secara visual dengan membandingkan hasil kelas NDVI terhadap kenampakan tutupan lahan pada citra satelit *Google Earth*. Seluruh rangkaian analisis ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.6. Adapun rumus yang digunakan dalam analisis NDVI adalah sebagai berikut:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \dots\dots\dots(1)$$

Setelah memperoleh hasil analisis NDVI, tahapan selanjutnya adalah *Supervised Classification*. Proses ini dimulai dengan menentukan *training area*, di mana sampel yang diperoleh dari hasil analisis NDVI digunakan sebagai acuan dasar dalam mengklasifikasikan tutupan vegetasi di lokasi penelitian. Metode *supervised classification* yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma *Maximum Likelihood* yang tersedia pada perangkat lunak ArcMap 10.6. Alur tahapan analisis penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

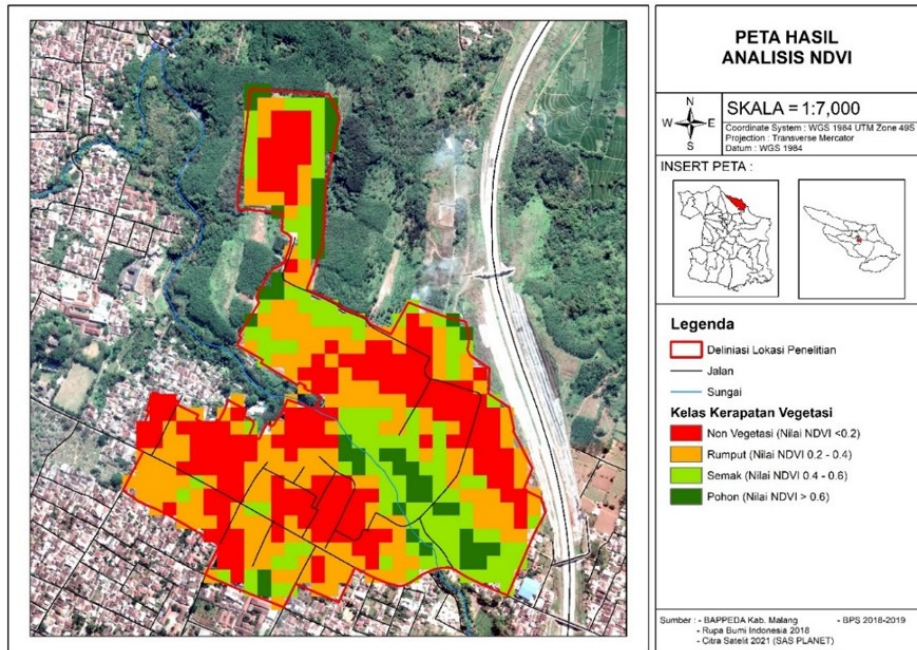


Gambar 1.
Tahapan Analisis Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

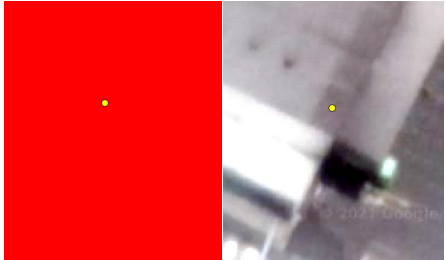
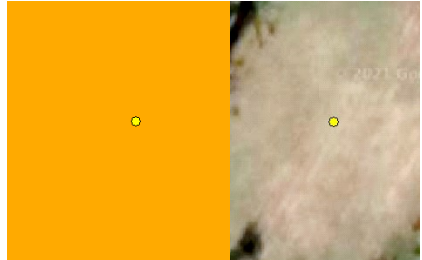


Hasil Analisis NDVI

Berdasarkan hasil analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), klasifikasi tutupan vegetasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) di lokasi penelitian terbagi menjadi empat kelas: kelas 1 dengan nilai NDVI <0,2 dikategorikan sebagai lahan terbangun; kelas 2 dengan nilai NDVI 0,2–0,4 dikategorikan sebagai vegetasi rumput; kelas 3 dengan nilai NDVI 0,4–0,6 dikategorikan sebagai vegetasi semak; dan kelas 4 dengan nilai NDVI >0,6 dikategorikan sebagai vegetasi pohon. Hasil klasifikasi ini menjadi dasar acuan dalam melakukan *supervised classification*. Visualisasi hasil klasifikasi NDVI tersebut disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2.
Peta Hasil Analisis NDVI

Tabel 1.
Klasifikasi Nilai NDVI Lokasi Penelitian

<p>1) Kelas 1 : nilai NDVI <0,2 sebagai terbangun</p> 	<p>2) Kelas 2 : nilai NDVI 0,2 – 0,4 sebagai rumput</p> 
<p>3) Kelas 3 : nilai NDVI 0,4 – 0,6 sebagai semak</p> 	<p>4) Kelas 4 : nilai NDVI > 0,6 sebagai pohon</p> 

Sumber: Pengolahan Data, 2022

Untuk memastikan akurasi klasifikasi, setiap kelas nilai NDVI divalidasi secara visual dengan membandingkannya terhadap kenampakan tutupan lahan pada citra satelit *Google Earth*, sebagaimana dirinci pada Tabel 1. Proses validasi visual ini dilakukan sebagai upaya kompensasi atas keterbatasan akses untuk melakukan verifikasi lapangan (*ground truth check*) secara langsung di dalam kawasan industri.

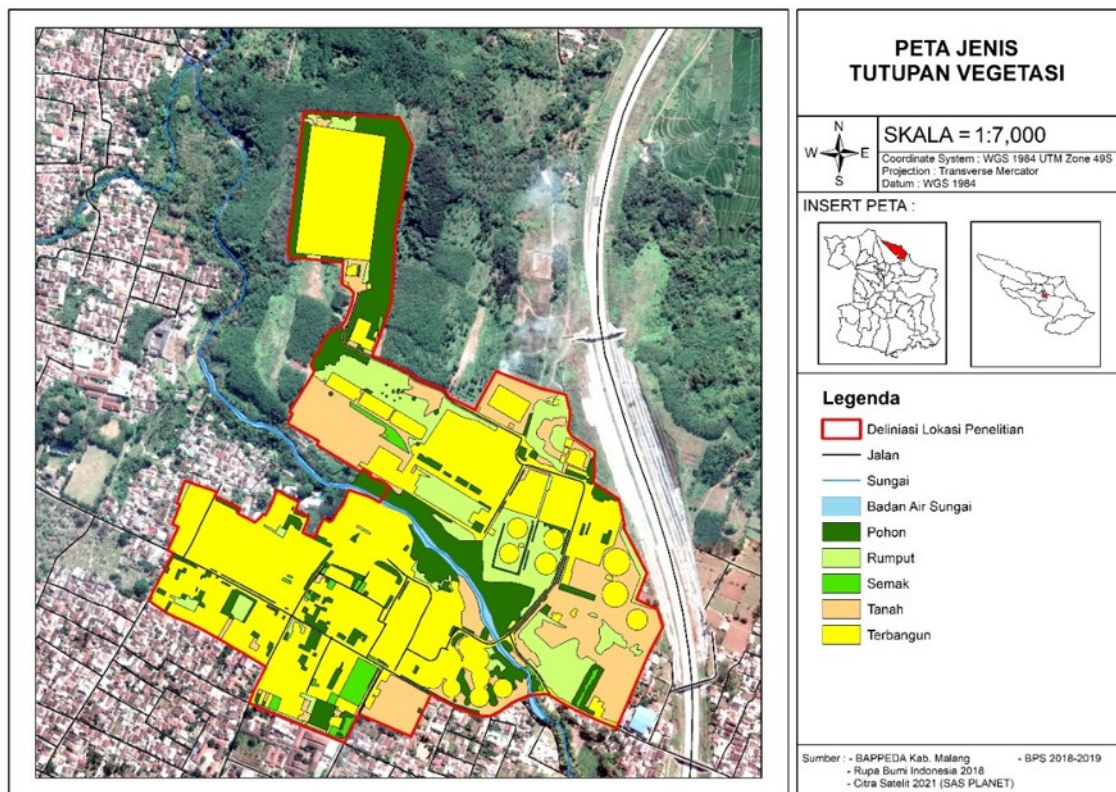
Hasil Analisis Supervised Classification

Tahapan *supervised classification* dilakukan dengan menjadikan hasil analisis NDVI sebagai dasar klasifikasi. Sampel kelas NDVI digunakan untuk menetapkan *training area* pada citra satelit *Google Earth* yang diunduh melalui *SAS Planet*, yang kemudian berfungsi sebagai referensi untuk mengklasifikasikan jenis vegetasi pada RTH di lokasi penelitian. Hasil klasifikasi menggunakan metode *supervised classification* disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2.
Luas Jenis Tutupan Vegetasi Lokasi Penelitian

No.	Jenis Tutupan Vegetasi	Luas (ha)
1.	Badan Air Sungai	0,85
2.	Pohon	7,60
3.	Rumput	5,93
4.	Semak	0,86
5.	Tanah	8,22
6.	Terbangun/non vegetasi	25,57
Total		49,03

Sumber: Pengolahan Data, 2022



Gambar 3.
Peta Jenis Tutupan Vegetasi Lokasi Penelitian

Berdasarkan komposisi tutupan vegetasi yang disajikan pada Tabel 2, jenis vegetasi pohon mendominasi kawasan industri di Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Dominasi ini mengindikasikan bahwa RTH pada kawasan industri tersebut memiliki potensi ekologis yang cukup baik, mengingat pohon berperan penting sebagai penyimpan karbon utama sekaligus pereduksi polutan udara yang paling signifikan dibandingkan jenis vegetasi lainnya (Ge dkk., 2024; Wang dkk., 2024). Namun demikian, luas tanah terbuka yang mencapai 8,22 ha (bahkan melampaui luas vegetasi pohon) menjadi perhatian kritis. Lahan terbuka tersebut tidak memberikan kontribusi ekologis yang signifikan bagi kawasan. Selain itu, proporsi semak yang sangat kecil (0,86 ha) mengindikasikan bahwa kapasitas peredaman kebisingan di kawasan industri ini masih terbatas (Lu dkk., 2024). Begitu pula dengan luas tutupan rumput (5,93 ha) yang menunjukkan bahwa fungsi pengendalian erosi serta limpasan air permukaan belum optimal (Zhang dkk., 2025). Oleh karena itu, peningkatan proporsi vegetasi, khususnya semak dan rumput, serta konversi lahan terbuka menjadi area bervegetasi, perlu menjadi pertimbangan utama dalam pengelolaan RTH kawasan industri di masa mendatang.

KESIMPULAN

Pemanfaatan teknik penginderaan jauh telah meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dalam memperoleh informasi spasial. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis tutupan vegetasi menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Supervised Classification*. Hasil analisis menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki tiga jenis vegetasi, yakni pohon seluas 7,6 hektare, semak 0,86 hektare, dan rumput 5,93 hektare. Dominasi pohon mengindikasikan potensi ekologis yang cukup baik pada RTH di kawasan industri tersebut, mengingat perannya sebagai penyimpan karbon utama sekaligus pereduksi polutan udara yang signifikan. Namun demikian, proporsi semak yang sangat kecil menunjukkan bahwa fungsi peredaman kebisingan masih terbatas. Begitu pula dengan luas tutupan rumput yang mengindikasikan bahwa fungsi pengendalian erosi dan limpasan air permukaan belum optimal.

Kombinasi kedua metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini dinilai tepat untuk studi awal yang membutuhkan informasi vegetasi detail, namun memiliki keterbatasan sumber data berupa citra satelit resolusi menengah (Landsat 8, skala 1:50.000). Penggunaan citra satelit *Google Earth* sebagai data pendukung terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas interpretasi visual.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasilnya. Pertama, resolusi spasial Landsat 8 yang terbatas menyebabkan informasi yang dihasilkan bersifat umum, sehingga klasifikasi vegetasi yang diperoleh perlu divalidasi lebih lanjut menggunakan citra dengan resolusi spasial yang lebih tinggi. Kedua, validasi lapangan (*ground truth check*) tidak dapat dilakukan secara langsung akibat keterbatasan akses ke dalam area industri, sehingga validasi hanya dilakukan secara visual melalui citra satelit *Google Earth*. Keterbatasan-keterbatasan ini menjadi landasan penting bagi pengembangan penelitian selanjutnya yang lebih mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aabeyir, R., Peprah, K., & Hackman, K.O. (2022). Spatio-temporal Pattern of Urban Vegetation in The Central Business District of the WA Municipality of Ghana. *Trees, Forests and People*, 8(100261).
- Adiguna, W. F., & Agista, D. E. (2023). Analisis Perubahan Kerapatan Vegetasi Pegunungan Kendeng Utara Kabupaten Pati Menggunakan Citra Sentinel-2A. *Jurnal Litbang*, 19(2): 113-126.
- Adekunle, O., Dennis, A., Samuel, O. I., Dayomi, M., & Ademakinwa, O. V. (2025). Evaluation of the Effectiveness of Green Roofs and Urban Vegetation in Capturing Soot and Improving Air Quality. *International Journal of Advances in Engineering and Management*, 7(7): 632-639.
- Adiguzel, F. (2023). Effects of Green Spaces on Microclimate in Sustainable Urban Planning. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 10(3): 124-131.
- Agus, F.R., & Ismail, Y. (2024). Green Open Spaces: Climate Mitigation of Climate Change in Indonesia. *Indoor Environmental Quality and Green Building*, 1(1): 49 - 55.
- Almalki, R., Khaki, M., Saco, P. M., & Rodriguez, J. F. (2022). Monitoring and mapping vegetation cover changes in arid and semi-arid areas using remote sensing technology: A review. *Remote Sensing*, 14(20), 5143. <https://doi.org/10.3390/rs14205143>

- Barros, A. S., Farias, L. M. de, & Marinho, J. L. A. (2020). Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(6), 2885–2895.
- Bolshakova, A. D., Zaznobina, N. I., & Kovaleya, T. A. (2023). The Role of Green Spaces in The Improvement of The Urban Population Health Quality (on The Example of Nizhny Novgorod). *Samara Journal of Science*, 12(1): 27 – 33. <https://doi.org/10.55355/snv2023121104>
- Gallay, I., Olah, B., Murtinova, V., & Gallayova, Z. (2023). Quantification of the Cooling Effect and Cooling Distance Urban Green Spaces Based on Their Vegetation Structure and Size as a Basis for Management Tools for Mitigating Urban Climate. *Sustainability*, 15, 3705.
- Ge, Z., Liu, L., Bai, Y., Zhang, R., Huang, X., Wang, J., & Peng, S. (2024). Carbon Stock Status of Urban Green Space in Suqian City and Carbon Sink Potential of Major Tree Species. *E3S Web of Conferences*, 561, 02030. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456102030>.
- Hamel, K., Safa, D., Toufik, M., Fouzia, M., Yacine, S.M. (2024). Evaluating the Contribution of Green Spaces to Thermal Microclimate Improvement in a Hot and Dry Context: The Case of Biskra University Campus. *South Florida Journal of Development*, 5(12): 1-12.
- Hao, Y., Song, J., & Shen, Z. (2021). Does industrial agglomeration affect the regional environment? Evidence from Chinese cities. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–16.
- Ippolitova, N. (2018). Industrial Impact on The Environment (as Exemplified by the Baikal Region and Mongolia). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 190 (012009).
- Jeevalakshmi, D., Narayana Reddy, S., & Manikiam, B. (2016). Land Cover Classification Based on NDVI Using LANDSAT 8 Time Series: A Case Study Tirupati Region. *2016 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, pp 1332-1335,
- Joga, N., Ismaun, I. (2011). *RTH 30%! Resolusi (Kota) Hijau*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Khambali, I. (2017). *Model Perencanaan Vegetasi Hutan Kota*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi.
- Kurniawan, H., & Alfian, R. (2010). Konsep Pemilihan Vegetasi Lansekap Pada Taman Lingkungan di Bunderan Waru Surabaya. *Jurnal Buana Sains* 10(2): 181-188.
- Linden, J., Gustafsson, M., Uddling, J., Watne, A., Pleijel, H. (2023). Air Pollution Removal Through Deposition on Urban Vegetation: The Importance of Vegetation Characteristics. *Urban Forestry & Urban Greening*, 81 (127843). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127843>.
- Longaris, S. O., Rogi, O. H. A dan Takumansang, E. D. (2019). Identifikasi dan Evaluasi Eksistensi Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Wenang Kota Manado. *Jurnal Spasial: Perencanaan Wilayah dan Kota* 6(3): 758 – 768.
- Loukili, I., Laamrani, A., El-Ghorfi, M., El-Moutak, S., Ghafiri, A. (2025). Monitoring Land Changes at An Open Mine Site Using Remote Sensing and Multi-Spectral Indices. *Heliyon* 11(2): e41845.
- Love, N. L. R., berkelhammer, M., Tovar, E., Romy, S., Wilson, M. D., & Nunez Mir, G. C. (2025). Not All Green is Equal: Growth Form is a Key Driver of Urban Vegetation Sensitivity to Climate Chicago. *Remote Sensing*, 17, 2919. <https://doi.org/10.3390/rs17172919>.
- Lu, J., Xiao, Y & Shao, Y. (2024). Research on the Comprehensive Noise Reduction Effectiveness of Plant Communities in Urban Green Spaces. *Landscape Architecture Frontiers*, 13(1): 076-100.
- Manetu, W.F., Mironga, J.M., Ondiko, J.H. (2022). Remote Sensing for Land Resources: A Review on Satellites, Data Availability and Applications. *Americal Joirnal of Remote Sensing* 10(2): 39 – 49.
- Mansourmoghaddam, M., Rousta, I., Ghafarian, H.R. (2022). Evaluation of The Accuracy of NDVI Index in The Preparation of Land Cover Map. *Desert*, 27(2): 329 – 341.
- Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 40 Tahun 2016 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kawasan Industri. (2016). Berita Negara Republik Indonesia.
- Patil, P. P., Jagtap, M. P., Khatri, N., Madan, H., Vadduri, A.A., & Patodia, T. (2024). Exploration and Advancement of NDDI Leveraging NDVI and NDWI in Indian Semi-Arid Regions: A Remote Sensing -Based Study. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 9 (100573).
- Phung, T. (2024). Impact of Urbanization Processes on Vegetation Cover in the Cities Over the Last Two Decades. *Agricultural Science Digest*. <https://doi.org/10.18805/ag.df-614>
- Pradani, D.P., Rahayu, M.J., dan Putri, R.A. (2017) Klasifikasi Karakteristik Dampak Industri pada Kawasan Permukiman terdampak Industri di Cemani Kabupaten Sukoharjo. *Jurnal Arsitektura*, 15 (1): 215 – 220.

- Samsuri, A., Zaitunah., & Rajagukguk, O. (2021). Analisis Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau: Pendekatan Kebutuhan Oksigen. *Jurnal Silva Tropika*, 5(1): 305 – 320.
- Sahebjalal, E., & Dashtekian, K. (2013). Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. *African Journal of Agricultural Research*, 8(37), 4614-4622.
- Saleh, B., & Warlina, L. (2017). Identifikasi Karakteristik Aglomerasi Industri Pengolahan di Cikarang Kabupaten Bekasi Tahun 2006 dan 2013. *Jurnal Wilayah dan Kota*, 04(01): 37 - 53.
- Septiani, R., Citra, I. P. A., & Nugraha, A. S. A. (2019). Perbandingan Metode Supervised Classification dan Unsupervised Classification terhadap Penutupan Lahan di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Geografi*, 16(2): 90 - 96. <https://doi.org/10.15294/jg.v16i2.19777>
- Setyowati, D.L., Hardati, P., Handoyo, E., Amin, M., Nayan, N., Hashim, M. (2022). Potentials of Green Open Spaces in Air Quality Control of Semarang City, Indonesia. *Pollution Research Paper*, 41(1): 70-77. doi: 10.53550/PR.2022.v41i01.010
- Shade, E., & Bishop, E.W. (2023). Redefining the Modern Urban Office: The Role of Gardens in Elevating Productivity and Well-Being in The Workplace. *Corporate Real Estate Journal*, 13(1): 78-88. <https://doi.org/10.69554/XOBC4537>
- Sharma, A., & Sharma, A. (2019). Remote Sensing: A Tool for Sustainable Environment. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(1): 1270 - 1276. <https://www.phytojournal.com/archives/?year=2019&vol=8&issue=1&ArticleId=6936&si=false>
- Sinaga, S. H., Suprayogi, A., & Haniah. (2018). Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dengan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* dan *Soil Adjusted Vegetation Index* Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2A (Studi Kasus: Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip* 7 (1): 202 – 211.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian. (2014). Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, pasal 29. (2007). Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Vieira, J., Matos, P., Mexia, T., Silva, P., Lopes, N., Freitas, C., Correia, O., Santos-Reis, M., Branquinho, C., Pinho, P. (2018). Green Spaces Are Not All The Same for The Provision of Air Purification and Climate Regulation Services: The Case of Urban Parks. *Environmental Research*, 160: 306-313. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.10.006>
- Wang, C., Guo, M., Jin, J., Yang, Y., Ren, Y., Wang, Y., Cao, J. (2022). Does the Spatial Pattern of Plants and Green Space Affect Air Pollutant Concentrations? Evidence from 37 Garden Cities in China. *Plants*, 11(21):2847. <https://doi.org/10.3390/plants11212847>
- Wang, X., Xiang, Y., Peng, C., Teng, M., Ma, B., Zhou, Z., & Peng, C. (2025). Impact of Tree Growth Form on Temporal and Spatial Patterns of Particulate Matter with Various Particle Sizes in Urban Street Canyons. *Landscape Ecology*, 40(5). <https://doi.org/10.1007/s10980-024-02023-7>.
- Wibowo, Y., E. Novita dan A. J. Nusbantoro. (2016). Strategi Pengembangan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Industri Jawa Timur. *Jurnal Cakrawala* 10(1): 89 –106.
- Yu, Z., Zu, J., Xu, Y., Chen, Y., & Liu, X. (2022). Spatial and Functional Organizations of Industrial Agglomerations in China's Greater Bay Area. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 49(7): 1995 – 2010. <https://doi.org/10.1177/23998083221075641>
- Zhang, M., Zhang, K., Cen, Y., Wang, P., & Xia, J. (2025). Effects of Grass Cover on the Overland Soil Erosion Mechanism Under Simulated Rainfall. *Water Resource Research*, 61. <https://doi.org/10.1029/2023WR036888>.
- Zhou, Q. (2023). Application of Remote Sensing Technologies in Environmental Monitoring and Geological Surveys. *Applied and Computational Engineering*, 3: 178 - 185.
- Zulkifli, A. (2018). *Green Industry*. Jakarta: Salemba Teknika.