

Peran Ruang Terbuka Hijau dalam Mendukung Kesehatan Lingkungan Perkotaan: Studi Kualitas Udara di Kota Kupang

Merlintry B.Yulinda Tlonaen¹, Erens Nomleni²

^{1,2} Institut Teknologi Alberth Foenay Kupang

*Penulis Korespondensi: Yulindamerlintry@gmail.com, nomlenierens@gmail.com

Abstract. Population growth and urban activities in Kupang City in recent years have increased pressure on environmental quality, particularly ambient air quality. Public Green Open Spaces (GOS) play an important ecological role as pollutant absorbers and provide healthy recreational spaces for the community. This study aims to examine the role of GOS in supporting urban environmental health through air quality studies in four Kupang city parks: Tagepe Park, Nostalgia Park, City Park, and Ina Boi Park. The study used a quantitative descriptive design with a field observational approach. Primary data were obtained through in situ measurements of PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{1.0}, formaldehyde (HCHO), TVOC, temperature, humidity, and wind speed on December 16. The results showed that the concentrations of PM_{2.5} (15–19 µg/m³) and PM₁₀ (11–23 µg/m³) in all locations were far below the National Ambient Air Quality Standards as stipulated in Government Regulation Number 22 of 2021. However, two anomalies were found: the highest PM_{1.0} concentration in the City Park (23 µg/m³) which is suspected to be sourced from motor vehicle emissions, and a very high HCHO concentration in Nostalgia Park (137 mg/m³) which indicates the presence of a specific volatile organic compound emission source. The highest wind speed constant value was recorded in the City Park (5.08), correlating with low PM₁₀ concentrations, while dense vegetation in Tagepe Park was shown to play a significant role in trapping particulates even though wind conditions tended to be stagnant. This study concluded that the effectiveness of green open space in supporting air quality is determined by the interaction between vegetation characteristics, local meteorological factors, and proximity to emission sources. These findings are expected to provide an empirical basis for more effective green space planning and management in Kupang City and other cities with dry tropical climates.

Keywords: green open space, air quality, environmental health, Kupang City, wind speed

Abstrak. Pertumbuhan penduduk dan aktivitas perkotaan di Kota Kupang dalam beberapa tahun terakhir meningkatkan tekanan terhadap kualitas lingkungan, khususnya kualitas udara ambien. Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik memiliki peran ekologis penting sebagai penyerap polutan sekaligus penyedia ruang rekreasi yang sehat bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan mengkaji peran RTH dalam mendukung kesehatan lingkungan perkotaan melalui studi kualitas udara di empat taman kota Kupang, yaitu Taman Tagepe, Taman Nostalgia, Taman Kota, dan Taman Ina Boi. Penelitian menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan pendekatan observasional lapangan. Data primer diperoleh melalui pengukuran in situ terhadap parameter PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{1.0}, formaldehida (HCHO), TVOC, suhu, kelembapan, serta kecepatan angin pada tanggal 16 Desember. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} (15–19 µg/m³) dan PM₁₀ (11–23 µg/m³) di seluruh lokasi berada jauh di bawah Baku Mutu Udara Ambien Nasional sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Meskipun demikian, ditemukan dua anomali: konsentrasi PM_{1.0} tertinggi di Taman Kota (23 µg/m³) yang diduga bersumber dari emisi kendaraan bermotor, serta konsentrasi HCHO yang sangat tinggi di Taman Nostalgia (137 mg/m³) yang mengindikasikan adanya sumber emisi senyawa organik volatil spesifik. Nilai konstanta kecepatan angin tertinggi tercatat di Taman Kota (5,08), berkorelasi dengan rendahnya konsentrasi PM₁₀, sedangkan

vegetasi padat di Taman Tagepe terbukti berperan signifikan dalam menjebak partikulat meskipun kondisi angin cenderung stagnan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efektivitas RTH dalam mendukung kualitas udara ditentukan oleh interaksi antara karakteristik vegetasi, faktor meteorologi lokal, dan kedekatan dengan sumber emisi. Temuan ini diharapkan menjadi landasan empiris bagi perencanaan dan pengelolaan RTH yang lebih efektif di Kota Kupang serta kota-kota beriklim tropis kering lainnya.

Kata kunci: *ruang terbuka hijau, kualitas udara, kesehatan lingkungan, Kota Kupang, kecepatan angin*

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk dan aktivitas perkotaan di Kota Kupang dalam beberapa tahun terakhir meningkatkan tekanan terhadap lingkungan, terutama melalui peningkatan emisi dari sektor transportasi, aktivitas komersial, dan berbagai sumber polusi lainnya (Lamdu, Koreh, & Mansari, 2015). Kondisi ini berpotensi menurunkan kualitas udara ambien dan berdampak pada kesehatan masyarakat, terutama di kawasan dengan kepadatan aktivitas tinggi dan keterbatasan ruang terbuka. Ruang Terbuka Hijau (RTH) publik seperti taman kota memegang peran strategis sebagai elemen ekologis yang mampu menyerap polutan, menurunkan suhu udara, mengatur kelembapan, dan menyediakan ruang rekreasi yang lebih sehat bagi warga kota. (Meilani & Arlysia, 2024)

Secara ekologis, vegetasi pada RTH dapat berfungsi sebagai penyaring alami polutan udara melalui mekanisme penyerapan gas pencemar melalui stomata daun serta pengebakan partikulat tersuspensi pada permukaan daun dan tajuk pohon (Xu, 2026). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kawasan dengan tutupan vegetasi lebih tinggi cenderung memiliki konsentrasi partikulat (PM_{2.5}, PM₁₀) dan polutan gas yang lebih rendah dibandingkan area terbangun di sekitarnya, sehingga berkontribusi pada penurunan risiko gangguan pernapasan dan peningkatan kenyamanan termal (Kakyarmabin, Beatrick, & Tommi, 2025). Selain itu, faktor meteorologi seperti kecepatan dan arah angin berperan penting dalam menentukan pola dispersi polutan, di mana angin yang cukup kuat dapat mengencerkan konsentrasi polutan lokal, sedangkan kondisi stagnan cenderung menyebabkan penumpukan polutan di dekat sumber emisi (Putri & Arianto, 2024).

Meskipun peran RTH dalam pengendalian polusi udara dan kesehatan lingkungan perkotaan telah banyak dikaji di berbagai kota besar, kajian yang secara spesifik menghubungkan kualitas udara, kondisi angin, dan fungsi ekologis RTH di wilayah timur Indonesia masih relatif terbatas. Kota Kupang, dengan karakter iklim tropis kering dan konfigurasi ruang kota yang khas, berpotensi memperlihatkan dinamika kualitas udara dan efektivitas RTH yang berbeda dibandingkan kota-kota lain di Indonesia. Empat taman kota utama yang dikelola Pemerintah Kota Kupang—Taman Tagepe, Taman Nostalgia, Taman Kota, dan Taman Ina Boi—merupakan RTH publik yang sering dimanfaatkan masyarakat untuk rekreasi dan aktivitas sosial, sehingga kondisi kualitas udara di lokasi-lokasi ini menjadi penting untuk dikaji dalam perspektif kesehatan lingkungan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji peran ruang terbuka hijau dalam mendukung kesehatan lingkungan perkotaan melalui studi kualitas udara di Kota Kupang. Secara khusus, tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis kualitas udara di empat taman kota Kupang berdasarkan parameter PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{1.0}, formaldehida (HCHO), TVOC, suhu, dan kelembapan, (2) mengidentifikasi karakteristik kecepatan angin di masing-masing taman, serta (3) mengevaluasi keterkaitan antara kondisi kualitas udara dan karakteristik RTH sebagai dasar penilaian peran RTH terhadap kesehatan lingkungan perkotaan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan ilmu lingkungan perkotaan serta menjadi masukan bagi perencanaan dan pengelolaan RTH yang lebih efektif dalam mendukung kualitas udara dan kesehatan masyarakat di Kota Kupang

2. KAJIAN TEORITIS

1. Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan

1.1 Definisi dan Konsep RTH

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan area memanjang atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, sebagai tempat tumbuhnya tanaman baik secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Dalam konteks perkotaan, RTH mencakup taman kota, hutan kota, jalur hijau, dan sempadan sungai yang dikelola untuk kepentingan ekologis dan sosial masyarakat (Peraturan Menteri PU No. 5 Tahun 2008).

Ruang Terbuka Hijau didefinisikan sebagai area terbuka, baik berupa jalur memanjang maupun kelompok, yang menjadi media pertumbuhan vegetasi, baik yang tumbuh secara alami maupun yang dibudidayakan. Dalam konteks perkotaan, RTH mencakup bentuk-bentuk seperti taman kota, hutan kota, jalur hijau, dan sempadan sungai yang dikelola secara sistematis untuk mendukung fungsi ekologis serta memfasilitasi kebutuhan sosial masyarakat (Oktavia, Heldayani, & Sukmaniar, 2025)

Keberadaan infrastruktur hijau ini juga berfungsi sebagai penyeimbang antara lingkungan binaan dan alami, yang sangat krusial dalam menciptakan tata ruang kota yang berkelanjutan (Lay, Johannis, & Mata, 2023) Mandat penyediaan Ruang Terbuka Hijau minimal sebesar 30% dari total luas wilayah perkotaan, yang mencakup proporsi 20% untuk RTH publik dan 10% untuk RTH privat, telah ditetapkan melalui Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Ketentuan legislatif ini merefleksikan pengakuan pemerintah terhadap urgensi RTH sebagai elemen fundamental dalam menjaga keberlanjutan ekosistem perkotaan (Indriani & Suciyani, 2023)

1.2 Fungsi Ekologis RTH

RTH memiliki berbagai fungsi ekologis yang esensial bagi kehidupan perkotaan. Secara ekologis, vegetasi pada RTH berperan sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂) melalui proses fotosintesis, pengatur siklus hidrologi melalui evapotranspirasi, penjaga keseimbangan iklim mikro, serta penyaring polutan udara (Meilani & Arlysia, 2024).

Vegetasi mampu menyerap gas-gas pencemar melalui stomata daun dan menjebak partikel tersuspensi pada permukaan daun dan tajuk pohon, sehingga berkontribusi nyata dalam penurunan konsentrasi polutan udara ambien.

Selain fungsi purifikasi udara, RTH juga berperan dalam menurunkan suhu udara (efek pendinginan evaporatif), meningkatkan kelembapan relatif, dan mengurangi efek pulau panas perkotaan (urban heat island). Fungsi-fungsi ini sangat penting di kota-kota tropis seperti Kupang yang mengalami tekanan panas dan kekeringan yang tinggi sepanjang tahun (Balqis, Koesoemawati, & Listyawati, 2025).

2. Kualitas Udara Perkotaan

2.1 Polutan Udara Partikulat (PM_{2.5}, PM₁₀, PM_{1.0})

Polutan partikulat merupakan salah satu parameter kunci dalam penilaian kualitas udara ambien. Partikel tersuspensi diklasifikasikan berdasarkan ukuran aerodinamiknya: PM₁₀ merujuk pada partikel berdiameter $\leq 10 \mu\text{m}$, PM_{2.5} merujuk pada partikel berdiameter $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (partikel halus), dan PM_{1.0} merujuk pada partikel berdiameter $\leq 1 \mu\text{m}$ (partikel ultrafine). Semakin kecil ukuran partikel, semakin dalam kemampuan penetrasinya ke dalam saluran pernapasan manusia (Purba, Irawan, Suharwanto, Kristanto, & Utami, 2024).

Paparan jangka panjang terhadap PM_{2.5} dan PM₁₀ dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit pernapasan, kardiovaskular, dan bahkan kematian dini. WHO menetapkan batas tahunan PM_{2.5} sebesar $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM₁₀ sebesar $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Wellid, et al., 2024), sedangkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 menetapkan baku mutu PM_{2.5} harian sebesar $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM₁₀ harian sebesar $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk udara ambien nasional Indonesia.

PM_{1.0} atau partikel ultrafine mendapat perhatian khusus karena kemampuannya menembus alveoler paru-paru dan bahkan memasuki aliran darah. Sumber utama PM_{1.0} di perkotaan meliputi emisi kendaraan bermotor (terutama mesin diesel), pembakaran bahan bakar fosil, dan proses pembakaran lainnya. Meskipun belum memiliki baku mutu tersendiri di Indonesia, keberadaannya sebagai indikator emisi kendaraan perlu diwaspadai (Nugroho, Wirayudatama, Mugisidi, & Fikri, 2025).

2.2 Formaldehida (HCHO) dan TVOC

Formaldehida (HCHO) merupakan senyawa organik volatil (VOC) yang bersifat karsinogenik dan telah diklasifikasikan sebagai karsinogen Grup 1 oleh International Agency for Research on Cancer (Xiong, Du, & Huang, 2024). Paparan HCHO dapat menyebabkan iritasi pada mata, hidung, dan tenggorokan, serta meningkatkan risiko leukemia dan kanker nasofaring pada paparan jangka panjang. Sumber utama HCHO di lingkungan perkotaan meliputi emisi kendaraan bermotor, industri, bahan bangunan, dan proses oksidasi fotokimia senyawa organik volatil lainnya.

Total Volatile Organic Compounds (TVOC) merupakan ukuran agregat dari berbagai senyawa organik yang mudah menguap pada suhu ruang. TVOC berperan sebagai prekursor pembentukan ozon troposfer dan partikel sekunder melalui reaksi fotokimia di atmosfer. Nilai TVOC yang tinggi di kawasan perkotaan umumnya berhubungan dengan kepadatan lalu lintas, kegiatan industri, dan penggunaan produk berbahan kimia (Singh, et al., 2024).

3. Peran Vegetasi RTH dalam Reduksi Polutan Udara

3.1 Mekanisme Penyerapan dan Penjebakan Polutan

Vegetasi pada RTH memiliki kapasitas alami untuk mereduksi konsentrasi polutan udara melalui dua mekanisme utama: (1) penyerapan gas pencemar melalui pembukaan stomata daun (dry deposition), dan (2) penjebakan partikel tersuspensi pada permukaan daun dan tajuk pohon. Mekanisme pertama berlaku terutama untuk gas-gas seperti SO₂, NO₂, O₃, dan HCHO, sedangkan mekanisme kedua efektif dalam mengurangi PM₁₀ dan PM_{2.5} (Joshi, Gupta, Mangla, & Chowdhuri, 2023).

Efektivitas penjebakan partikel oleh vegetasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis dan morfologi daun, luas area daun (Wróblewska & Jeong, 2021), kecepatan dan arah angin, serta ukuran dan muatan listrik partikel. Pohon berdaun lebar dan berbulu memiliki kemampuan jebak partikel yang lebih tinggi dibandingkan pohon berdaun sempit (Chen, Yu, Bi, & Fu, 2017). Pada kawasan dengan vegetasi padat, konsentrasi PM_{2.5} dapat turun secara signifikan dibandingkan kawasan terbangun tanpa tutupan vegetasi.

3.2 Pengaruh Kerapatan dan Komposisi Vegetasi

Berbagai penelitian menunjukkan korelasi positif antara kerapatan vegetasi (densitas tajuk) dengan efektivitas reduksi polutan. Kawasan RTH dengan tutupan kanopi tinggi dan komposisi pohon yang beragam menunjukkan kemampuan lebih besar dalam menyerap polutan dibandingkan area dengan vegetasi jarang (Wulandari, Rifardi, Rasyad, & Yusmarini, 2017). Pohon-pohon tinggi berdaun lebat seperti trembesi (*Samanea saman*), mahoni (*Swietenia mahagoni*), dan angkana (*Pterocarpus indicus*) sering direkomendasikan sebagai pohon penyerap polutan yang efektif di kawasan tropis.

Dalam konteks Kota Kupang yang beriklim tropis kering, pemilihan spesies pohon yang tahan kekeringan dan tetap efektif menyerap polutan menjadi tantangan tersendiri. Vegetasi padat yang dijumpai di Taman Tajepe, misalnya, diduga memberikan kontribusi signifikan dalam menjaga rendahnya konsentrasi partikulat meskipun kondisi pergerakan angin di lokasi tersebut relatif stagnan.

4. Faktor Meteorologi dan Dispersi Polutan

4.1 Peran Kecepatan Angin dalam Dispersi Polutan

Kecepatan dan arah angin merupakan faktor meteorologi yang paling berpengaruh terhadap pola distribusi dan konsentrasi polutan udara di perkotaan. Angin yang bergerak dengan kecepatan memadai mampu mengencerkan polutan melalui proses adveksi dan turbulensi, sehingga konsentrasi polutan di dekat sumber emisi berkurang secara signifikan. Sebaliknya, kondisi atmosfer stagnan (angin lemah atau tenang) cenderung menyebabkan akumulasi polutan, terutama pada malam hari atau pagi hari sebelum matahari memanaskan lapisan permukaan (Regia, Bachtiar, & Solihin, 2021), yang menyebabkan pembentukan lapisan inversi suhu.

Model dispersi polutan (seperti Gaussian plume model) menggambarkan hubungan terbalik antara kecepatan angin dan konsentrasi polutan: semakin tinggi kecepatan angin, semakin rendah konsentrasi polutan pada jarak tertentu dari sumber emisi. Studi di berbagai kota menunjukkan bahwa kawasan dengan topografi yang memungkinkan aliran angin bebas—seperti area terbuka tanpa penghalang bangunan tinggi—cenderung memiliki kualitas udara lebih baik dibandingkan kawasan lembah atau gang sempit (Sulistiani, & Partama, 2021).

4.2 Suhu, Kelembapan, dan Iklim Mikro

Suhu udara dan kelembapan relatif juga berperan dalam menentukan kondisi kualitas udara di RTH. Pada suhu tinggi, laju reaksi fotokimia pembentukan ozon dan partikel sekunder meningkat, sedangkan kelembapan tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan partikel higroskopis (proses kondensasi). RTH secara tidak langsung berkontribusi pada perbaikan kualitas udara melalui efek pendinginan dan peningkatan kelembapan yang dihasilkan oleh proses evapotranspirasi vegetasi (Siregar, Lubis, & Muhajir, 2020).

Di kawasan perkotaan tropis seperti Kupang, suhu udara yang tinggi (38°C di Taman Tagepe berdasarkan data penelitian) dapat mempercepat penguapan zat-zat volatil dan meningkatkan pembentukan polutan sekunder. Sebaliknya, keberadaan vegetasi yang rindang di RTH dapat menciptakan iklim mikro yang lebih sejuk dan nyaman, yang pada gilirannya berkontribusi pada penurunan konsentrasi beberapa jenis polutan (Abidin, et al., 2023).

5. Kesehatan Lingkungan Perkotaan dan RTH

5.1 Dampak Kualitas Udara terhadap Kesehatan Masyarakat

Pencemaran udara merupakan salah satu faktor risiko lingkungan terbesar bagi kesehatan masyarakat perkotaan. WHO memperkirakan bahwa setiap tahunnya sekitar 7 juta kematian prematur di dunia terkait dengan paparan polusi udara, baik indoor maupun outdoor (Buana & Harahap, 2022). Di Indonesia, polusi udara telah menjadi perhatian

serius di berbagai kota besar akibat pertumbuhan kendaraan bermotor yang pesat dan aktivitas industri yang terus meningkat.

Paparan PM2.5 dalam jangka panjang berkaitan erat dengan peningkatan insidensi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), asma, kanker paru-paru, dan penyakit jantung koroner. Kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, ibu hamil, dan penderita penyakit kronis memiliki risiko lebih tinggi mengalami dampak negatif dari paparan polutan udara. RTH yang berfungsi baik dapat menjadi zona perlindungan ekologis yang mengurangi beban paparan polutan bagi warga yang beraktivitas di dalamnya (Bethary, et al., 2025).

5.2 RTH sebagai Infrastruktur Ekologis Kesehatan

Konsep RTH sebagai infrastruktur ekologis kesehatan telah berkembang dalam beberapa dekade terakhir, seiring dengan meningkatnya pemahaman tentang hubungan antara kualitas lingkungan dan kesehatan manusia. RTH tidak hanya memberikan manfaat langsung melalui perbaikan kualitas udara, tetapi juga manfaat tidak langsung melalui penyediaan ruang rekreasi, peningkatan aktivitas fisik, pengurangan stres, dan peningkatan kesehatan mental (Rahaman, Kalam, & Al-Mamun, 2023)

Pendekatan 'green health infrastructure' semakin banyak diadopsi dalam perencanaan kota modern, di mana taman kota, koridor hijau, dan hutan kota dirancang secara terintegrasi sebagai sistem pendukung kesehatan lingkungan. Di kota-kota tropis berkembang seperti Kupang, pengembangan dan optimasi RTH menjadi salah satu strategi kunci dalam adaptasi perubahan iklim sekaligus peningkatan kualitas hidup masyarakat perkotaan. Selain itu, keberadaan hutan kota yang terintegrasi secara strategis mampu menekan efek *urban heat island* dan mereduksi polusi udara, yang secara substansial meningkatkan kualitas hidup penduduk perkotaan (Fadhilah, 2024)

6. Penelitian Terdahulu yang Relevan

6.1 Studi RTH dan Kualitas Udara di Indonesia

Sejumlah penelitian di kota-kota besar Indonesia telah mengkaji hubungan antara keberadaan RTH dan kualitas udara. Penelitian di Jakarta menunjukkan bahwa kawasan dengan tutupan vegetasi lebih tinggi memiliki konsentrasi PM2.5 yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan kawasan komersial dan industri ([Ramdhan et al., 2024](#)). Di Surabaya, studi mengenai hutan kota menemukan bahwa zona dengan kerapatan pohon tinggi mampu menurunkan konsentrasi partikulat hingga 30% dibandingkan kawasan terbangun di sekitarnya.

Penelitian di kota-kota Indonesia bagian timur, termasuk Nusa Tenggara Timur (NTT), masih relatif terbatas. Kondisi iklim tropis kering yang berbeda dari iklim tropis basah di Jawa dan Kalimantan menciptakan dinamika kualitas udara dan efektivitas vegetasi yang berbeda pula. Oleh karena itu, kajian spesifik mengenai RTH di Kota Kupang memberikan kontribusi penting untuk melengkapi basis pengetahuan nasional

mengenai peran RTH dalam mendukung kualitas udara di berbagai konteks iklim di Indonesia.

6.2 Studi RTH dan Kualitas Udara di Kawasan Tropis

Di tingkat internasional, berbagai penelitian di kawasan tropis Asia Tenggara dan Afrika Selatan menunjukkan bahwa RTH berkontribusi positif dalam perbaikan kualitas udara perkotaan. Studi di Bangkok, Thailand, menemukan bahwa taman kota dengan kepadatan vegetasi tinggi dapat menurunkan suhu udara sekitar 1,5–3°C dan mengurangi konsentrasi PM10 secara signifikan dibandingkan kawasan tanpa vegetasi di sekitarnya (Thaiutsa et al., 2008).

Penelitian di Singapura, yang memiliki iklim tropis basah dengan curah hujan tinggi, menunjukkan bahwa kombinasi angin laut dan tutupan vegetasi perkotaan yang tinggi berkontribusi pada kualitas udara yang relatif lebih baik dibandingkan kota-kota tetangga. Temuan ini menegaskan bahwa efektivitas RTH dalam mendukung kualitas udara tidak dapat dipisahkan dari konteks meteorologi lokal, termasuk pola angin, suhu, dan kelembapan yang khas di setiap wilayah (Tan et al., 2009).

3. METODE PENELITIAN

Desain dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan pendekatan observasional lapangan. Desain tersebut dipilih untuk memberikan gambaran objektif dan terukur mengenai kondisi kualitas udara serta karakteristik meteorologi pada ruang terbuka hijau (RTH) publik di Kota Kupang. Data yang digunakan seluruhnya merupakan data primer yang diperoleh melalui pengukuran in situ secara langsung di lokasi penelitian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di empat taman kota yang berstatus RTH publik dan dikelola oleh Pemerintah Kota Kupang, yaitu Taman Tagepe, Taman Nostalgia, Taman Kota, dan Taman Ina Boi. Keempat lokasi tersebut dipilih secara purposif berdasarkan representativitasnya sebagai ruang terbuka hijau yang aktif dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan rekreasi dan aktivitas sosial. Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 16 Desember dalam satu sesi pengukuran lapangan.

Teknik Pengambilan Sampel

Pada setiap lokasi taman, ditetapkan beberapa titik pengukuran yang dipilih secara representatif dengan mempertimbangkan tiga kriteria utama, yaitu: (1) keterwakilan ruang terhadap area aktivitas utama pengunjung; (2) kedekatan dengan sumber emisi potensial, seperti ruas jalan raya dan parkir kendaraan; serta (3) variasi kondisi vegetasi, meliputi kepadatan tajuk dan sebaran tanaman. Pada setiap titik pengukuran, pengambilan data dilakukan selama ± 30 menit untuk menghasilkan nilai maksimum,

minimum, dan rata-rata yang merepresentasikan kondisi kualitas udara dan kecepatan angin selama periode observasi.

Parameter dan Instrumen Pengukuran

Parameter kualitas udara yang diukur mencakup konsentrasi partikulat PM_{2.5}, PM₁₀, dan PM_{1.0} (dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$), konsentrasi formaldehida atau HCHO (dalam satuan mg/m^3 atau $\mu\text{g}/\text{m}^3$), total volatile organic compounds (TVOC, dalam satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$), suhu udara ($^{\circ}\text{C}$), serta kelembapan relatif (%). Seluruh parameter tersebut diukur menggunakan air quality monitor portabel yang mampu merekam konsentrasi polutan secara real time. Kecepatan angin diukur menggunakan environmental meter atau anemometer, yang menghasilkan nilai maksimum, minimum, rata-rata, serta nilai konstanta (konst) sebagai indikator stabilitas dan karakteristik pola aliran udara di masing-masing lokasi.

Analisis Data

Data hasil pengukuran ditabulasi dan disajikan secara komparatif antar keempat lokasi taman. Analisis dilakukan secara deskriptif melalui dua pendekatan utama. Pertama, konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ dibandingkan dengan Baku Mutu Udara Ambien Nasional (BMUAN) berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, dengan nilai ambang batas harian PM_{2.5} sebesar $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM₁₀ sebesar $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kedua, dilakukan analisis kualitatif terhadap hubungan antara nilai konstanta kecepatan angin dan konsentrasi polutan guna mengkaji peran faktor meteorologi dan vegetasi RTH dalam mendukung proses dispersi serta reduksi polutan di lingkungan perkotaan. Anomali parameter, termasuk tingginya konsentrasi PM_{1.0} di Taman Kota dan HCHO di Taman Nostalgia, diidentifikasi dan diinterpretasikan dalam konteks potensi sumber emisi spesifik di sekitar lokasi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Udara pada Empat Taman Kota Kupang

Hasil pengukuran kualitas udara di empat taman kota Kupang disajikan pada Tabel 1. Secara keseluruhan, konsentrasi PM_{2.5} dan PM₁₀ di seluruh lokasi penelitian berada pada kisaran yang relatif rendah dan jauh di bawah baku mutu udara ambien nasional, yaitu masing-masing $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PP No. 22 Tahun 2021). Nilai PM_{2.5} berkisar antara $15\text{--}19 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sedangkan PM₁₀ berkisar antara $11\text{--}23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sehingga kualitas udara partikulat di seluruh RTH yang dikaji dapat dikategorikan baik dan mendukung aktivitas rekreasi masyarakat.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kualitas Udara di Taman Kota Kupang

Lokasi Taman	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM1.0 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	HCHO	TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan (%)
Taman Tagepe	18	19	10	71 mg/m^3	-	38	48
Taman Nostalgia	15	18	10	137 mg/m^3	-	28	47
Taman Kota	19	11	23	0,043 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,173 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	69
Taman Ina Boi	16	23	12	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	32	56
Baku Mutu*	55	75	-	< 0,1 mg/m^3	-	-	-

**Baku Mutu berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 (rata-rata 24 jam); tanda (-) berarti tidak tersedia baku mutu atau data tidak terukur.*

Taman Kota menunjukkan nilai PM10 terendah di antara seluruh lokasi, yaitu 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, namun sebaliknya mencatatkan konsentrasi PM1.0 tertinggi sebesar 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pola ini mengindikasikan dominasi partikel berukuran sangat halus (ultrafine) yang berpotensi bersumber dari emisi kendaraan bermotor yang melintas di sekitar taman. Taman Ina Boi mencatatkan konsentrasi PM10 tertinggi (23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), meskipun nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan.

Konsentrasi formaldehida (HCHO) menunjukkan variasi yang cukup mencolok antar lokasi. Taman Nostalgia mencatatkan nilai HCHO tertinggi sebesar 137 mg/m^3 , diikuti Taman Tagepe sebesar 71 mg/m^3 . Sebaliknya, Taman Kota menunjukkan nilai HCHO yang jauh lebih rendah (0,043 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Perlu dicatat bahwa perbedaan satuan yang digunakan (mg/m^3 dan $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mengindikasikan kemungkinan ketidakseragaman instrumen atau kesalahan pencatatan yang memerlukan verifikasi lebih lanjut. Meskipun demikian, secara kualitatif pola tersebut menunjukkan adanya potensi sumber emisi formaldehida yang spesifik di sekitar Taman Nostalgia dan Taman Tagepe. Kondisi iklim mikro antar taman juga bervariasi: suhu udara tertinggi terukur di Taman Tagepe (38 $^{\circ}\text{C}$), sedangkan kelembapan relatif berkisar antara 47–69%, dengan nilai tertinggi dijumpai di Taman Kota (69%).

Karakteristik Kecepatan Angin

Karakteristik kecepatan angin di masing-masing taman disajikan pada Tabel 2. Nilai konstanta kecepatan angin digunakan sebagai indikator relatif pola stabilitas aliran udara di setiap lokasi, mengingat data kecepatan angin aktual pada beberapa taman belum sepenuhnya tersedia dalam satuan yang terstandar.

Tabel 2. Karakteristik Kecepatan Angin di Taman Kota Kupang

Lokasi Taman	Maks. (m/s)	Min. (m/s)	Rata-rata (m/s)	Konstanta	Interpretasi Pola Angin
Taman Tagepe	3,60	36,5*	36,2*	1,24	Cenderung stagnan
Taman Nostalgia	-	-	-	-	Data tidak lengkap
Taman Kota	3,3*	3,3*	3,3*	5,08	Aktif/turbulen
Taman Ina Boi	3,5*	3,5*	3,6*	2,56	Sedang

**Data kecepatan angin aktual memerlukan verifikasi satuan; nilai konstanta digunakan sebagai indikator relatif pola aliran udara antar lokasi.*

Taman Kota memiliki nilai konstanta tertinggi (5,08), yang mengindikasikan pola aliran udara yang lebih aktif dan turbulen dibandingkan ketiga taman lainnya. Kondisi ini berkorelasi dengan rendahnya konsentrasi PM10 ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$) di lokasi tersebut, yang konsisten dengan teori dispersi polutan bahwa turbulensi angin yang tinggi mendorong pengenceran partikulat secara lebih efektif. Sebaliknya, Taman Tagepe mencatatkan nilai konstanta terendah (1,24), yang menggambarkan kondisi aliran udara yang cenderung stagnan. Meskipun demikian, konsentrasi PM2.5 dan PM10 di Taman Tagepe tetap berada pada kisaran rendah, yang mengisyaratkan bahwa peran vegetasi padat di lokasi tersebut cukup signifikan dalam menjebak partikulat secara mekanis, meskipun dukungan dispersi oleh angin relatif terbatas. Taman Ina Boi memiliki nilai konstanta menengah (2,56), yang mencerminkan kondisi angin yang cukup aktif namun tidak setinggi Taman Kota.

Pola Umum dan Temuan Utama

Secara umum, seluruh lokasi RTH yang dikaji dalam penelitian ini menunjukkan kualitas udara partikulat (PM2.5 dan PM10) yang berada pada kategori baik berdasarkan BMUAN. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberadaan RTH di Kota Kupang berkontribusi positif dalam menyediakan lingkungan rekreasi dengan tingkat paparan partikulat yang relatif rendah bagi pengunjung.

Namun demikian, dua anomali penting ditemukan dalam penelitian ini. Pertama, konsentrasi PM_{1.0} yang relatif tinggi di Taman Kota (23 µg/m³) mengindikasikan adanya sumber emisi partikel ultrafine yang kemungkinan besar berasal dari emisi kendaraan bermotor di jalanan sekitar taman. Partikel ultrafine memiliki risiko kesehatan yang lebih besar dibandingkan PM_{2.5} dan PM₁₀ karena kemampuannya menembus hingga alveoli paru-paru. Kedua, konsentrasi HCHO yang sangat tinggi di Taman Nostalgia mengindikasikan adanya sumber emisi senyawa organik volatil (VOC) yang spesifik di sekitar taman tersebut, yang perlu diidentifikasi dan dikendalikan dalam konteks pengelolaan kesehatan lingkungan.

Kombinasi antara hasil pengukuran kualitas udara dan karakteristik kecepatan angin memperkuat kesimpulan bahwa kualitas udara di RTH perkotaan tidak hanya ditentukan oleh keberadaan vegetasi, tetapi juga dipengaruhi secara signifikan oleh faktor meteorologi lokal dan kedekatan dengan sumber emisi di lingkungan sekitarnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji peran ruang terbuka hijau (RTH) dalam mendukung kesehatan lingkungan perkotaan melalui studi kualitas udara di empat taman kota Kupang, yaitu Taman Tagepe, Taman Nostalgia, Taman Kota, dan Taman Ina Boi. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa simpulan sebagai berikut.

Pertama, kualitas udara partikulat (PM_{2.5} dan PM₁₀) di seluruh lokasi penelitian berada pada kisaran yang rendah dan jauh di bawah Baku Mutu Udara Ambien Nasional yang ditetapkan dalam PP No. 22 Tahun 2021. Kondisi ini menunjukkan bahwa taman-taman kota di Kupang secara umum menyediakan lingkungan udara yang relatif bersih dan mendukung aktivitas rekreasi masyarakat dari aspek paparan partikulat.

Kedua, ditemukan dua anomali yang memerlukan perhatian khusus dari perspektif kesehatan lingkungan. Taman Kota mencatatkan konsentrasi PM_{1.0} tertinggi (23 µg/m³) meskipun nilai PM₁₀-nya paling rendah di antara seluruh lokasi, yang mengindikasikan dominasi partikel ultrafine yang berpotensi bersumber dari emisi kendaraan bermotor di sekitar taman. Sementara itu, Taman Nostalgia menunjukkan konsentrasi formaldehida (HCHO) yang sangat tinggi, yang mengisyaratkan adanya sumber emisi senyawa organik volatil spesifik di kawasan tersebut. Kedua anomali ini menegaskan bahwa tidak semua RTH secara otomatis bebas dari risiko polutan tertentu, terutama bila berlokasi dekat dengan sumber emisi intensif.

Ketiga, variasi nilai konstanta kecepatan angin antar taman menunjukkan bahwa faktor meteorologi berperan penting dalam menentukan konsentrasi polutan di RTH. Taman Kota dengan nilai konstanta tertinggi (5,08) mencatatkan PM₁₀ terendah, yang mengindikasikan efektivitas dispersi polutan oleh aliran udara yang lebih aktif. Sebaliknya, rendahnya konsentrasi partikulat di Taman Tagepe meskipun kondisi angin

cenderung stagnan (konstanta 1,24) menunjukkan bahwa vegetasi padat berperan signifikan sebagai penyerap dan penjebak partikulat.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini menegaskan bahwa RTH di Kota Kupang berfungsi sebagai infrastruktur ekologis yang berkontribusi nyata dalam pemeliharaan kualitas udara dan peningkatan kesehatan lingkungan perkotaan. Efektivitas fungsi tersebut ditentukan oleh interaksi antara karakteristik vegetasi RTH, kondisi meteorologi lokal, dan kedekatan dengan sumber emisi di sekitar kawasan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan empiris bagi perencanaan dan pengelolaan RTH yang lebih terintegrasi di Kota Kupang dan kota-kota beriklim tropis kering lainnya.

SARAN

Berdasarkan temuan dan simpulan penelitian, dirumuskan beberapa saran sebagai berikut.

Pertama, Pemerintah Kota Kupang disarankan untuk memperkuat pengendalian sumber emisi di sekitar Taman Kota dan Taman Nostalgia, khususnya yang berpotensi menghasilkan partikel ultrafine (PM_{1.0}) dan formaldehida (HCHO). Upaya pengendalian tersebut dapat dilakukan melalui rekayasa manajemen lalu lintas, pembatasan kendaraan berbahan bakar fosil di sekitar taman, pengendalian aktivitas pembakaran terbuka, serta penerapan standar material bangunan dan fasilitas taman yang rendah emisi VOC.

Kedua, diperlukan standardisasi dan kalibrasi instrumen pemantauan kualitas udara secara berkala, terutama untuk parameter HCHO dan polutan gas lainnya, serta penyeragaman satuan pengukuran yang digunakan. Standarisasi ini penting agar data yang diperoleh dapat dibandingkan secara valid dengan baku mutu yang berlaku dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan kebijakan lingkungan yang akuntabel.

Ketiga, pengembangan dan revitalisasi RTH di Kota Kupang hendaknya memprioritaskan peningkatan kerapatan dan keragaman komposisi vegetasi, khususnya di lokasi-lokasi dengan pola aliran udara yang cenderung stagnan. Penanaman pohon-pohon berdaun lebar yang memiliki kapasitas penjebakan partikulat tinggi dan toleran terhadap kondisi iklim tropis kering akan secara langsung memperkuat fungsi RTH sebagai filter alami udara perkotaan.

Keempat, penelitian lanjutan sangat dianjurkan untuk dilaksanakan dengan cakupan pemantauan yang lebih komprehensif, mencakup periode pengukuran multihari atau multisesi (pagi, siang, sore), serta pengukuran pada musim hujan dan kemarau untuk menangkap variabilitas temporal kualitas udara. Selain itu, penambahan analisis statistik inferensial untuk mengkuantifikasi hubungan antara parameter meteorologi, karakteristik vegetasi, dan konsentrasi polutan, serta survei persepsi dan kesehatan pengunjung RTH, akan memperkuat basis ilmiah bagi pengembangan kebijakan pengelolaan RTH yang berorientasi pada kesehatan lingkungan perkotaan di Kota Kupang.

DAFTAR REFERENSI

- Purba, H. K., Irawan, A. B., Suharwanto, Kristanto, W. A., & Utami, A. (2024). Pengendalian Kualitas Udara Ambien Berdasarkan Parameter Pm 2,5 Dan Pm 10 Di Area Tambang Batubara Pt.Xxx Di Lebak Budi, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan SATU BUMI*, (pp. 199-205). Yogyakarta.
- Abidin, M. R., Umar, R., Liani, M. A., Nur, R., Atjo, A. A., Buraerah, M. F., . . . Yanti, J. (2023). Identifikasi Kemampuan Ruang Terbuka Hijau Kampus dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO₂). *Jurnal Sainsmat*, Vol.12 No.2, 104-113.
- Balqis, N. P., Koesoemawati, D. J., & Listyawati, R. N. (2025). Penentuan Lokasi Potensial Ruang Terbuka Hijau Pada Kawasan Perkotaan Banyuwangi Dalam Mengurangi Dampak Urban Heat Island. *TATALOKA*, VOL.27 NO.3. doi:10.14710/tataloka.27.3.253-266
- Bethary, R. T., Intari, D. E., Budiman, A., Wahyu, S., Yadi, Y. H., & Sudrajad, A. (2025). Mitigasi Polusi Udara Melalui Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau. *Civil Engineering for Community Development*, Vol.04 No. 01, 86-93. doi:10.62870/cecd.v4i1.32422
- Buana, I., & Harahap, D. A. (2022). ASBESTOS, RADON DAN POLUSI UDARA SEBAGAI FAKTOR RESIKO KANKER PARU PADA PEREMPUAN BUKAN PEROKOK. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, Vol.8 No.1, 1-16.
- Chen, J., Yu, X., Bi, H., & Fu, Y. (2017). Indoor simulations reveal differences among plant species in capturing particulate matter. *PLOS ONE*, 1-22. doi:10.1371/journal.pone.0177539
- Fadhilah, N. (2024). Peran Hutan Kota dalam Mengurangi Polusi Udara dan Meningkatkan Kualitas Hidup Masyarakat Perkotaan. *Jurnal Horizone*, Vol.1 No.1, 8-9. doi:10.62872/jh.v1i1.441
- Indriani, T., & Suciyani, W. O. (2023). ANALISIS KUALITAS ASET TAMAN DI KAWASAN KANTOR PEMERINTAH KABUPATEN TASIKMALAY. *Jurnal Kajian Ruang*, Vol 3 no.2. doi:10.30659/jkr.v3i2.31925
- Joshi, N., Gupta, C. K., Mangla, Y., & Chowdhuri, A. (2023). Green Plants as a Sustainable Solution to Air Pollution. *International Journal of Plant and Environment*, Vol.9 No.2, 102-112. doi:10.18811/ijpen.v9i02.02
- Kakyarmabin, A., Beatrick, M., & Tommi, T. (2025). Studi Perbandingan Tingkat Kualitas Karbon Monoksida (CO) terhadap Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan Ruang Terbuka Non Hijau (RTNH) pada Ruas Jalan Utama Abepura. *Konstruksi Publikasi Ilmu teknik erencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*. doi:10.61132/konstruksi.v3i3.939

- Lamdu, A. K.-A., Koreh, A. W., & Mansari, F. D. (2015). Strategi Penerapan Green Transportation dalam Mewujudkan Kota Hijau yang Berkelanjutan di Daerah Tertinggal, Terdepan dan Terluar (3t) . *Jurnal Ilmu Multidisplin*, 4 No.03. doi:<https://doi.org/10.38035/jim.v4i3.1146>
- Lay, Y. E., Johannis, D. E., & Mata, A. E. (2023). STUDI PEMANFAATAN FUNGSI SOSIAL RUANG TERBUKA HUJAU (RTH) DI KOTA KUPANG. *GEWANG*, VOL 5 NO.2, 135-140. doi:10.35508/gewang.v5i2.13038
- Meilani, F., & Arlysia, V. (2024). Analisis Jasa Lingkungan Ruang Terbuka Hijau Kecamatan Kajen, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. *Journal Of Social Science Research*, 4 No.03, 10748-10762. doi:10.31004/innovative.v4i3.11789
- Nugroho, A., Wirayudatama, J., Mugisidi, D., & Fikri, A. (2025). Analisa Dampak Emisi Gas Buang Pada Kualitas Udara. *Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik*, Vol 4 No.2, 58-97. doi:10.22236/metalik.v4i2.20766
- Oktavia, T., Hedayani, E., & Sukmaniar. (2025). PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) DI KOTA PALEMBANG. *Swarnabhumi*, Vol. 10, No. 1, 86-98. doi:/10.31851/h7cdzw18
- Putri, E. R., & Arianto, B. D. (2024). Perbandingan Performa Algoritma Metode Bagging dan Boosting pada Prediksi Konsentrasi PM10 di Jakarta Utara. *Jurnal Nasional Teknologi Sistem Informasi*. doi:10.25077/TEKNOSI.v10i1.2024.72-81
- Rahaman, M. A., Kalam, A., & Al-Mamun, M. (2023). Unplanned urbanization and health risks of Dhaka City in Bangladesh: uncovering the associations between urban environment and public health. *Jurnal Fronits*, 1-18. doi:10.3389/fpubh.2023.1269362