

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Ruang Terbuka Hijau

Dalam perencanaan kota yang berkelanjutan, Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan komponen penting dalam perencanaan kota berkelanjutan karena menyediakan berbagai jasa ekosistem yang mendukung kualitas hidup masyarakat perkotaan. RTH berfungsi sebagai sistem ekologis yang tidak hanya menjaga keseimbangan lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat sosial, ekonomi, dan budaya. Secara ekologis, RTH berperan dalam regulasi iklim mikro, penyerap karbon, penyaring polutan udara, serta meningkatkan infiltrasi air hujan untuk mengurangi risiko banjir (Jato-Espino et al., 2023). Selain itu, RTH juga menyediakan habitat penting bagi flora dan fauna lokal, sehingga berkontribusi pada pelestarian keanekaragaman hayati di tengah tekanan urbanisasi (Hanna et al., 2024).

Dalam konteks kebijakan, RTH dapat dibagi ke dalam dua kategori utama, yaitu Ruang Terbuka Hijau Publik (RTH-P) dan Ruang Terbuka Hijau Privat. RTH-P adalah ruang hijau yang dimiliki dan dikelola pemerintah untuk dapat diakses masyarakat secara luas, seperti taman kota, hutan kota, jalur hijau, dan area hijau di sekitar fasilitas publik. Sementara itu, RTH privat mencakup ruang hijau yang dikelola oleh individu atau institusi, seperti taman perumahan, kebun pribadi, serta area hijau di kompleks perkantoran atau industri. Di Indonesia, keberadaan RTH telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, yang menegaskan bahwa RTH-P

berfungsi sebagai ruang sosial, ekologis, dan budaya yang dapat dimanfaatkan masyarakat secara terbuka.

Ruang Terbuka Hijau Publik (RTH-P) memiliki peran sebagai ruang interaksi publik yang dapat meningkatkan kesehatan mental, memperkuat keterikatan sosial, serta mendorong aktivitas fisik masyarakat. Studi sistematis menunjukkan bahwa ruang hijau di perkotaan memiliki hubungan erat dengan peningkatan kesejahteraan manusia melalui berbagai dimensi, seperti relaksasi, kenyamanan, dan rasa kebersamaan. Konsep multifungsi RTH menjadi kunci penting, di mana satu ruang hijau mampu memenuhi berbagai kebutuhan ekologis dan sosial secara bersamaan, sehingga menjadikannya infrastruktur kota yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Lebih jauh, RTH memiliki keterkaitan erat dengan agenda *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Keberadaan RTH mendukung pencapaian *SDG 11: Sustainable Cities and Communities*, melalui penciptaan kota yang lebih layak huni dan ramah lingkungan; *SDG 13: Climate Action*, dengan perannya dalam mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon dan pengurangan efek *urban heat island*; serta *SDG 15: Life on Land*, dengan kontribusinya dalam pelestarian ekosistem darat dan keanekaragaman hayati (Revich, 2023). Dengan demikian, RTH bukan hanya elemen pelengkap estetika kota, melainkan infrastruktur hijau yang mendasar bagi keberlanjutan ekologi dan kesejahteraan masyarakat.

2.2 Peran Ruang Terbuka Hijau pada Ekologi perkotaan

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan ekologi perkotaan. Kehadirannya berfungsi sebagai infrastruktur hijau yang mampu mengurangi dampak negatif urbanisasi, seperti peningkatan suhu akibat *Urban Heat Island* (UHI), polusi udara, serta gangguan siklus hidrologi. Selain itu, RTH juga mendukung kesejahteraan masyarakat dengan menyediakan ruang rekreasi, menjaga kesehatan mental, serta menjadi sarana konservasi keanekaragaman hayati (Kabisch et al., 2021)

Salah satu fungsi utama RTH adalah mengatur iklim mikro. Vegetasi, terutama pepohonan, menurunkan suhu lokal melalui proses evapotranspirasi dan efek bayangan. Studi berbasis penginderaan jauh menunjukkan bahwa taman dengan kanopi vegetasi rapat mampu menurunkan suhu udara rata-rata sebesar 2–4 °C dibandingkan kawasan perkotaan yang minim vegetasi serta efisiensi pendinginan pohon meningkat pada hari-hari terpanas, sehingga RTH berkontribusi langsung dalam mitigasi fenomena UHI (Yang et al., 2024).

Kemudian, Ruang Terbuka Hijau berfungsi sebagai penyerap karbon dan penyaring polutan udara. Pepohonan kota secara aktif menyerap karbon dioksida (CO₂) dan berperan dalam menyaring polutan berbahaya, seperti partikulat halus (PM_{2.5} dan PM₁₀), nitrogen dioksida (NO₂), serta ozon (O₃). Menurut kajian Nowak et al. (2013), pepohonan di kawasan perkotaan Amerika Serikat menyerap lebih dari 17 juta ton

karbon per tahun dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan (Nowak et al., 2013). Temuan serupa ditunjukkan oleh Jeong et al. (2023), bahwa jalur pohon perkotaan mampu menurunkan konsentrasi PM_{2.5} secara nyata di jalan dengan lalu lintas padat (Jeong et al., 2023).

RTH juga memiliki fungsi penting dalam manajemen air perkotaan. Kawasan hijau dengan tanah bervegetasi meningkatkan infiltrasi air hujan, memperlambat aliran permukaan, serta menjaga ketersediaan air tanah. Berbagai bentuk infrastruktur hijau, seperti taman basah (*constructed wetlands*) dan atap hijau (*green roofs*), terbukti mampu meningkatkan kapasitas resapan air hingga 40% atau lebih serta berkontribusi signifikan dalam mengurangi risiko banjir di kawasan perkotaan (Sierra-Porta., 2023).

Selain itu, RTH mendukung pelestarian keanekaragaman hayati. Ruang hijau menyediakan habitat penting bagi spesies asli, seperti burung, mamalia kecil, dan serangga penyerbuk. Penelitian global oleh Aronson et al. (2014) menunjukkan bahwa ruang hijau kota masih mampu menopang sekitar 20% spesies burung dan 5% spesies tumbuhan asli, menegaskan pentingnya keterhubungan ekologis untuk mencegah perpecahan habitat (Aronson et al., 2014).

2.3 Ekologi Ruang Terbuka Hijau

2.3.1 Definisi Ekologi

Ekologi ruang terbuka hijau (RTH) mengacu pada keterkaitan antara komponen biologis (vegetasi, hewan, mikroorganisme) dan abiotik (tanah, air, udara, cahaya) dalam suatu sistem lingkungan terbuka yang secara dominan memiliki unsur vegetatif dan berfungsi menjaga keseimbangan ekosistem kota (Charlie M. Shackleton et al., 2021). RTH berperan bukan hanya sebagai penyangga ekologis, melainkan juga sebagai infrastruktur lingkungan yang menyediakan jasa ekosistem penting, seperti perbaikan kualitas udara, peresapan air, dan dukungan habitat keanekaragaman hayati.

Dalam konteks ekologi perkotaan, RTH dipandang sebagai sistem yang menopang keberlanjutan kota melalui mitigasi polusi, pemeliharaan keseimbangan lingkungan, serta pelestarian biodiversitas. Selain itu, ruang ini juga berfungsi sosial sebagai wadah interaksi manusia dengan alam yang meningkatkan keterikatan sosial dan kesejahteraan psikologis masyarakat (Kabisch et al., 2017)

Secara umum, ekologi perkotaan dapat didefinisikan sebagai studi tentang ekosistem yang berada dalam wilayah perkotaan dan bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan di dalamnya. Konsep ini menyoroti hubungan timbal balik antara aktivitas manusia, infrastruktur kota, dan ekosistem alami dalam membentuk lingkungan perkotaan yang dinamis dan adaptif (Alberti, 2016).

2.3.2 Fungsi Ekologi Ruang Terbuka Hijau

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan ekologi perkotaan dan merupakan komponen penting dari infrastruktur hijau kota. Salah satu fungsi utamanya adalah mengatur iklim mikro. Vegetasi, terutama pepohonan dengan kanopi rapat, mampu menurunkan suhu udara melalui dua mekanisme utama, yaitu efek bayangan (*shading effect*) dan proses evapotranspirasi. Efek bayangan menurunkan suhu permukaan dengan mengurangi paparan radiasi matahari langsung, sedangkan evapotranspirasi melepaskan uap air yang membantu menyejukkan udara sekitar. Taman kota dengan kepadatan vegetasi tinggi dapat menurunkan suhu udara 2–4°C dibandingkan dengan wilayah perkotaan padat tanpa vegetasi. Fungsi ini sangat penting dalam mitigasi fenomena *Urban Heat Island (UHI)* yang umum terjadi pada kawasan metropolitan (Maimaitijiang, M et al., 2022).

Salah satu peran utama RTH dalam ekologi perkotaan adalah mengurangi efek *Urban Heat Island (UHI)*, yaitu fenomena meningkatnya suhu udara di perkotaan akibat dominasi material penyerap panas seperti beton dan aspal. Selain itu, RTH berperan sebagai penyerap karbon dan penyaring polutan udara, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas udara perkotaan. Pepohonan kota menyerap karbon dioksida (CO₂) melalui proses fotosintesis sekaligus menyaring polutan berbahaya, seperti partikulat halus (PM_{2.5}), nitrogen dioksida (NO₂), dan ozon (O₃), yang berdampak langsung terhadap kesehatan manusia. Contoh kasus seperti penempatan

pepohonan perkotaan di Amerika Serikat menyerap lebih dari 17 juta ton karbon per tahun, dengan nilai ekonomi yang mencapai miliaran dolar, sehingga menegaskan peran RTH dalam mitigasi perubahan iklim sekaligus sebagai aset ekosistem bernilai tinggi bagi masyarakat (Nowak et al., 2013).

Ruang Terbuka Hijau juga mendukung siklus hidrologi perkotaan. Vegetasi dan tanah pada kawasan RTH meningkatkan kemampuan infiltrasi air hujan, memperlambat aliran permukaan, serta mengisi kembali cadangan air tanah. Dengan demikian, keberadaan RTH mampu mengurangi risiko banjir di musim hujan sekaligus menjaga ketersediaan air tanah di musim kemarau. Pendekatan tata kelola berbasis *blue-green infrastructure* terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan kota terhadap perubahan iklim, baik menghadapi banjir maupun kekeringan.

Disamping fungsi ekologisnya, RTH juga berperan penting dalam pelestarian keanekaragaman hayati. Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran vital dalam menopang keanekaragaman hayati perkotaan. Taman, jalur hijau, dan ruang vegetasi menyediakan habitat penting bagi flora dan fauna lokal, mulai dari burung, mamalia kecil, serangga penyerbuk, hingga tumbuhan asli. Struktur vegetasi yang berlapis yang meliputi pohon, semak, tanaman bawah, dan penutup tanah menciptakan kompleksitas habitat yang mendukung berbagai spesies. Selain itu, konektivitas ekologis antar RTH, seperti koridor hijau atau jalur vegetasi, memungkinkan pergerakan satwa, aliran

genetik, serta mempertahankan populasi lokal dalam jangka Panjang (McDonnell & MacGregor-Fors, 2016).

Meskipun kota menghadapi tekanan tinggi dari urbanisasi, penelitian menunjukkan bahwa ruang hijau tetap menyimpan bagian signifikan biodiversitas. Kawasan perkotaan rata-rata masih mendukung sekitar 20% spesies burung dan 5% spesies tumbuhan dari komunitas aslinya, menegaskan bahwa upaya mempertahankan dan merancang RTH yang beragam dan saling terhubung memiliki dampak besar dalam pelestarian keanekaragaman hayati di perkotaan. Upaya peningkatan kualitas RTH dengan desain berbasis ekologi, seperti pemanfaatan vegetasi asli dan pembentukan jaringan hijau terpadu, dapat memperkuat peran ruang hijau sebagai infrastruktur ekologis kota (Aronson et al., 2014).

Selain manfaat ekologis, RTH memberikan kontribusi signifikan terhadap kesehatan fisik, mental, dan sosial masyarakat. Interaksi langsung dengan ruang hijau telah terbukti meningkatkan kesehatan mental, menurunkan tingkat stres, memperbaiki kualitas tidur, dan mendorong aktivitas fisik yang lebih teratur. Ruang hijau juga menjadi wadah interaksi sosial, rekreasi, dan edukasi lingkungan, sehingga memperkuat kohesi sosial dalam masyarakat. Menurut UN-Habitat (2015), setiap kota sebaiknya menyediakan setidaknya 9 m² ruang terbuka hijau per kapita, dengan standar ideal mencapai 50 m² per kapita untuk menjamin keberlanjutan ekologis dan social (Revich, 2023).

2.3.3 Prinsip-Prinsip Ekologi pada Ruang Terbuka Hijau

Dalam perancangan ruang terbuka hijau (RTH) yang berbasis ekologi, pendekatan desain harus mempertimbangkan prinsip-prinsip yang mendukung keberlangsungan fungsi ekologis, sosial, dan estetika secara jangka panjang. Pendekatan ini tidak hanya menjadikan ruang hijau sebagai elemen visual dalam kota, tetapi juga sebagai sistem hidup yang aktif menjaga keseimbangan lingkungan dan mendukung kualitas hidup masyarakat.

Salah satu prinsip utama yang harus diperhatikan adalah prinsip keanekaragaman hayati menjadi dasar penting, karena semakin tinggi variasi spesies vegetasi maka semakin besar potensi dukungan terhadap biodiversitas fauna dan jasa ekosistem. Variasi struktur vegetasi yang terdiri atas pohon tinggi, semak, dan tanaman penutup tanah mampu menyediakan habitat berlapis, meningkatkan daya dukung lingkungan, sekaligus meminimalkan risiko dominasi spesies invasif (Aronson et al., 2017); (McDonnell & MacGregor-Fors, 2016).

Prinsip berikutnya adalah Konektivitas ekologis merupakan prinsip berikutnya, yang mengacu pada keterhubungan antar area hijau di dalam kota. RTH yang terhubung melalui *green corridors* atau jalur hijau dapat mendukung pergerakan spesies, aliran genetik, serta proses ekosistem yang berkesinambungan. Studi tentang *urban ecological networks* menunjukkan bahwa koridor vegetasi, sungai, dan jalur

alami dapat memperkuat konektivitas ekologis, sehingga menekan fragmentasi habitat (Zhou et al., 2023).

Prinsip resiliensi ekosistem juga sangat penting dalam menjamin keberlanjutan RTH. Resiliensi merujuk pada kemampuan sistem ekologi untuk pulih setelah mengalami gangguan, seperti banjir, kekeringan, atau pencemaran. Pendekatan seperti *redundansi ekologis* (menghadirkan beberapa spesies dengan fungsi serupa) terbukti meningkatkan kapasitas adaptasi sistem hijau kota. Hal ini sesuai dengan temuan bahwa strategi multifungsi dalam perencanaan RTH mampu mengurangi kerentanan terhadap perubahan iklim (Haaland & van den Bosch, 2015).

Selanjutnya, prinsip multifungsi ruang menjadi aspek penting agar RTH tidak hanya berfungsi ekologis, tetapi juga sosial, ekonomi, dan budaya. Ruang hijau yang multifungsi lebih mudah diterima masyarakat, meningkatkan nilai sosial, sekaligus memperkuat aspek keberlanjutan. Fungsi tersebut dapat berupa rekreasi, interaksi sosial, edukasi lingkungan, hingga ekowisata berbasis komunitas. Fungsi-fungsi tersebut meliputi fungsi sosial sebagai ruang interaksi, rekreasi, dan edukasi lingkungan; fungsi ekonomi seperti pasar komunitas atau ekowisata; serta fungsi budaya, yakni pelestarian nilai dan praktik lokal yang berhubungan dengan alam (Kabisch et al., 2015)

Akhirnya, Prinsip keberlanjutan (*sustainability*) menekankan pentingnya tata kelola kolaboratif. Pengelolaan berkelanjutan menekankan kolaborasi antara

pemerintah, komunitas, dan sektor swasta, serta mendorong praktik ramah lingkungan seperti pengurangan pestisida dan pemanfaatan kompos organik. Pendekatan tata kelola kolaboratif terbukti mampu memperkuat keberlanjutan ruang hijau kota (Kabisch et al., 2015; Miao & Tan, 2025).

Evaluasi terhadap kualitas ekologis RTH menjadi langkah penting untuk mengetahui sejauh mana ruang tersebut mampu menjalankan fungsi ekologisnya secara efektif. Prinsip evaluasi ekologis berbasis indeks menjadi penting untuk mengukur sejauh mana RTH berfungsi optimal. Indeks ekologi modern tidak hanya menilai aspek vegetasi, tetapi juga integrasi dengan elemen air, konektivitas ruang, serta fungsi sosial-ekologis yang lebih luas. Penelitian terkini menekankan perlunya integrasi metode kuantitatif berbasis indeks untuk menilai keanekaragaman, konektivitas, hingga kapasitas mitigasi perubahan iklim pada RTH perkotaan (M. Wang et al., 2023; Zhou et al., 2023; Shah et al., 2024). Evaluasi ini tidak hanya bermanfaat untuk perbaikan desain dan pengelolaan RTH yang ada, tetapi juga menjadi dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan ruang hijau di masa mendatang.

2.3.4 Variabel Kualitas Ekologis Ruang Terbuka Hijau Publik

Variabel kualitas ekologis dalam ruang terbuka hijau publik (RTHP) merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana ruang hijau tersebut mampu menjalankan fungsinya sebagai elemen ekologis dalam lanskap kota. Salah satu indikator utama adalah vegetasi, yang menjadi elemen dasar dan vital dalam

RTHP. Vegetasi merupakan indikator utama kualitas ekologis RTHP karena berfungsi sebagai penyedia oksigen, penyerap karbon, pengatur iklim mikro, dan habitat biota. Indikator penilaian meliputi keanekaragaman jenis tumbuhan, kepadatan, stratifikasi (tinggi-rendah tanaman), dan luas tutupan kanopi. Penelitian Zhang et al. (2024) menunjukkan bahwa kepadatan vegetasi lebih berpengaruh terhadap penyerapan karbon dibandingkan tutupan kanopi (Qiu et al., 2024), sedangkan struktur vegetasi berlapis mampu meningkatkan keanekaragaman fauna (McDonnell & MacGregor-Fors, 2016).

Selain vegetasi, tanah dan air juga menjadi variabel penting dalam menilai kualitas ekologis. Keduanya berfungsi sebagai media utama bagi kehidupan tumbuhan dan mikroorganisme. Kualitas tanah dinilai dari Indikator yang dinilai mencakup kelembaban tanah, tekstur, pH, kandungan bahan organik, serta ketersediaan air tanah. Tanah dengan pH netral dan kandungan organik tinggi mendukung kesuburan dan aktivitas mikroba (Wijayanto & Pamungkas, 2022). Infiltrasi tanah yang baik menjaga pasokan air tanah sekaligus mengurangi banjir (Nugroho & Hadi, 2021), sementara sistem bioretensi dapat meningkatkan infiltrasi hingga 50% (Qiu et al., 2024).

Variabel berikutnya adalah fauna, yang mencerminkan keseimbangan biotik dalam RTHP. Keberadaan fauna seperti burung, kupu-kupu, lebah, dan serangga menjadi indikator langsung dari stabilitas ekosistem. Indikator penilaian mencakup jumlah dan jenis fauna serta kehadiran spesies alami. Fauna mendukung fungsi

penyerbukan, pengendalian hama, dan siklus nutrien. Tingginya keanekaragaman fauna mencerminkan kondisi habitat yang sehat (Aronson et al., 2017; Hall et al., 2017).

Selanjutnya, iklim mikro menjadi variabel yang menggambarkan kemampuan RTHP dalam memodifikasi kondisi iklim lokal. Ruang terbuka hijau berperan dalam mengatur iklim mikro melalui penurunan suhu, peningkatan kelembaban, pengaturan aliran angin, dan efek peneduh vegetasi. Indikator penilaian meliputi suhu, kelembaban relatif, kecepatan angin, dan tingkat peneduhan. Studi Bowler et al. (2010) menemukan bahwa vegetasi dapat menurunkan suhu udara 2–4 °C (Bowler et al., 2010), sementara hasil penelitian yang lain juga menegaskan peran ruang hijau dalam mitigasi *urban heat island* (Gunawardena et al., 2017).

Kebersihan dan kesehatan ekosistem juga merupakan variabel penting yang mencerminkan tingkat intervensi manusia terhadap ekosistem. RTHP yang bersih dari sampah organik maupun anorganik menunjukkan rendahnya tingkat gangguan dan tingginya perhatian terhadap konservasi lingkungan. Indikator penilaian mencakup keberadaan sampah organik dan anorganik, polutan, serta gangguan aktivitas manusia. RTHP yang bersih mencerminkan rendahnya intervensi negatif manusia dan tingginya perhatian konservasi, sedangkan adanya vandalisme dan polusi menurunkan kualitas ekosistem (Kabisch et al., 2015).

Variabel terakhir yang penting adalah konektivitas ekologis, yaitu keterhubungan antar ruang hijau yang memungkinkan pergerakan spesies, aliran genetik, serta penyebaran biji. Indikator penilaian meliputi hubungan dengan ruang hijau lain, jalur satwa, dan koridor hijau. Keberadaan koridor hijau dapat meningkatkan konektivitas ekologis hingga 30% dan mengurangi perpecahan habitat di kawasan urban (Zhou et al., 2023).

2.3.5 Indikator Penilaian Kualitas Ekologis Ruang Terbuka Hijau Publik

Kualitas ekologis ruang terbuka hijau publik (RTHP) dapat dinilai melalui berbagai indikator yang mencerminkan keberlanjutan, ketahanan, dan fungsi ekosistem dalam mendukung kehidupan perkotaan. Enam indikator utama yang umum digunakan dalam kajian ekologis RTHP meliputi vegetasi, tanah dan air, fauna, iklim mikro, kebersihan dan kesehatan ekosistem, serta konektivitas ekologis.

Vegetasi merupakan indikator utama kualitas ekologis karena berperan langsung dalam pengaturan iklim mikro, penyerapan karbon, serta penyedia habitat bagi fauna. Aspek keanekaragaman jenis tumbuhan menunjukkan tingkat keberagaman spesies yang ada, termasuk pohon, semak, perdu, dan penutup tanah. Keanekaragaman jenis tumbuhan, kepadatan, stratifikasi vertikal, dan tutupan kanopi merupakan indikator penting yang berhubungan dengan fungsi ekologis. Penelitian Song et al. (2020) menunjukkan bahwa keanekaragaman vegetasi dapat meningkatkan fungsi mikroklimat melalui naungan, evapotranspirasi, dan sirkulasi udara, yang pada

akhirnya menurunkan suhu permukaan perkotaan (Song et al., 2020). Tutupan kanopi optimal (40–60%) diketahui mampu meningkatkan kenyamanan termal serta mendukung penyerapan karbon (Demuzere, et al., 2014). Selain itu, struktur vegetasi multilapis berperan dalam menyediakan habitat bagi fauna serta meningkatkan stabilitas ekosistem (Threlfall, et al., 2017).

Fungsi ekologis RTHP juga sangat bergantung pada kualitas tanah dan ketersediaan air. Kelembaban tanah menjadi indikator utama yang mencerminkan kemampuan lahan dalam mendukung pertumbuhan vegetasi dan mikroorganisme. Kelembaban yang seimbang akan menjaga siklus hidup tanaman dan mencegah kerusakan tanah akibat kekeringan atau genangan. Tanah dan air merupakan faktor penunjang utama keberlanjutan vegetasi serta mikroorganisme dalam ruang terbuka hijau publik (RTHP). Kualitas tanah dapat dievaluasi melalui beberapa parameter, yaitu tekstur, pH, dan kandungan bahan organik. Tekstur tanah menentukan kapasitas infiltrasi dan daya retensi air, pH yang netral (sekitar 6,5–7,5) mendukung pertumbuhan vegetasi secara optimal, sementara kandungan bahan organik berfungsi sebagai indikator kesuburan sekaligus menjaga aktivitas biotik dalam tanah.

Aspek infiltrasi tanah juga memiliki peran penting dalam mendukung fungsi ekologis RTH. Infiltrasi tanah yang baik mampu menjaga ketersediaan cadangan air tanah sekaligus mengurangi risiko banjir di kawasan perkotaan (Nugroho & Hadi, 2021). Lebih lanjut, Penelitian yang lain juga menunjukkan bahwa penerapan sistem

bioretensi dan resapan alami dapat meningkatkan laju infiltrasi hingga 50%, yang pada gilirannya memperkuat siklus hidrologi dan ketahanan ekosistem perkotaan terhadap perubahan iklim. Hal ini menegaskan bahwa kualitas tanah yang baik, ditopang oleh sistem infiltrasi yang optimal, merupakan fondasi penting bagi keberlanjutan fungsi ekologis RTHP di Kabupaten Sleman maupun kota-kota lain yang menghadapi tekanan urbanisasi (Qiu et al., 2024).

Kehadiran fauna alami di dalam RTHP menjadi indikator langsung dari kualitas ekosistem. Fauna seperti burung, serangga penyerbuk, kupu-kupu, dan mamalia kecil berkontribusi dalam penyerbukan, pengendalian hama alami, serta menjaga keseimbangan rantai makanan. Tingkat keberagaman fauna sangat dipengaruhi oleh kompleksitas vegetasi dan konektivitas ekologis. Tingkat kehadiran fauna, baik melalui pengamatan langsung maupun tanda biologis (sarang, kicauan, aktivitas), dapat mencerminkan kualitas habitat dan stabilitas ekosistem (D. Wang et al., 2024)

Salah satu fungsi vital RTHP adalah kemampuannya dalam mengatur iklim mikro kawasan. Aspek pertama yang paling nyata adalah penurunan suhu udara akibat proses evapotranspirasi dari vegetasi. Studi global oleh Demuzere et al. (2014) menunjukkan bahwa vegetasi dapat menurunkan suhu udara lokal sebesar 2–5°C melalui kombinasi evapotranspirasi dan shading, sehingga efektif mengurangi fenomena *Urban Heat Island* (UHI). Selain itu, vegetasi juga memengaruhi

kelembaban udara dan kecepatan angin, yang berkontribusi terhadap kenyamanan termal pengguna ruang (Demuzere, et al., 2014).

Kebersihan lingkungan menjadi indikator langsung intervensi manusia terhadap kualitas ekologis RTHP. Keberadaan sampah anorganik, polutan, dan aktivitas manusia yang merusak dapat menurunkan fungsi ekologis dan estetika kawasan. Tingkat perawatan dan pemeliharaan merupakan indikator penting untuk memastikan kualitas ekosistem RTH serta menjamin keberlanjutan jasa ekosistem (Campagnaro et al., 2019).

Tabel 1.2 Variabel Kualitas Ekologis Ruang Terbuka Hijau Publik

Variabel	Indikator Penilaian	Aspek yang Dinilai
Keanekaragaman Vegetasi	- Indeks Keanekaragaman <i>Shannon-Wiener (H')</i> - Indeks Kemerataan <i>Evenness (E)</i> - Indeks Kelimpahan <i>Margalef Richness (R)</i> - Indeks Dominansi <i>Simpson (D)</i>	- Tingkat keanekaragaman spesies - Pemerataan distribusi spesies - Kelimpahan jenis spesies - Tingkat dominasi spesies tertentu
Fungsi Ekologis	- Kelembaban tanah - Kualitas tanah (tekstur, pH, bahan organik) - Ketersediaan air tanah	- Fungsi ekosistem sebagai penyerap polutan - Fungsi iklim mikro - Dukungan diversitas satwa
Persepsi Masyarakat	- Skala Likert (1–5) terkait aspek kenyamanan, kualitas udara, peneduhan, kebersihan, fasilitas, dan keberagaman flora	- Penilaian subjektif pengunjung terhadap manfaat ekologi dan sosial taman kota

2.3.6 Strategi Optimalisasi Kualitas Ekologi pada Ruang Terbuka Hijau

Untuk memastikan bahwa fungsi ekologis ruang terbuka hijau publik (RTHP) tetap terjaga dan mampu mendukung keseimbangan lingkungan, optimalisasi kualitas

ekologi diarahkan pada peningkatan kapasitas penyerapan karbon, pemeliharaan keanekaragaman hayati, pengurangan dampak *Urban Heat Island* (UHI), serta penguatan fungsi hidrologi perkotaan. Perlindungan vegetasi dan tanah di kawasan perkotaan dapat memaksimalkan penyimpanan karbon sekaligus menyediakan habitat yang mendukung biodiversitas (Hautamäki et al., 2025). Selain itu, penelitian menurut Lin dan Li (2025), ruang terbuka hijau perkotaan seperti taman, atap hijau, pepohonan jalan, sistem vegetasi vertikal, dan kebun komunitas berperan penting dalam meredam efek *Urban Heat Island* (UHI). Mekanisme utamanya meliputi naungan, evapotranspirasi, perubahan albedo, dan ventilasi area hijau. Studi mereka menunjukkan bahwa strategi tersebut dapat menurunkan suhu udara dan permukaan hingga 5 °C, tergantung pada densitas tanaman dan distribusi ruang hijau (Lin & Li, 2025).

1. Peningkatan Fungsi Ekologis RTH melalui Pengelolaan Vegetasi

Vegetasi dalam Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebaiknya dirancang secara strategis untuk mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dan menjaga keseimbangan ekologi perkotaan. Pohon dengan kanopi lebar memiliki kemampuan signifikan dalam menyerap emisi CO₂ dan menurunkan suhu mikroklimat secara efektif (Demuzere, et al., 2014).

Penelitian di Kalimantan menunjukkan bahwa *Albizia saman* (Trembesi) mampu menyerap karbon hingga 314 ton per hektar pada usia enam tahun, dan merupakan

salah satu spesies unggul dalam penyerapan CO₂ (Fajariani et al., 2020). Hal ini memperkuat rekomendasi penanaman pohon berkanopi lebar dalam pengembangan RTH.

Selain itu, peningkatan keanekaragaman vegetasi melalui strategi multilapis yaitu pohon besar, semak, dan penutup tanah terbukti meningkatkan keanekaragaman hayati kota. Peningkatan volume vegetasi bawah tajuk dan proporsi tanaman asli dapat meningkatkan peluang keberadaan kelelawar, burung asli, serangga, dan kumbang hingga 30–140%, sementara dominasi pohon besar saja tidak selalu membawa manfaat serupa (Threlfall et al., 2017).

2. Optimalisasi Fungsi Hidrologi RTH untuk Pengelolaan Air Perkotaan

Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran strategis dalam mengurangi limpasan air hujan, meningkatkan daya serap tanah, serta menurunkan risiko banjir perkotaan. Untuk mendukung fungsi hidrologis tersebut, berbagai strategi dapat diterapkan dalam perencanaan dan pengelolaan RTH. Salah satu pendekatan yang terbukti efektif adalah pembangunan taman resapan dan sistem bioretensi. Penggunaan *bioretention cell* berbasis media *rock wool* mampu menurunkan volume limpasan air hujan sekaligus meningkatkan efisiensi penyaringan polutan secara signifikan. Hal ini menegaskan pentingnya integrasi elemen vegetatif dalam RTH sebagai pengendali banjir perkotaan (Qiu et al., 2024).

Selain itu, penggunaan permukaan permeabel seperti paving berpori atau beton hijau juga terbukti memperbaiki infiltrasi air secara signifikan. Sebuah kajian bibliometrik menyatakan bahwa sistem pervious pavements memainkan peran penting dalam pengendalian banjir perkotaan dan manajemen kualitas air melalui infiltrasi dan retensi efek yang jauh melampaui pavemen tradisional (Singer, M. N., 2022).

3. Pemanfaatan Teknologi Hijau dalam Pengelolaan RTH

Penerapan teknologi hijau dalam pengelolaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) turut memperkuat efektivitas ekologis dan efisiensi operasional. Salah satu inovasi penting adalah penggunaan sistem irigasi berbasis sensor kelembapan tanah dan IoT, yang dapat memangkas penggunaan air hingga 29–33%, sambil mempertahankan kesehatan. Teknologi ini memungkinkan penyesuaian jadwal penyiraman berdasarkan kondisi jumlah air tanah, sehingga menghindari pemborosan dan menyesuaikan kebutuhan tanaman secara dinamis.

Selain itu, penggunaan penerangan taman berbasis tenaga surya telah terbukti efektif dalam mengurangi konsumsi listrik dan mendorong praktik keberlanjutan. Tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap jaringan listrik, sistem cahaya surya juga meningkatkan ketahanan operasional selama pemadaman listrik dan memperpanjang waktu operasional ruang publik (Tharo, Z., Sutejo, E., & Mustaqim, G., 2024).

Teknologi lainnya yang menjanjikan adalah implementasi Internet of Things (IoT) dan sensor lingkungan berbasis drone. Dalam kajian awal, sistem IoT bernama *Enviro-IoT* menunjukkan akurasi tinggi (>97%) dalam memantau kualitas udara secara real-time, termasuk partikel PM2.5, PM10, dan NO₂. Pendekatan ini memungkinkan pemantauan secara menyeluruh terhadap kondisi mikroekosistem ruang hijau (Johnson & Woodward, 2025).

4. Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan RTH

Keberhasilan pengelolaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) tidak hanya bergantung pada peran pemerintah, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh keterlibatan aktif masyarakat. Partisipasi publik merupakan faktor penting dalam menjaga keberlanjutan ekologis dan fungsi sosial ruang hijau perkotaan. Studi tentang *Community Participation in the Development of Urban Farming in Yogyakarta* menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat melalui kegiatan berkebun di lingkungan perkotaan seperti pembentukan komunitas kebun warga dan penggunaan halaman untuk hortikultura mampu meningkatkan kesadaran ekologi sekaligus memperkuat ketahanan pangan lokal (Wulandari, R., Witjaksono, R., & Inekewati, R., 2021).

Lebih lanjut, penelitian mengenai persepsi publik terhadap *Urban Green Spaces* mengungkapkan bahwa warga umumnya mengakui manfaat ekologis dan sosial dari ruang terbuka hijau, seperti peningkatan kualitas udara, pengurangan kebisingan, dan peningkatan kualitas hidup (Veckalne et al., 2025). Responden menyoroti bahwa

pemeliharaan fasilitas yang baik, estetika alami, dan keberagaman vegetasi berperan besar dalam membentuk persepsi positif terhadap RTH.

2.3.7 Penelitian terdahulu

Terdapat sejumlah penelitian terdahulu yang relevan dengan topik ini dapat dijadikan rujukan sekaligus pembelajaran. Secara umum, kajian-kajian tersebut membahas keterkaitan antara ruang terbuka hijau dengan kondisi di wilayah perkotaan. Beberapa penelitian tersebut terdiri dari:

Tabel 1.3 Tabel penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan

No	Penulis	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Analisis	Hasil Penelitian
1	Suhardono, S., Safitri, F. E., Rachmalia, F., Rizky, F. A., Khairunnisa, D. H., Septiariva, I. Y., & Suryawan, I. W. K. (2024)	<i>"Assessing the Ecological Function Effectiveness of Urban Parks in Surakarta City"</i>	Menilai tingkat efektivitas fungsi ekologis taman kota di Kecamatan Jebres, Kota Surakarta.	Pengukuran indikator ekologis, meliputi indeks Shannon-Wiener (H'), indeks keseragaman (E), indeks kekayaan Margalef (R), dan indeks dominansi Simpson (C) dan analisis persepsi Masyarakat melalui kuesioner berbasis skala Likert.	• Lansia Park memiliki efektivitas fungsi ekologis tertinggi sebesar 78,80%, diikuti oleh Bengawan Solo Park dan Sekartaji Park. • Variasi efektivitas antar taman mencerminkan perbedaan manajemen, kepadatan vegetasi, dan keragaman spesies. • Metode kuantitatif berbasis indikator ekologis, yang dikombinasikan dengan persepsi masyarakat, mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang peran taman kota dalam menjaga kualitas lingkungan dan mendukung strategi pembangunan berkelanjutan.
2	Santosa, Y., Hilwan, I., Yuwono, S. B., &	<i>"Analysis of vegetation biodiversity and urban park connectivity as</i>	Menganalisis tingkat keanekaragaman vegetasi pada taman kota di	Metode kuantitatif berbasis indeks ekologi. Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk	• Tingkat keanekaragaman vegetasi di taman kota Bogor masih relatif rendah hingga sedang,

	Indrawan, A. (2021).	<i>landscape services provider in Bogor city.</i>	Bogor serta menilai konektivitas antar taman sebagai penyedia jasa ekosistem.	menghitung keanekaragaman vegetasi di setiap taman, sedangkan indeks kesamaan Sorensen diterapkan untuk mengukur tingkat konektivitas ekologis antar taman.	dengan dominasi beberapa spesies tertentu. • Konektivitas antar taman kota menunjukkan nilai yang cukup baik, menandakan adanya potensi sinergi ekologis antar ruang terbuka hijau. • Peningkatan biodiversitas dan penguatan konektivitas antar taman menjadi strategi penting untuk mendukung keberlanjutan ekosistem perkotaan.
3	Muhlisin, A., Iskandar, J., Gunawan, B., & Cahyandito, M. F. (2021).	<i>“Vegetation diversity and structure of urban parks in Cilegon City, Indonesia, and local residents’ perception of its function.”</i>	Mengeksplorasi dan menganalisis keanekaragaman dan struktur vegetasi pada delapan taman kota di Cilegon, serta persepsi warga lokal terhadap fungsi ekologi taman.	Analisis struktur horizontal dan vertical yang meliputi diversitas tanaman, habitus tanaman, distribusi asal tanaman, dan stratifikasi kanopi. Sementara itu, persepsi masyarakat dihimpun melalui wawancara dengan responden terpilih	• Ditemukan sebanyak 114 spesies tanaman dari 46 famili, namun keanekaragaman dan kekayaan spesies tetap rendah. • Vegetasi sebagian besar terdiri dari tanaman hias yang lebih berdimensi estetik daripada ekologis serta struktur kanopi juga relatif homogen dengan dominasi tanaman rendah (<1 meter).
4	Wakhidah, A. Z., Anggraini, E., Hanifah, M., Nurlillah, R., & Mulyani, S. (2024).	<i>“Urban Green Open Space in Metro, Lampung, Indonesia: Vegetation Structure, History, and Function.”</i>	Mengevaluasi struktur vegetasi, sejarah pembentukan, dan fungsi ekologis serta sosial dari Green Open Space (GOS) di Kota Metro, Lampung.	Metode Kuantitatif dan survei, dengan pengumpulan data melalui observasi langsung lapangan pada berbagai titik GOS serta mengidentifikasi spesies tanaman dan jumlah individu, lalu menghitung indeks keanekaragaman (Shannon-Wiener H') dan keseragaman (Evenness E).	• Ditemukan total 1.198 individu tanaman yang mewakili 112 spesies dari 43 famili, dengan Fabaceae sebagai famili paling dominan. Jenis dominan seperti <i>Acacia auriculiformis</i> dan <i>Imperata cylindrica</i> mendominasi struktur vegetasi. • Indeks keanekaragaman (H') klasifikasinya berada pada tingkat sedang, sedangkan Indeks Evenness tertinggi tercapai di GOS “GDR” (0,92) dan

					terendah di “KHD” (0,57).
--	--	--	--	--	------------------------------

2.3.8 Originalitas Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa perbedaan penting dibandingkan penelitian terdahulu. Pertama, penelitian terdahulu umumnya hanya berfokus pada aspek ekologi dengan menilai keanekaragaman vegetasi atau fungsi ekologis taman kota melalui indeks-indeks keanekaragaman saja (misalnya Shannon-Wiener, Simpson, atau Margalef). Sementara itu, penelitian ini menggabungkan pendekatan ekologi dan sosial melalui penggunaan indeks ekologi klasik yang dipadukan dengan survei persepsi pengunjung berbasis skala Likert. Kombinasi ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kualitas ekologis taman kota, karena tidak hanya melihat fungsi biologis, tetapi juga bagaimana fungsi tersebut dipersepsi dan dimanfaatkan oleh masyarakat.

Kemudian, penelitian ini berfokus pada Kabupaten Sleman yang memiliki karakter peri-urban, yaitu wilayah peralihan antara desa dan kota yang menghadapi tekanan urbanisasi cukup tinggi. Berbeda dengan kota besar seperti Surakarta atau Yogyakarta yang sudah lebih mapan dalam penyediaan ruang terbuka hijau, Sleman justru dihadapkan pada keterbatasan RTH publik yang pada tahun 2024 hanya mencapai sekitar 8,7% dari luas wilayah, jauh di bawah standar 20% serta dominasi vegetasi tertentu pada taman kota. Kondisi ini menjadikan penelitian lebih relevan dengan isu lokal seperti *urban sprawl*, alih fungsi lahan, dan keterbatasan fungsi

ekologis taman, sehingga mampu menggambarkan tantangan nyata pengelolaan RTH di daerah dengan tekanan pembangunan yang pesat.

Selain itu, penelitian ini tidak hanya berhenti pada evaluasi, tetapi juga menghasilkan strategi desain pengelolaan yang spesifik. Rekomendasi yang diberikan diarahkan pada target kuantitatif dan kualitatif, seperti menambah jumlah spesies tertentu, pemerataan distribusi vegetasi untuk meningkatkan nilai *Evenness*, serta integrasi infrastruktur hijau seperti biopori, kolam retensi, dan paving berpori.

2.3.9 Definisi Operasional Penelitian

Definisi operasional dalam penelitian ini difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu kualitas ekologi taman kota, keanekaragaman vegetasi, dan persepsi pengunjung. Kualitas ekologi dimaknai sebagai kemampuan ruang terbuka hijau publik (RTHP) dalam mendukung keseimbangan ekosistem perkotaan, yang mencakup fungsi vegetasi, tanah, air, fauna, iklim mikro, kebersihan ekosistem, serta konektivitas (keterhubungan) ekologis. Menurut Han et al. (2025), kualitas ekologi suatu taman kota dapat dievaluasi melalui kombinasi indikator biofisik dan sosial yang mencerminkan keberlanjutan ekosistem (Han et al., 2025). Dalam penelitian ini, kualitas ekologi dioperasionalkan melalui enam indikator utama, yaitu vegetasi (jenis, kepadatan, stratifikasi, dan tutupan kanopi), tanah dan air (kelembaban, tekstur, pH, bahan organik), fauna (jumlah dan jenis satwa penunjang ekosistem), iklim mikro (suhu, kelembaban, kecepatan angin), kebersihan ekosistem (keberadaan sampah dan polutan), serta konektivitas ekologis (hubungan antar ruang hijau dan koridor satwa).

Keanekaragaman vegetasi didefinisikan sebagai variasi jenis tumbuhan yang terdapat di dalam taman kota. Magurran (2004) menekankan bahwa keanekaragaman hayati merupakan indikator penting dari kestabilan ekosistem. Dalam penelitian ini, keanekaragaman vegetasi diukur menggunakan indeks *Shannon-Wiener* (H'), *Evenness* (E), *Margalef Richness* (R), dan *Simpson's Dominance* (D), yang masing-masing memberikan gambaran tentang jumlah jenis, distribusi, kekayaan, serta tingkat dominansi spesies pada suatu taman. Kategori nilai indeks juga digunakan sebagai pembandingan, misalnya nilai $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah, 1–3 sedang, dan > 3 tinggi (Magurran, 2004). Indeks *Evenness* (E) digunakan untuk menilai tingkat pemerataan individu antar spesies dengan nilai berkisar antara 0 hingga 1. Nilai E yang mendekati 0 menunjukkan distribusi individu sangat timpang karena adanya dominasi oleh satu atau dua spesies, sedangkan nilai yang mendekati 1 menandakan distribusi individu yang merata. Secara umum, kategori nilai E dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu rendah (0–0,3), sedang (0,3–0,6), dan tinggi (0,6–1,0) (Magurran, 2004; Krebs, 2014). Selanjutnya, indeks *Margalef Richness* (R) digunakan untuk menilai keberlimpahan spesies dalam suatu komunitas, dengan mempertimbangkan jumlah spesies relatif terhadap jumlah individu. Nilai $R < 2$ dikategorikan sebagai kekayaan rendah, nilai 2–4 sebagai kekayaan sedang, dan nilai > 4 menunjukkan kekayaan tinggi. Kemudian, indeks *Simpson's Dominance* (D) digunakan untuk mengetahui tingkat dominansi suatu spesies dalam komunitas dengan nilai antara 0 hingga 1. Nilai D mendekati 0 menunjukkan tidak adanya spesies yang mendominasi sehingga

komunitas lebih seimbang, sedangkan nilai yang mendekati 1 mengindikasikan dominansi tinggi oleh satu spesies. (Magurran, 2004); (Krebs, 2014).

Selanjutnya, persepsi pengunjung dioperasionalkan sebagai penilaian subjektif masyarakat terhadap kualitas ekologi taman kota. Persepsi ini diukur menggunakan instrumen kuesioner berbasis skala Likert lima poin, mulai dari “sangat tidak setuju” hingga “sangat setuju”, sebagaimana disarankan Creswell (2018) dalam penelitian kuantitatif. Indikator persepsi mencakup kualitas udara, kenyamanan peneduhan, kebersihan taman, keberagaman spesies menurut pengunjung, serta kenyamanan ekologis secara umum. Menurut Joshi et al. (2015), penggunaan skala Likert mampu menangkap sikap dan persepsi secara terukur sehingga dapat dibandingkan dengan hasil evaluasi biofisik (Joshi et al., 2015). Penelitian Veckalne et al. (2025) juga menunjukkan bahwa persepsi masyarakat terhadap RTH sangat penting karena sering kali berbeda dengan kondisi ekologis yang terukur, sehingga perbandingan keduanya dapat menghasilkan analisis yang lebih komprehensif (Veckalne et al., 2025).