

Pendekatan Ekologi Alami sebagai Basis Pengelolaan Ruang Kota yang Resilien terhadap Perubahan Iklim

Tisa Angelia¹, Ikamto Budiman MT.¹, Ir. I Komang Kerthajaya, MT.¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Surabaya, Indonesia

*Corresponding author E-mail: tisaangelia78@gmail.com

Received: 10 Agustus 2025. Revised: 15 Agustus 2025. Accepted: 02 September 2025

ABSTRAK

Pesetanya Urbanisasi yang terjadi di Kawasan berkembang dan memiliki keterbatasan kapasitas infrastruktur menyebabkan semakin tingginya Tingkat kerentanan sistem perkotaan, selain perubahan iklim global yang terjadi. Pendekatan ekologi alami (*natural ecology approach*) secara kontekstual muncul sebagai paradigma alternatif bahwa integrasi proses dan sistem alami menjadi penting dalam perencanaan kota sebagai mekanisme utama penjaga keseimbangan ekologis. Penelitian menunjukkan berbagai konsep, metode, serta temuan empiris yang berkaitan dengan pengelolaan ruang kota adaptif dan Tangguh terhadap perubahan iklim melalui penerapan prinsip ekologi. Kajian ini menggunakan metode *Rapid Systematic Review (RSR)* melalui analisis 15 artikel ilmiah internasional bereputasi (Scopus Q1–Q2) yang terbit antara tahun 2015 hingga 2025. Sintesa hasil menunjukkan empat dimensi utama dalam implementasi pendekatan ekologi, yaitu : (1) integrasi sistem ekologis dalam perencanaan spasial; (2) penguatan jejaring hijau dan keanekaragaman hayati kota; (3) tata kelola kolaboratif yang melibatkan partisipasi masyarakat; dan (4) pengakuan terhadap nilai ekonomi dan sosial ekosistem. Pendekatan ini menempatkan sistem alam bukan hanya elemen pelengkap, tetapi juga sebagai struktur dasar pembentuk ruang kota yang adil, adaptif, dan berkelanjutan. Pembangunan kota diharapkan bertransformasi dari pola teknokratik menuju *ecological urbanism*.

Kata kunci: ekologi alami, ketahanan kota, perubahan iklim, *nature-based solution*, *rapid systematic review*

ABSTRACT

The urbanization process in developing areas, which face limitations in infrastructure capacity, has led to an increase in the vulnerability of urban systems, in addition to the effects of global climate change. A natural ecology approach has emerged as an alternative paradigm, emphasizing the integration of natural processes and systems into urban planning as a key mechanism for maintaining ecological balance. Research has identified various concepts, methods, and empirical findings related to adaptive and resilient city management in the context of climate change through the application of ecological principles. This study employs the *Rapid Systematic Review (RSR)* method, analyzing 15 internationally recognized scientific articles (Scopus Q1–Q2) published between 2015 and 2025. The synthesis of results reveals four main dimensions in the implementation of the ecological approach: (1) integrating ecological systems into spatial planning; (2) strengthening green networks and urban biodiversity; (3) collaborative governance involving community participation; and (4) recognizing the economic and social values of ecosystem services. This approach positions natural systems not just as supplementary elements, but as foundational structures in shaping fair, adaptive, and sustainable urban spaces. Urban development is expected to shift from a technocratic model towards ecological urbanism.

Keywords: natural ecology, urban resilience, climate change, nature-based solutions, rapid systematic review

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global menyebabkan kondisi sistem kota rentan terhadap tekanan, khususnya kawasan yang mengalami urbanisasi dengan cepat, dimana kapasitas infrastruktur juga terbatas. Berbagai persoalan seperti genangan banjir, peningkatan suhu udara, serta penurunan kualitas lingkungan terjadi sebagai permasalahan kota utama yang menuntut adanya perbaikan dalam perencanaan kota (Heymans et al., 2019). Berbagai pendekatan berbasis teknologi dan infrastruktur abu-abu (*grey infrastructure*) telah dikembangkan, namun seringkali gagal mempertahankan

keseimbangan ekologis jangka panjang. Dalam konteks ini, **pendekatan ekologi alami** (*natural ecology approach*) menawarkan paradigma alternatif yang menekankan pentingnya fungsi dan proses alami dalam membentuk tata ruang kota yang adaptif dan resilien terhadap perubahan iklim (Alves et al., 2019).

Pendekatan ekologi alami tidak sekadar melihat alam sebagai elemen dekoratif atau estetika, tetapi sebagai **sistem regulatif** yang menjaga keseimbangan ekologis melalui mekanisme hidrologi, vegetasi, dan tanah (Hobbie & Grimm, 2020). *Self-regulating urban systems* merupakan teori yang sejalan dengan pendekatan ekologi alami, di mana kota dianggap sebagai sistem terbuka yang dapat beradaptasi melalui sinergi antara komponen biofisik dan sosial. Desain perkotaan mewujudkan konservasi area tangkapan air, restorasi vegetasi lokal, pembangunan koridor hijau, serta integrasi sistem air alami (sungai, lahan basah, dan infiltrasi tanah) melalui pendekatan ekologi alami (Frantzeskaki et al., 2019).

Prinsip-prinsip ekologi alami dapat dilihat dalam beberapa penelitian yang keterlibatannya menunjukkan adanya peningkatan kapasitas adaptif kota terhadap risiko banjir dan gelombang panas, sekaligus memperbaiki kualitas udara, biodiversitas, serta kesejahteraan masyarakat. Namun, perlu diperhatikan adanya kesenjangan (*research gap*) antara teori dan implementasinya, terutama dalam aspek kebijakan spasial, tata kelola lintas sektor, dan keterlibatan masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis berbagai pendekatan, metode, dan hasil penelitian terkait penerapan ekologi alami dalam pengelolaan ruang kota yang resilien terhadap perubahan iklim. Metode *Rapid Systematic Review* (RSR) terhadap 15 jurnal internasional bereputasi (Q1–Q2) terbitan 2015–2025 digunakan untuk memberikan gambaran tematik tentang arah perkembangan penelitian, sekaligus menawarkan dasar konseptual untuk penguatan kebijakan pengelolaan ruang berbasis ekologi alami di konteks perkotaan Indonesia.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan Rapid Systematic Review (RSR) yang diadaptasi dari metode *Systematic Literature Review* (SLR), namun dengan waktu pelaksanaan yang lebih singkat dan fokus pada literatur berkualitas tinggi. RSR dipilih karena mampu menghasilkan sintesis tematik yang komprehensif dari jumlah literatur terbatas, tanpa mengurangi ketelitian proses ilmiah. Pencarian literatur dilakukan pada basis data *Scopus*, *Web of Science*, dan *ScienceDirect*, dengan fokus pada jurnal yang memiliki peringkat Q1 dan Q2 berdasarkan klasifikasi *Scimago Journal Rank* (SJR). Rentang waktu publikasi dibatasi antara 2015–2025, untuk memastikan relevansi dengan konteks perubahan iklim dan perencanaan kota terkini. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi kombinasi dari: (“*natural ecology*” OR “*nature-based approach*”) AND (“*urban planning*” OR “*urban resilience*” OR “*climate adaptation*” OR “*spatial planning*”).

Hasil pencarian awal menghasilkan 50 artikel. Setelah proses penyaringan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh 15 artikel yang relevan dengan topik penelitian ini. Kriteria inklusi meliputi dari; (1) Artikel terbit di jurnal internasional terindeks Scopus (Q1–Q2); (2) Secara eksplisit membahas penerapan pendekatan ekologi alami, ekosistem, atau nature-based dalam konteks perencanaan dan pengelolaan ruang kota; dan (3) Mengandung data empiris, model konseptual, atau studi kasus yang relevan dengan adaptasi atau mitigasi perubahan iklim. Kriteria eksklusi yaitu; (1) Studi ekologi murni tanpa keterkaitan dengan perencanaan atau tata ruang; (2) Artikel opini atau ulasan singkat tanpa metodologi yang jelas; dan (3) Duplikasi publikasi dengan topik dan data yang sama.

Melalui Prosedur Analisis Data, Analisis dilakukan melalui tahapan tematik (*thematic synthesis*) sebagai berikut; (1) Ekstraksi data dari setiap artikel (penulis, tahun, tujuan, metode, hasil utama, dan rekomendasi); dan (2) Koding tematik untuk mengidentifikasi pola berulang yang berkaitan dengan; prinsip atau konsep ekologi alami, penerapan dalam tata ruang dan desain perkotaan, dampak terhadap ketahanan iklim dan tantangan tata kelola dan implementasi. (1) **Pengelompokan tema** ke dalam kategori besar, yaitu: *Urban Ecology*, *Nature-Based Solution*, *Green Infrastructure/Resilience Planning*, dan *Tata Kelola Kolaboratif Dan Partisipasi Masyarakat*; (2) **Sintesis naratif** untuk menghubungkan hasil antar-studi dan mengidentifikasi gap penelitian.

Untuk menjaga reliabilitas, hasil pengelompokan tema diverifikasi melalui *peer cross-checking* dengan peneliti sejawat, guna memastikan kesesuaian interpretasi. Semua data bibliografis dan hasil ekstraksi disimpan dalam *spreadsheet* untuk memungkinkan replikasi penelitian di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Umum Literatur menyatakan bahwa dari total 15 jurnal yang disintesis, mayoritas terbit pada periode 2018–2025, dengan sebaran topik pada bidang urban ecology (5 studi), nature-based solution (4 studi), dan green infrastructure/resilience planning (8 studi). Sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan literatur review dan beberapa menggunakan mixed-method (gabungan kualitatif-kuantitatif) dengan fokus pada analisis spasial, evaluasi ekosistem, dan perencanaan adaptif. Hal ini menunjukkan pergeseran paradigma dari sekadar *environmental management* menuju *ecosystem-based urban planning*, yang lebih integratif dan partisipatif.

Tabel 1. Sintesis jurnal melalui metode RSR dengan topik *Urban Ecology*, *Nature-Based Solution*, *Green Infrastructure/ Resilience Planning*.

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
1	(Heymans et al., 2019) (Sustainability)	Identifikasi konsep, teori, dan pendekatan utama yang didalamnya terintegrasi	Systematic Literature Review (SLR) terhadap 57 artikel (2004–2017)	Menemukan 7 tema kunci: <i>ecosystem services, socio-ecological systems, resilience, biodiversity, landscape, green</i>	Menghasilkan kerangka konseptual baru untuk menghubungkan perencanaan kota

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
		prinsip ekologi dalam perencanaan dan desain kota, serta membangun dasar bagi paradigma baru “Ecological Urban Planning and Design”.	menggunakan kerangka PRISMA. Analisis tematik dan kategorisasi konsep teoretis.	<i>infrastructure</i> , dan <i>integrated & holistic approaches</i> . Keenam tema pertama membentuk dua aliran besar: <i>sustainability stream</i> dan <i>spatial stream</i> , sedangkan tema ketujuh menjadi fondasi paradigma “urban consonance”.	dan ekologi melalui pendekatan sistemik. Menjadi dasar teoretis untuk <i>ecological urbanism</i> dan perancangan kota berbasis sistem sosial–ekologis.
2	(Alves et al., 2019) (Journal of Environmental Management)	Menilai manfaat tambahan (<i>co-benefits</i>) dari penerapan infrastruktur hijau–biru–abu-abu (GBGI) dalam pengelolaan risiko banjir perkotaan serta menentukan strategi kombinasi terbaik.	Pendekatan kuantitatif – Cost-Benefit Analysis (CBA) dengan monetisasi <i>co-benefits</i> seperti penghematan energi, kualitas udara, dan penyerapan karbon. Studi kasus di Sint Maarten (Karibia) dengan model hidrologi SWMM (1D–1D).	Kombinasi green-blue-grey infrastructure memberikan hasil paling optimal: infrastruktur abu-abu efektif dalam mengurangi banjir, sementara infrastruktur hijau menambah manfaat ekonomi dan sosial yang besar (pendinginan, udara bersih, energi, dan karbon). Nilai ekonomi proyek meningkat signifikan jika <i>co-benefits</i> dimasukkan.	Memberikan model integratif baru untuk menggabungkan <i>co-benefits</i> ekologis dan sosial ke dalam CBA. Menjadi dasar bagi kebijakan investasi infrastruktur berkelanjutan dan strategi adaptasi berbasis alam (NbS) di kawasan urban.
3	(Yao et al., 2025) (Ecological Indicators)	Menilai pengaruh jenis dan tingkat infrastruktur hijau perkotaan pada penyediaan layanan ekosistem yang beragam.	Review sistematis terhadap 235 publikasi yang mengkaji hubungan antara tipe dan level infrastruktur hijau dan layanan ekosistem.	Infrastruktur hijau seperti taman dan ruang hijau alami dominan memberikan layanan budaya dan regulasi lingkungan, dengan variasi efek pada tingkat skala lanskap sampai individu.	Memberikan pemahaman bagi perencanaan dan pengelolaan infrastruktur hijau kota untuk meningkatkan ketahanan dan kualitas lingkungan hidup.
4	(Lu et al., 2025) (Atmosphere/MDPI)	Meninjau secara sistematis penelitian terkait kebijakan <i>Sponge City</i> di Tiongkok dan	Bibliometric & Systematic Review menggunakan CiteSpace untuk analisis	Penelitian beralih dari pendekatan teknis ke pendekatan multi-dimensi (teknologi, lingkungan, institusional, sosial).	Menghasilkan kerangka analisis empat dimensi (teknis–lingkungan–institusi–sosial)

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
		peranannya dalam ketahanan banjir serta pembangunan berkelanjutan kota.	kata kunci, <i>co-occurrence</i> , dan <i>temporal evolution</i> berdasarkan 61 artikel (2017–2025). Analisis kualitatif untuk penyusunan kerangka multi-dimensi.	Hasil menunjukkan peningkatan ketahanan banjir, kualitas air, dan nilai ekonomi lahan di kota-kota pilot seperti Wuhan dan Shenzhen. Hambatan utama adalah koordinasi antar lembaga dan partisipasi publik.	yang komprehensif untuk evaluasi kebijakan <i>Sponge City</i> . Menjadi acuan teoretis global untuk integrasi NbS, tata kelola kolaboratif, dan pembangunan kota adaptif terhadap perubahan iklim.
5	(Hobbie & Grimm, 2020) (Philosophical Transactions)	Mengkaji bukti empiris mengenai efektivitas pendekatan berbasis alam (Nature-based Approaches, NbA) dalam mengelola risiko banjir perkotaan.	Systematic Literature Review (SLR) terhadap 115 artikel internasional dengan metode PRISMA dan analisis kategorisasi tema (spasial, sosial, ekologi, ekonomi).	Ditemukan bahwa nature-based approaches (seperti taman hujan, lahan basah buatan, dan green roofs) secara signifikan mengurangi limpasan air hujan dan memberikan co-benefits sosial–ekologis (kesehatan, estetika, dan keanekaragaman hayati). Namun, bukti kuantitatif jangka panjang masih terbatas.	Memberikan sintesis empiris global pertama tentang efektivitas NbA untuk banjir perkotaan. Menjadi rujukan bagi pembuat kebijakan untuk mengintegrasikan NbA dengan grey infrastructure demi ketahanan perkotaan yang berkelanjutan.
6	(Aghaloo et al., 2024) (Urban Forestry & Urban Greening)	Menjelaskan bagaimana Nature-Based Solutions (NbS) berperan dalam meningkatkan ketahanan perkotaan terhadap banjir dan identifikasi hambatan penerapannya.	Systematic Review & Qualitative Meta-analysis dengan analisis tematik terhadap lebih dari 80 artikel antara 2010–2023.	NbS terbukti meningkatkan resilience capacity melalui peningkatan infiltrasi, retensi air, dan pendinginan kota. Tantangan utama: keterbatasan kerangka kebijakan, biaya awal tinggi, dan kurangnya koordinasi antarsektor.	Menawarkan kerangka konseptual integratif yang menghubungkan NbS, urban resilience, dan socio-ecological adaptation. Menjadi dasar teoritis untuk kebijakan integratif lintas sektor dan perencanaan kota adaptif terhadap iklim.
7	(Saraswat et al., 2024) (SPSD)	Identifikasi tema-tema utama penerapan Ecosystems Approach dalam	Systematic Literature Review (PRISMA) terhadap 105 artikel (2007–	Ditemukan tiga tema kunci: ecosystem services, socio-ecological systems, dan biodiversity. Penelitian banyak dilakukan di	Menghasilkan kerangka tematik utama untuk penerapan ecosystems approach dalam

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
		perencanaan kota berkelanjutan dan menelusuri tren penelitian globalnya.	2021) + Bibliometric analysis (VOSviewer) untuk analisis kata kunci, negara, dan tren publikasi.	Tiongkok dan India, dengan tren peningkatan tajam sejak 2018. Integrasi konsep ekosistem terbukti memperkuat pembangunan kota berkelanjutan.	perencanaan kota. Memberikan dasar empiris bagi urban planner untuk mengintegrasikan aspek sosial–ekologis ke dalam kebijakan ruang dan desain kota.
8	(Frantzeskaki et al., 2019) (BioScience)	Menyoroti bagaimana <i>Nature-Based Solutions (NBS)</i> dapat menjadi strategi utama untuk meningkatkan ketahanan iklim perkotaan serta menjembatani kesenjangan antara sains, kebijakan, dan praktik.	<i>Viewpoint paper</i> berbasis sintesis literatur global & studi kasus kebijakan (UN-Habitat, EU, ICLEI, dsb). Pendekatan konseptual dengan tiga frontier penelitian: penguatan bukti global, kolaborasi lintas disiplin, dan koproduksi pengetahuan.	NBS efektif untuk mitigasi dan adaptasi iklim jika dikombinasikan dengan kebijakan lintas sektor. Terdapat gap global pada aspek <i>governance</i> dan evaluasi dampak NBS di luar konteks Eropa. Perlunya pengarusutamaan (<i>mainstreaming</i>) NBS dalam agenda SDGs dan IPCC.	Menyediakan kerangka konseptual untuk <i>mainstreaming NBS</i> melalui sinergi kebijakan, sains, dan masyarakat. Memberi dasar teoritis untuk strategi <i>nature-positive urban futures</i> dan integrasi NBS dalam perencanaan kota berketahanan iklim.
9	(Yang et al., 2024) (Frontiers)	Menganalisis tren penelitian global tentang solusi berbasis alam menggunakan pendekatan kuantitatif.	Analisis topik model LDA dan analisis kata kunci pada 2.625 artikel dari database SCOPUS antara 2009-2022.	Identifikasi tujuh topik utama, dengan fokus besar pada tata kelola perkotaan dan infrastruktur hijau; tren peningkatan riset terkait karbon dan perubahan iklim.	Memberikan gambaran komprehensif tentang perkembangan dan fokus riset solusi berbasis alam, menunjang pengambilan kebijakan dan penelitian masa depan.
10	(Adem Esmail et al., 2025) (Landscape and Urban Planning)	Mengeksplorasi bagaimana proses geodesign dapat mendukung penciptaan rencana kota transformatif	<i>Quantitative modelling</i> dan <i>spatial-temporal analysis</i> terhadap 48 kota di Tiongkok	Nilai ketahanan ekologis kota menurun di awal periode urbanisasi namun meningkat kembali setelah kebijakan konservasi diterapkan. Ada korelasi negatif	Menyediakan model evaluasi kuantitatif yang menggabungkan empat dimensi ketahanan ekologis dan dapat diterapkan untuk

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
		yang menggabungkan kebutuhan perumahan dan solusi berbasis alam.	(1985–2020). Indikator dihitung menggunakan data ekosistem, sosial-ekonomi, dan spasial. Analisis korelasi antara tingkat urbanisasi dan indeks ketahanan ekologis.	antara tingkat urbanisasi tinggi dan penurunan ketahanan ekologis. Kota dengan tata ruang hijau dan diversifikasi lanskap menunjukkan nilai ketahanan tertinggi.	<i>urban planning</i> dan kebijakan pembangunan berkelanjutan. Mendorong pendekatan multidimensi untuk mengukur daya tahan ekologi perkotaan.
11	(Wang et al., 2023) (Frontiers in Ecology and Evolution)	Pengembangan kerangka kuantitatif untuk menilai <i>urban ecological resilience</i> berdasarkan empat atribut utama: adaptasi, ketangguhan, redundansi, dan keragaman.	Sistematik review literatur SCOPUS dengan fokus pada teknik bioremediasi, agroekologi, serta teknologi presisi dan AI.	Metode baru seperti biochar, agroforestri, dan pertanian presisi menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan biodiversitas dan kesuburan tanah.	Memberikan panduan teknologi terbaru untuk pemulihan tanah yang berkelanjutan dan mendorong integrasi kebijakan serta penelitian partisipatif.
12	(Hong et al., 2025) (Landscape and Urban Planning)	Pengembangan model konseptual multi-skala untuk penilaian "wildness" habitat perkotaan dalam konteks restorasi ekosistem dan urban rewilding.	Studi empiris dengan survei tumbuhan dan sekuensing tinggi biodiversitas tanah dan tumbuhan di 144 biotop di 12 habitat perkotaan di Wuhan.	Identifikasi indikator kunci seperti keanekaragaman tumbuhan spontan dan indeks multidiversitas tanah sebagai proxy wildness; penentuan ambang pengelolaan.	Menyediakan alat kuantitatif untuk mengarahkan praktik restorasi dan pengelolaan habitat perkotaan berbasis alamiah.
13	(Shen et al., 2025) (Land Use Policy)	Menganalisis dampak perubahan penggunaan lahan terhadap penyimpanan karbon di wilayah perkotaan dan	Analisis spatio-temporal menggunakan Google Earth Engine dan model InVEST terhadap perubahan	Peningkatan tutupan hutan 55% melalui program aforestasi meningkatkan stok karbon, namun urbanisasi masif menyebabkan kerugian karbon besar di lahan pertanian dan padang rumput.	Menawarkan wawasan penting untuk kebijakan penggunaan lahan berkelanjutan yang mengimbangi pertumbuhan kota dengan konservasi karbon.

No	Jurnal	Tujuan	Metode	Hasil	Kontribusi
		restorasi ekologi.	tutupan lahan selama 30 tahun.		
14	(Frantzeskaki et al., 2019) (Science)	Menyajikan sintesis peran dan potensi solusi berbasis alam dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim perkotaan melalui proses koproduksi pengetahuan.	Diskusi dan analisis konseptual berbasis lokakarya dengan banyak pemangku kepentingan dan literatur terkait.	Solusi berbasis alam dapat meningkatkan ketahanan iklim, kesejahteraan sosial, dan kesehatan masyarakat, meski tantangan integrasi data dan kebijakan tetap ada.	Menawarkan kerangka kerja kolaboratif interdisipliner yang mendukung mainstreaming dan penerapan solusi berbasis alam di kota.
15	(Huang & Feng, 2025) (Water/MDPI)	Pengembangan kerangka evaluasi terpadu untuk menilai ketangguhan kota terhadap banjir dengan mengombinasikan metode AHP, entropy, dan model cloud.	Analisis gabungan kuantitatif dan kualitatif menggunakan 24 indikator ketangguhan di berbagai sistem; data tahun 2014-2024 dari 27 kota di China.	Ketangguhan banjir kota meningkat secara signifikan, dengan kota megah mencapai ketahanan tinggi; faktor utama adalah alokasi air, sistem ekonomi, dan sosial.	Menyediakan model ilmiah yang mendukung manajemen risiko bencana perkotaan dengan rekomendasi perencanaan berkelanjutan.

Sumber : *Hasil Analisa*, 2025

Berdasarkan hasil sintesis, dalam temuan tematik utama ditemukan empat tema besar seperti yang terdapat dalam tabel berikut :

Tabel 2. Sintesis temuan RSR

No	Tema	Artikel Kunci	Temuan Utama	Implikasi untuk Urban Planning
1	Integrasi Sistem Alami dalam Tata Ruang	Heymans et al. (2019); Saraswati et al. (2024); Esmail (2025); Lu et al. (2025)	Pendekatan sistemik dan geodesign dapat memperkuat ketahanan lingkungan dan adaptasi terhadap perubahan iklim melalui integrasi sistem ekologi dalam perencanaan ruang kota	Sistem ekologi alami terdorong untuk diterapkan dalam rencana tata ruang dan kebijakan kota adaptif
2	Green Network dan Biodiversitas Urban	Yao et al. (2025); Hong et al. (2025); Shen et al. (2025)	Kenyamanan termal kota, mitigasi karbon terwujud dengan adanya kontribusi dari jaringan hijau yang juga dapat meningkatkan	Menghasilkan green network yang mendasari desain kota berketahanan dan rendah karbon

			konektivitas ekologis, serta memperkaya biodiversitas.	
3	Governance dan Partisipasi Sosial	Lu et al. (2025); Frantzeskaki & McPhearson (2021); Grimm et al. (2015); Aghaloo et al. (2023)	Tata Kelola kolaboratif, koordinasi lintas Lembaga, dan partisipasi Masyarakat dalam perencanaan dan pengelolaan menjadi kunci terwujudnya NbS	Integrasi partisipasi public dan tata Kelola kolaboratif terwujud dalam kebijakan lingkungan
4	Nilai Ekonomi dan Sosial dari Ekosistem	Alves et al. (2019); Hobbie & Grimm (2019); Lu et al. (2025)	Penerapan solusi berbasis alam akan menghasilkan manfaat ekonomi yaitu penghematan energi dan peningkatan nilai lahan, serta manfaat sosial di segi kesehatan, estetika, kesejahteraan dalam	Co-benefits ekosistem menjadi penting dalam perencanaan investasi kota berkelanjutan

Sumber : Hasil Analisa, 2025

Sintesis antar tema integrasi ekologi dalam perencanaan kota, antara lain:

1. Keterpaduan sistem alami harus dipandang tidak lagi sebagai tambahan, melainkan sebagai struktur dasar dari sebuah kota yang menjadi acuan dalam pertumbuhan ruang, infrastruktur, dan aktivitas sosial.
2. *Green network* tidak hanya dipandang ataupun difungsikan ruang hijau, tetapi juga sebagai jaringan fungsi ekologis yang menghubungkan biodiversitas, kesejahteraan manusia, dan keberlanjutan karbon kota.
3. Governance kolaboratif berperan penting pada efektifitas pengelolaan ekologi kota dengan menumbuhkan rasa memiliki Masyarakat terhadap ekosistem kota
4. Pergeseran paradigma kebijakan kota dari yang awalnya *cost-based planning* menjadi *value-based ecological planning*, akan terdorong oleh adanya pengakuan atas nilai ekonomi dan sosial dari ekosistem.

Dari sistesis konseptual keseluruhan literatur, dapat disimpulkan bahwa **pendekatan ekologi alami** membentuk dasar bagi **desain kota yang resilien terhadap perubahan iklim**, dengan bentuk kerangka konseptual integrative sebagai berikut:

Tabel 3. Integrasi Tematik dan Arah Pengembangan Riset

Dimensi	Fokus Utama	Implikasi Integratif
Ekologi Spasial	Sistem Alami dan Jaringan Hijau	Menjadi struktur utama pengendali pertumbuhan kota dan mitigasi bencana
Sosial-Intitusional	Tata Kelola Kolaboratif dan Partisipatif	Menjamin keberlanjutan jangka Panjang dan keadilan lingkungan
Ekonomi-Ekologi	Co-Benefits dan Valuasi Ekosistem	Mendorong investasi hijau dan kebijakan berbasis nilai

Teknologi-Adaptif	Geodesign dan NbS	Memperkuat adaptasi terhadap perubahan iklim melalui integrasi spasial dan sosial
-------------------	-------------------	---

Sumber: *Hasil Analisa*, 2025

KESIMPULAN

Pendekatan ekologi alami memberikan dasar berpikir yang kuat untuk menciptakan sistem pengelolaan ruang kota yang tangguh terhadap dampak perubahan iklim. Pendekatan ini menekankan pentingnya integrasi fungsi dan proses alamiah—seperti air, vegetasi, dan tanah—ke dalam sistem tata ruang kota. Melalui pembangunan jaringan hijau yang saling terhubung, penerapan mekanisme tata kelola yang partisipatif, serta penghargaan terhadap nilai ekonomi dan sosial dari ekosistem, kota tidak hanya mampu bertahan dari tekanan lingkungan, tetapi juga tumbuh sebagai ruang hidup yang adil, adaptif, dan regeneratif. Dengan demikian, arah pembangunan kota di masa depan harus bergeser dari pola pembangunan fisik yang bersifat teknokratik menuju paradigma urbanisme ekologis, di mana alam menjadi fondasi utama bagi keberlanjutan dan ketahanan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adem Esmail, B., Cortinovis, C., Bast, S., Anderson, C. C., Suleiman, L., Arciniegas, G., Geneletti, D., Mörtberg, U., & Albert, C. (2025). Planning for transformative change with nature-based solutions: A geodesign application in Stockholm. *Landscape and Urban Planning*, 257(January). <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105303>
- Aghaloo, K., Sharifi, A., Habibzadeh, N., Ali, T., & Chiu, Y. R. (2024). How nature-based solutions can enhance urban resilience to flooding and climate change and provide other co-benefits: A systematic review and taxonomy. *Urban Forestry and Urban Greening*, 95(September 2023), 128320. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128320>
- Alves, A., Gersonius, B., Kapelan, Z., Vojinovic, Z., & Sanchez, A. (2019). Assessing the Co-Benefits of green-blue-grey infrastructure for sustainable urban flood risk management. *Journal of Environmental Management*, 239(March), 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.036>
- Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Collier, M. J., Kendal, D., Bulkeley, H., Dumitru, A., Walsh, C., Noble, K., Van Wyk, E., Ordóñez, C., Oke, C., & Pintér, L. (2019). Nature-based solutions for urban climate change adaptation: Linking science, policy, and practice communities for evidence-based decision-making. *BioScience*, 69(6), 455–466. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz042>
- Heymans, A., Breadsell, J., Morrison, G. M., Byrne, J. J., & Eon, C. (2019). Ecological urban planning and design: A systematic literature review. *Sustainability (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/su11133723>
- Hobbie, S. E., & Grimm, N. B. (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1794). <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0124>
- Hong, G., Li, M., Liang, S., & Wu, X. (2025). Characterization of multi-scale urban habitat wildness: Integration of the rewilding theory into novel urban ecosystem restoration and management.

Landscape and Urban Planning, 264(February), 105481.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105481>

- Huang, Z., & Feng, C. (2025). Comprehensive Evaluation of Urban Storm Flooding Resilience by Integrating AHP–Entropy Weight Method and Cloud Model. *Water (Switzerland)*, 17(17). <https://doi.org/10.3390/w17172576>
- Lu, Y., Huang, M., Xiao, H., Lu, Z., Xie, M., & Chen, K. (2025). Keyword Analysis and Systematic Review of China’s Sponge City Policy and Flood Management Research. *Atmosphere*, 16(9), 1–24. <https://doi.org/10.3390/atmos16091090>
- Saraswat, A., Pipralia, S., & Kumar, A. (2024). Exploring the Application of Ecosystems Approach to Urban Planning: A Systematic Literature Review. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 12(2), 28–42. https://doi.org/10.14246/IRSPSD.12.2_28
- Shen, F., Haseeb, M., Tahir, Z., Mahmood, S. A., & Tariq, A. (2025). Reimagining land use policies: Carbon trade-offs between urbanization and ecological restoration. *Land Use Policy*, 158(July), 107770. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2025.107770>
- Wang, Y., Cai, Y., Xie, Y., Zhang, P., & Chen, L. (2023). *A quantitative framework to evaluate urban ecological resilience : broadening understanding through multi-attribute perspectives*. November, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1144244>
- Yang, H., Chae, J., Song, C., & Choi, E. (2024). Research trends of nature-based solutions: from urban to climate change. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7(June), 1–15. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1351189>
- Yao, Y., Zheng, H., Ouyang, Z., Gong, C., Zhang, J., Ying, L., & Wen, Z. (2025). Impact of urban green infrastructure on ecosystem services: A systematic review. *Ecological Indicators*, 178(January), 113885. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113885>