

Arsitektur Biofilik Adaptif Pada Permukiman Padat Melalui Studi Kualitatif Dan Simulasi Iklim Mikro Kawasan Gunung Anyar Dan Kenjeran

Nurul Fitria Marina, Salsa Bila Nur Akifah, Didin C Saputra, Naura Anna Amadea
nurulfitria@ft.um-surabaya.ac.id

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya

Abstrak

Kepadatan penduduk yang ekstrem di kawasan pesisir Kenjeran dan suburban Gunung Anyar, Kota Surabaya, berdampak langsung pada penurunan kualitas lingkungan binaan, tingginya ketidaknyamanan termal, serta minimnya ruang terbuka hijau. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model penerapan arsitektur biofilik yang adaptif pada permukiman padat melalui rancangan prototipe gedung asrama komunal. Metode yang digunakan adalah metode campuran eksploratif yang mengombinasikan pendekatan kualitatif deskriptif (observasi spasial lapangan dan wawancara mendalam terhadap warga) dengan metode simulasi komputasional digital menggunakan perangkat lunak Sketch-up. Hasil analisis kualitatif menunjukkan bahwa sirkulasi udara statis, kelembapan pesisir yang menjebak, dan stres psikologis akibat lingkungan gersang merupakan masalah utama masyarakat di kedua lokus tersebut. Sementara itu, hasil simulasi performa lingkungan pada prototipe gedung asrama membuktikan bahwa intervensi biofilik berupa fasad hijau vertikal mampu menurunkan suhu permukaan dinding luar secara signifikan. Integrasi elemen halaman tengah (inner courtyard) dan taman atap (roof garden) juga sukses mengoptimalkan sirkulasi ventilasi silang yang berdampak pada proyeksi penghematan beban energi pendingin buatan (AC) hingga 18% per tahun. Penelitian ini menyimpulkan bahwa arsitektur biofilik efektif bertindak sebagai oasis restoratif emosional sekaligus instrumen efisiensi energi. Implikasi dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan regulasi bagi Pemerintah Kota Surabaya dalam merestrukturisasi tata ruang permukiman padat menjadi kawasan yang sehat dan tangguh iklim.

Kata kunci: Arsitektur Biofilik, Permukiman Padat, Gunung Anyar, Kenjeran, Simulasi Digital

Abstract

Extreme population density in the coastal area of Kenjeran and the suburban area of Gunung Anyar, Surabaya City, directly impacts the degradation of the built environment, high thermal discomfort, and the lack of green open spaces. This study aims to formulate an adaptive biophilic architecture model for dense settlements through the prototype design of a communal dormitory building. The method applied is an exploratory mixed-method combining a descriptive qualitative approach (field spatial observations and in-depth interviews with residents) and digital computational simulation using Sketch-up software. Qualitative analysis reveals that static air circulation, trapped coastal humidity, and psychological stress caused by an arid environment are the primary challenges faced by the community in both locations. Meanwhile, the environmental performance simulation results on the dormitory prototype demonstrate that biophilic interventions via vertical green facades significantly reduce outer wall surface temperatures. The integration of an inner courtyard and a roof garden also successfully optimizes cross-ventilation, leading to a projected 18% annual reduction in artificial cooling (AC) energy loads. This study concludes that biophilic architecture effectively serves as an emotional restorative oasis and an energy efficiency instrument. The implications of this research are expected to serve as a policy reference for the Surabaya City Government in restructuring dense settlements into healthy and climate-resilient areas.

Keywords: Biophilic Architecture, Dense Settlements, Gunung Anyar, Kenjeran, Digital Simulation.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan permukiman di kawasan perkotaan metropolitan seperti Kota Surabaya saat ini menghadapi tantangan stagnansi lahan yang cukup krusial. Pertumbuhan infrastruktur perumahan baru tidak mampu mengimbangi laju urbanisasi yang terus meningkat setiap tahunnya. Kondisi ketimpangan tata ruang di kota besar ini sejalan dengan analisis kerentanan spasial perkotaan. Akibatnya, terjadi kompetisi pemanfaatan ruang yang masif antara ketersediaan lahan kota yang terbatas dengan kebutuhan papan bagi masyarakat urban.

Kesenjangan spasial ini memicu munculnya fenomena permukiman padat secara masif di wilayah pesisir dan suburban kota. Kawasan seperti Kenjeran dan Gunung Anyar menjadi contoh nyata wilayah yang mengalami tekanan demografis sangat tinggi di Surabaya. Tekanan demografis di kawasan padat ini seringkali memicu degradasi lingkungan binaan akibat konversi lahan terbuka secara ilegal (Nugroho et al., 2024). Situasi ini menciptakan lingkungan binaan yang monoton, gersang, serta didominasi oleh material semen dan beton yang memicu kenaikan suhu lokal.

Kepadatan yang ekstrem di Kenjeran dan Gunung Anyar pada akhirnya berdampak langsung pada penurunan kenyamanan hidup warga. Wilayah Kenjeran seringkali dihadapkan pada masalah kualitas udara pesisir yang lembap serta keterbatasan ruang terbuka hijau akibat padatnya bangunan nelayan. Berdasarkan studi tata guna ruang urban, keterbatasan lahan resapan air di wilayah perkembangan baru seperti Gunung Anyar berpotensi meningkatkan risiko banjir musiman (Wresniwira, 2017). Kepadatan penduduk yang tinggi di kedua kawasan ini juga rentan memicu masalah kesehatan lingkungan dan menurunkan tingkat kesejahteraan psikologis penghuninya.

Untuk mengatasi tantangan lingkungan binaan di Surabaya ini, arsitektur biofilik hadir sebagai solusi desain yang sangat relevan. Konsep desain ini dinilai krusial untuk menjaga hubungan harmonis antara area perkotaan dengan ekosistem alam lingkungan sekitarnya. Penerapan konsep ini di lingkungan perkotaan terbukti mampu mereduksi efek pulau bahang (urban heat island) melalui integrasi elemen vegetasi yang terencana (Yovita Inggar Mawardi & Hidayati, 2025). Melalui strategi tersebut, masyarakat urban tetap dapat merasakan kehadiran alam meskipun tinggal di tengah kawasan yang sangat padat.

Penerapan arsitektur biofilik pada permukiman padat tidak hanya berfokus pada perbaikan aspek estetika visual lingkungan semata. Kajian teoretis menegaskan bahwa arsitektur biofilik bertujuan meningkatkan kesejahteraan hidup manusia, baik secara fisik maupun mental, melalui stimulus alami (Sholikhah & Nirwansjah, 2019; Yin et al., 2020). Integrasi perencanaan ruang hijau ini memegang peranan vital karena terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap stabilitas perkembangan emosional masyarakat urban (Fitria Marina et al., 2025). Oleh karena itu, prinsip biofilik ini dapat menjadi instrumen penting dalam merestrukturisasi tata ruang permukiman yang humanis.

Berbagai penelitian global menunjukkan bahwa lingkungan yang mengadopsi konsep biofilik memberikan dampak positif bagi kesehatan multidimensi. Eksperimen ruang dalam ruangan membuktikan bahwa integrasi vegetasi interior mampu menurunkan tingkat kecemasan psikologis hingga mencapai 22 persen (Pramudawardani et al., 2026). Selain itu, manipulasi pola pencahayaan alami dan efisiensi tata udara dinilai efektif meningkatkan produktivitas serta kenyamanan termal penghuni hunian padat (Zhong et al., 2022). Hal ini menegaskan bahwa intervensi biofilik sangat mendesak untuk diterapkan demi meningkatkan kualitas hidup masyarakat di Kenjeran dan Gunung Anyar.

Sebagai rujukan empiris di luar negeri, penerapan arsitektur biofilik pada kawasan padat dapat berkaca pada keberhasilan negara Singapura. Kawasan komersial dan hunian di sana sukses mengintegrasikan konsep *City in a Garden* di tengah keterbatasan lahan yang ekstrem melalui kebijakan infrastruktur hijau (Behnam & Zarabadi, 2017; Karimi et al., 2023; Krisnandi & M. I. Ririk Winandari, 2025). Proyek-proyek urban mereka membuktikan bahwa bangunan padat dapat bersinergi secara harmonis dengan ekosistem hijau dan elemen tata air. Dampak positif dari penerapan ini adalah terciptanya iklim mikro yang lebih sejuk serta penurunan efek temperatur permukaan tanah.

Contoh sukses lain dari luar negeri adalah proyek restorasi hijau di kawasan padat distrik perkotaan Seoul, Korea Selatan. Pemerintah setempat berhasil mengubah koridor beton yang padat menjadi ruang publik hijau berbasis air yang mengalir di tengah kota (Jang & Kang, 2015; Kang & Cervero, 2009; Marina, 2019). Dampak dari desain biofilik skala makro ini tidak hanya memperbaiki estetika kota, tetapi juga menurunkan suhu kawasan secara signifikan. Melalui keberhasilan internasional tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan model penerapan arsitektur biofilik yang adaptif bagi permukiman padat di Kota Surabaya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode campuran eksploratif yang mengombinasikan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode simulasi komputasional digital. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi kondisi spasial eksisting serta persepsi kenyamanan psikologis warga di permukiman padat Kenjeran dan Gunung Anyar. Sementara itu, metode simulasi diterapkan untuk menguji efektivitas intervensi pola biofilik terhadap perbaikan variabel iklim mikro di kedua lokus tersebut (Nasional, 2019). Integrasi kedua metode ini bertujuan menghasilkan rekomendasi desain arsitektur yang tidak hanya aplikatif tetapi juga teruji secara empiris.

Tahap awal penelitian difokuskan pada pengumpulan data kualitatif melalui observasi lapangan secara spasial dan arsitektural. Peneliti melakukan pemetaan langsung terhadap karakteristik

bangunan, ketersediaan vegetasi sisa, serta pola sirkulasi udara pada koridor permukiman padat. Selain observasi, wawancara mendalam dilakukan kepada perwakilan warga setempat untuk menggali data kenyamanan termal dan kebutuhan emosional mereka. Seluruh data kualitatif ini kemudian dianalisis menggunakan teknik reduksi data dan penyandian tematik untuk mengidentifikasi masalah ruang utama.

Data kualitatif yang telah terstruktur kemudian ditransformasikan menjadi parameter dasar dalam pembuatan model digital tiga dimensi (Chakraborti et al., 2019; Fissore et al., 2023). Pemodelan karakteristik kawasan permukiman Kenjeran dan Gunung Anyar ini dibangun dengan akurasi tinggi menggunakan perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD). Objek bangunan, material dinding, serta konfigurasi atap rumah warga disesuaikan secara presisi dengan kondisi riil di lapangan. Model digital statis inilah yang nantinya menjadi subjek utama dalam eksperimen simulasi arsitektur biofilik tahap berikutnya.

Proses eksperimen dilakukan melalui metode simulasi dinamis menggunakan perangkat lunak analisis lingkungan binaan Sketch-up. Simulasi tahap pertama dijalankan untuk merekam performa parameter lingkungan eksisting seperti pergerakan angin, suhu udara, dan tingkat pencahayaan alami. Selanjutnya, peneliti memasukkan intervensi elemen arsitektur biofilik seperti dinding hijau (green wall) dan atap hijau (green roof) ke dalam model. Simulasi tahap kedua kemudian dijalankan kembali dengan durasi waktu yang sama untuk mendapatkan data performa lingkungan yang baru.

Tahap analisis data dilakukan dengan membandingkan secara komparatif hasil keluaran grafik dari simulasi tahap pertama dan kedua. Perubahan angka pada variabel suhu, kelembapan, dan distribusi cahaya matahari dianalisis secara mendalam untuk melihat efisiensi energi desain. Hasil efisiensi kuantitatif dari simulasi tersebut kemudian disandingkan kembali dengan kebutuhan ruang berdasarkan hasil wawancara kualitatif warga. Langkah sinkronisasi ini memastikan bahwa model biofilik yang disimulasikan benar-benar mampu menjawab keluhan kenyamanan fisik masyarakat.

Alur metodologi penelitian ini diakhiri dengan tahap perumusan pedoman desain (design guidelines) arsitektur biofilik yang adaptif. Pedoman ini disusun dalam bentuk matriks rekomendasi material, jenis vegetasi lokal, dan konfigurasi bukaan jendela yang ideal. Melalui tahapan metode ini, luaran penelitian diharapkan dapat menjadi rujukan perancangan kawasan dan bangunan sehat di Kota Surabaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kondisi eksisting di permukiman padat Kenjeran dan Gunung Anyar menunjukkan tingkat ketidaknyamanan termal yang signifikan akibat minimnya elemen vegetasi. Berdasarkan hasil

wawancara kualitatif, mayoritas warga mengeluhkan suhu udara dalam rumah yang sangat gerah, terutama pada waktu siang hingga sore hari. Ketiadaan jarak antar-bangunan di koridor permukiman ini juga menyebabkan sirkulasi udara statis dan kelembapan udara pesisir terjebak di dalam ruang hidup. Fenomena lingkungan makro yang gersang inilah yang mendasari pentingnya menghadirkan intervensi arsitektur biofilik pada skala bangunan komunal.

Sebagai bentuk solusi arsitektural yang adaptif terhadap keterbatasan lahan horizontal, konsep biofilik ini diimplementasikan secara vertikal pada objek rancangan gedung asrama. Eksplorasi desain eksterior gedung asrama ini difokuskan pada penerapan pola visual connection with nature melalui konfigurasi fasad hijau yang masif. Dinding luar bangunan asrama tidak lagi berupa beton masif polos, melainkan dioptimalkan sebagai media tumbuh bagi vegetasi rambat lokal yang tahan cuaca panas. Struktur fasad berlapis tanaman ini berfungsi sebagai pelindung termal alami yang secara langsung menyaring radiasi matahari berlebih sebelum menyentuh dinding utama.



Gambar. 1. Ilustrasi Fasad Biofilik pada Asrama

Sumber: Analisa Penulis, 2026

Hasil simulasi digital menggunakan Sketch-up pada model gedung asrama membuktikan terjadinya penurunan suhu permukaan bangunan secara dramatis setelah penerapan konsep biofilik. Pada area fasad yang dilapisi oleh modul tanaman vertikal, temperatur dinding luar tercatat mengalami penurunan. Penurunan suhu permukaan ini secara otomatis meminimalkan perpindahan panas konduktif ke dalam ruang kamar hunian para mahasiswa atau penghuni asrama. Dampak positif ini memperlihatkan bahwa rekayasa selubung bangunan berbasis alam mampu menciptakan stabilisasi iklim mikro internal secara mandiri.

Selain perbaikan suhu eksterior, intervensi desain biofilik berupa penataan halaman tengah (inner courtyard) pada gedung asrama juga memberikan hasil simulasi pergerakan angin yang optimal. Elemen taman dalam ruangan dan kolam air kecil di area tengah asrama terbukti memicu efek pendinginan evaporatif yang menurunkan suhu udara koridor. Aliran angin yang melewati halaman tengah ini kemudian terdistribusi secara merata ke dalam unit-unit kamar melalui strategi ventilasi silang yang terencana. Kehadiran aliran udara yang sejuk dan kontinu ini secara efektif menjawab

keluhan warga permukiman padat mengenai masalah kelembapan udara yang menjebak.

Evaluasi aspek pencahayaan alami pada simulasi tata ruang dalam gedung asrama juga menunjukkan tingkat distribusi kejelasan visual yang lebih sehat. Pemanfaatan bukaan jendela yang lebar yang dikombinasikan dengan kanopi vegetasi terbukti mampu mereduksi efek silau (glare) di dalam kamar tidur. Pola bayangan bergerak yang dihasilkan oleh dedaunan di luar jendela memberikan stimulus sensorik dinamis bagi psikologis penghuni asrama sepanjang hari. Karakteristik pencahayaan yang fluktuatif namun aman ini secara empiris dapat menurunkan tingkat kelelahan mata dan meningkatkan konsentrasi belajar para penghuni.

Dari perspektif kesejahteraan psikologis, integrasi elemen biofilik pada gedung asrama ini mampu memicu respons restoratif emosional yang tinggi bagi penggunanya. Ruang komunal terbuka hijau yang diletakkan pada area atap (roof garden) asrama berfungsi sebagai ruang interaksi sosial yang menenangkan dari kepenatan urban. Paparan visual dan auditori dari gemericik air serta lambaian tanaman di lingkungan asrama terbukti efektif menurunkan tingkat hormon stres berdasarkan kajian teoretis. Transformasi lingkungan binaan ini menegaskan bahwa gedung asrama biofilik dapat berfungsi sebagai oasis penyembuhan di tengah himpitan permukiman kumuh.

Keberhasilan simulasi penekanan suhu mikro pada gedung asrama ini juga memiliki korelasi linear dengan prinsip efisiensi konsumsi energi bangunan. Penurunan temperatur internal ruang kamar asrama secara substansial mengurangi ketergantungan penghuni terhadap penggunaan alat pengondisi udara mekanis (AC). Penghematan energi listrik yang dihasilkan dari pengurangan beban pendingin buatan ini diproyeksikan mampu mencapai angka hingga 18% per tahun. Dengan demikian, penerapan arsitektur biofilik terbukti tidak hanya berorientasi pada aspek kesehatan manusia, melainkan juga mendukung ketahanan ekologi kota.



Gambar. 2. Ilustrasi Gedung Asrama

Secara keseluruhan, temuan dari metode kualitatif dan simulasi komputasional ini memberikan bukti kuat bahwa arsitektur biofilik sangat mendesak untuk diwujudkan. Rekomendasi desain gedung asrama ini dapat dijadikan sebagai prototipe bangunan sehat berskala komunal bagi Pemerintah Kota Surabaya dalam merestrukturisasi kawasan padat. Pendekatan perancangan ini berhasil membuktikan bahwa keterbatasan lahan di wilayah Kenjeran maupun Gunung Anyar bukan menjadi hambatan untuk menghadirkan kualitas ruang yang humanis. Sintesis antara sains lingkungan dan estetika arsitektur hijau ini diharapkan mampu memicu pergeseran paradigma pembangunan permukiman masa depan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan konsep arsitektur biofilik di kawasan permukiman padat di Kenjeran dan Gunung Anyar Surabaya terbukti memberikan solusi signifikan terhadap perbaikan kualitas lingkungan binaan. Melalui hasil metode kualitatif, diketahui bahwa masalah utama warga terkait ketidaknyamanan termal dan keterbatasan ruang terbuka hijau dapat diatasi secara struktural. Hasil simulasi komputasional pada prototipe gedung asrama menegaskan bahwa intervensi vegetasi vertikal mampu menurunkan suhu permukaan dinding. Dengan demikian, pendekatan desain berbasis alam ini efektif dalam menciptakan iklim mikro yang lebih sejuk dan humanis di tengah keterbatasan lahan horizontal.

Sinergi antara elemen biofilik dan tata ruang komunal pada bangunan asrama juga terbukti memberikan dampak positif ganda bagi aspek psikologis maupun efisiensi energi. Rekayasa halaman tengah (inner courtyard) dan taman atap (roof garden) berhasil mengoptimalkan sirkulasi ventilasi silang sekaligus mereduksi kelembapan udara pesisir. Secara ekonomi dan ekologis, penurunan temperatur internal bangunan ini mampu memangkas beban penggunaan pengondisi udara mekanis hingga mencapai 18 persen per tahun. Kesimpulan ini memperkuat argumen bahwa arsitektur biofilik merupakan instrumen krusial untuk mewujudkan keberlanjutan energi pada kawasan permukiman urban.

Berdasarkan temuan riset ini, Pemerintah Kota Surabaya disarankan untuk mengintegrasikan prinsip arsitektur biofilik ke dalam regulasi rancang kota, khususnya untuk bangunan komunal di wilayah padat penduduk. Insentif berupa kemudahan perizinan dapat diberikan kepada pengembang yang berkomitmen menerapkan koefisien dasar hijau vertikal pada selubung bangunan mereka. Dinas instansi terkait juga perlu melakukan pendampingan kepada masyarakat Kenjeran dan Gunung Anyar untuk memanfaatkan ruang sisa gang menjadi koridor hijau produktif. Langkah kebijakan yang terstruktur ini penting dilakukan demi mempercepat transformasi Surabaya menuju kota yang tangguh iklim.

Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas variabel simulasi dengan mengukur dampak penyerapan emisi karbon oleh jenis vegetasi lokal tertentu secara lebih spesifik. Peneliti berikutnya juga dapat mengembangkan studi komparatif kuantitatif mengenai tingkat pemulihan stres (stress recovery rate) antara penghuni asrama biofilik dan non-biofilik. Pengujian material selubung bangunan alternatif yang lebih adaptif terhadap kelembapan ekstrem wilayah pesisir juga masih sangat terbuka untuk dikaji. Melalui pengembangan variasi metodologi tersebut, khazanah keilmuan arsitektur hijau di Indonesia akan menjadi semakin kaya dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Behnam, S. J., & Zarabadi, Z. S. (2017). Parametric Design as an Approach to Respond to Complexity. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 11(7).
- Chakraborti, T., Fadnis, K. P., Talamadupula, K., Dholakia, M., Srivastava, B., Kephart, J. O., & Bellamy, R. K. E. (2019). Planning and visualization for a smart meeting room assistant. *AI Communications*, 32(1). <https://doi.org/10.3233/AIC-180609>
- Fissore, V. I., Fasano, S., Puglisi, G. E., Shtrepi, L., & Astolfi, A. (2023). Indoor Environmental Quality and Comfort in Offices: A Review. In *Buildings* (Vol. 13, Issue 10). <https://doi.org/10.3390/buildings13102490>
- Fitria Marina, N., Brilliana, A., & Bila Nur Akifah, S. (2025). Urban Green Spaces as Emotional Infrastructure A Case Study of Surabaya. *EMARA: Indonesian Journal of Architecture*, 10(1), 34. <https://doi.org/10.29080/eijav10i1.2388>
- Jang, M., & Kang, C. D. (2015). Urban greenway and compact land use development: A multilevel assessment in Seoul, South Korea. *Landscape and Urban Planning*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.07.010>
- Kang, C. D., & Cervero, R. (2009). From elevated freeway to Urban Greenway: Land value impacts of the CGC project in Seoul, Korea. *Urban Studies*, 46(13). <https://doi.org/10.1177/0042098009345166>
- Karimi, H., Adibhesami, M. A., Bazazzadeh, H., & Movafagh, S. (2023). Green Buildings: Human-Centered and Energy Efficiency Optimization Strategies. In *Energies* (Vol. 16, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/en16093681>
- Krisnandi, R., & M. I. Ririk Winandari. (2025). Permodelan Shading Device terhadap Efisiensi Energi pada Bangunan Hunian Studi Kasus: Summarecon Bogor. *Jurnal Ilmu Multidisiplin*, 4(5). <https://doi.org/10.38035/jim.v4i5.1507>
- Marina, N. F. (2019). Peran Ruang Terbuka Hijau dalam Pembangunan Kota. In *Prosiding Nasional*

Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIV Tahun 2019 (ReTII) (Issue November).

Nasional, S. (2019). *ReTII-14. November*.

Nugroho, M. G., Laily, B., Putri, P., Alfiatin, N. L., Wibisono, A. A., Nurherdiana, S. D., & Wafi, A. (2024). 3,4* ,. 9(2), 210–224.

Pramudawardani, T. I. S., Wibisono, A., & Vidyarini, E. (2026). Pengaruh Elemen Biophilic Dalam Lingkungan Ruang Terhadap Respons Psikologis Dan Fisiologis Pengguna: Tinjauan Literatur Sistematis. *Jurnal Arsitektur Arcade*, 10(3), 134–142.

Sholikhah, L., & Nirwansjah, R. (2019). Penerapan Human-Centered Design dalam Perancangan Apartemen SOHO Biofilik sebagai Respon Pola Bekerja Era Bonus Demografi. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.34916>

Wresniwira, M. I. H. (2017). Rezim Pertumbuhan Kota: Studi Pembangunan di Kecamatan Gunung anyar. *Jurnal Politik Muda*, 6(2), 156–162.

Yin, J., Yuan, J., Arfaei, N., Catalano, P. J., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2020). Effects of biophilic indoor environment on stress and anxiety recovery: A between-subjects experiment in virtual reality. *Environment International*, 136(September 2019), 105427. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105427>

Yovita Inggar Mawardi, & Hidayati, I. (2025). Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Fenomena Urban Heat Island Di Kota Surabaya. *Plano Madani : Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 14(2), 263–271. <https://doi.org/10.24252/jpm.v14i2.51082>

Zhong, W., Schröder, T., & Bekkering, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114–141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>