

PENDEKATAN ARSITEKTUR BIOMIMIKRI TERHADAP BALE PRANA DI KELURAHAN KEBON SIRIH

Laura Fiona Kayan¹⁾, Sutarki Sutisna^{2)*}

¹⁾Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta, laura.fioo13@gmail.com

^{2)*} Program Studi S1 Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta, sutarkis@ft.untar.ac.id

*Penulis Korespondensi: sutarkis@ft.untar.ac.id

Masuk: 14-07-2025, revisi: 19-08-2025, diterima untuk diterbitkan: 23-10-2025

Abstrak

Fenomena polusi udara di Jakarta telah mencapai titik kritis, ditandai dengan ditetapkannya kota ini sebagai pemilik Indeks Kualitas Udara (AQI) tertinggi di dunia pada 13 Agustus 2024. Kadar partikulat halus (PM2.5) yang melebihi ambang batas aman WHO menyebabkan lonjakan signifikan pada kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), terutama di wilayah urban padat penduduk. Sayangnya, respons arsitektural terhadap krisis ini masih minim, terutama dalam merancang ruang yang mendukung kesehatan pernapasan masyarakat. Penelitian ini menawarkan pendekatan alternatif melalui integrasi arsitektur biomimikri dengan pemanfaatan tanaman sirih (*Piper betle*) dan sirih gading (*Epipremnum aureum*) yang dikenal memiliki senyawa bioaktif serta kemampuan menyerap polutan udara secara alami. Studi ini berfokus pada Bale Prana, sebuah prototipe ruang terapi urban yang menyatukan pertanian sirih, pengobatan alami ISPA, pelestarian pengetahuan tradisional, dan penguatan komunitas sehat. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif melalui studi literatur serta eksplorasi desain arsitektural berbasis biomimikri. Prosesnya meliputi identifikasi masalah, pengkajian mendalam mengenai karakteristik tanaman sirih, serta penerapan hasil kajian dalam perancangan fasad bangunan. Hasil akhir penelitian ini adalah konsep fasad biomimetik yang tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetis, tetapi juga memiliki peran ekologis dalam menyaring udara serta mendukung pemulihan kesehatan pernapasan secara alami. Temuan ini menunjukkan potensi transformasi material hayati dan struktur tanaman menjadi solusi arsitektural yang adaptif terhadap krisis lingkungan urban.

Kata kunci: biomimikri; biomimetik; fasad; sirih

Abstract

*The phenomenon of air pollution in Jakarta has reached a critical point, marked by the city being recorded as having the highest Air Quality Index (AQI) in the world on August 13, 2024. The concentration of fine particulate matter (PM2.5), exceeding the World Health Organization's (WHO) safe threshold, has led to a significant increase in cases of Acute Respiratory Infections (ARI), especially in densely populated urban areas. Unfortunately, architectural responses to this crisis remain limited, particularly in designing spaces that support respiratory health. This research proposes an alternative approach through the integration of biomimicry architecture and the use of betel leaf (*Piper betle*) and golden pothos (*Epipremnum aureum*), which are known for their bioactive compounds and natural ability to absorb air pollutants. The study focuses on Bale Prana, a prototype of an urban therapy space that combines betel leaf cultivation, natural ARI remedies, preservation of traditional knowledge, and the strengthening of healthy urban communities. The research methodology adopts a descriptive qualitative approach through literature studies and architectural design exploration based on biomimicry principles. The process includes problem identification, in-depth study of the characteristics of betel plants, and the application of these findings in the design of the building façade. The result of this research is a biomimetic façade concept that functions not only as an aesthetic element but also as an ecological device for filtering air and supporting natural respiratory healing. The findings highlight the potential of transforming plant structures and biological materials into architectural solutions that adapt to the challenges of urban environmental crises.*

Keywords: betel; biomimetic; biomimicry; facade

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Polusi udara di Jakarta terus menjadi ancaman serius. Pada 13 Agustus 2024, kota ini mencatat indeks kualitas udara (AQI) tertinggi di dunia dengan skor 177, sementara kadar PM2.5 melebihi 9,1 kali ambang WHO (one-health UGM). Dampaknya, kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) meningkat tajam, dengan 100.000 laporan kasus dari Februari hingga Agustus 2024 dan 638.291 laporan dari Januari hingga Juni 2023. ISPA, yang disebabkan oleh lebih dari 300 jenis bakteri, virus, dan rakhitis (Yusran, Bahar, Ekayanti, Pahrudin, & Salfina, 2024) menjadi salah satu penyebab kematian utama pada anak di negara berkembang (Akbar et al., 2023).

Salah satu daerah yang mengalami permasalahan penyakit ISPA ini adalah Kelurahan Kebon Sirih. Tercatat terdapat 1.697 pasien ISPA dalam periode Januari hingga September 2019 yang berarti terdapat 6 pasien yang terjangkit setiap harinya. Selain itu, Kebon Sirih secara historis dikenal sebagai kawasan perkebunan sirih, yang menjadi asal usul penamaannya. Nama "Kebon Sirih" berakar pada masa lalu ketika kawasan ini dikenal sebagai pusat perkebunan sirih (Kelurahan Kebon Sirih).

Dalam konteks ini, diperlukan pendekatan arsitektur yang tidak hanya menanggapi krisis lingkungan secara fungsional, tetapi juga mampu membangun kembali keterhubungan manusia dengan alam dan warisan lokal. Pendekatan arsitektur biomimikri hadir sebagai metode inovatif yang meniru strategi, bentuk, dan sistem yang ditemukan di alam untuk menciptakan bangunan yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan (Benyus, 1997). Pendekatan ini semakin relevan bila diintegrasikan dengan kemampuan tanaman seperti sirih (*Piper betle*) dan sirih gading (*Epipremnum aureum*), yang terbukti memiliki kandungan bioaktif antiseptik, antiinflamasi, serta kemampuan menyerap polutan udara berbahaya seperti formaldehida, benzena, dan karbon monoksida (Haq, Rahiem, & Rahayu, 2021).

Dalam konteks perancangan, integrasi tanaman sirih pada elemen arsitektural seperti fasad tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetika atau simbolik, tetapi juga sebagai agen aktif dalam menyaring udara dan memulihkan ekosistem mikro. *Bale Prana*, sebuah ruang terapi pernapasan yang menggabungkan pertanian sirih, pengobatan alami, pelestarian etnobotani, dan penguatan komunitas urban, dipilih karena sejalan dengan tujuan melestarikan dan memulihkan kualitas udara. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan pendekatan biomimikri melalui fasad biomimetik sebagai strategi regeneratif dalam menghadapi krisis udara di lingkungan perkotaan.

Rumusan Permasalahan

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana mengimplementasikan pendekatan arsitektur biomimikri melalui fasad biomimetik pada Bale Prana di Kelurahan Kebon Sirih, untuk merespons isu polusi udara dan meningkatnya kasus ISPA. Selain itu, penelitian ini juga mempertanyakan bagaimana elemen fasad dapat berfungsi tidak hanya sebagai pelindung bangunan, tetapi juga sebagai sistem aktif yang menyaring polutan, mendukung terapi pernapasan, serta merevitalisasi potensi lokal tanaman sirih secara arsitektural.

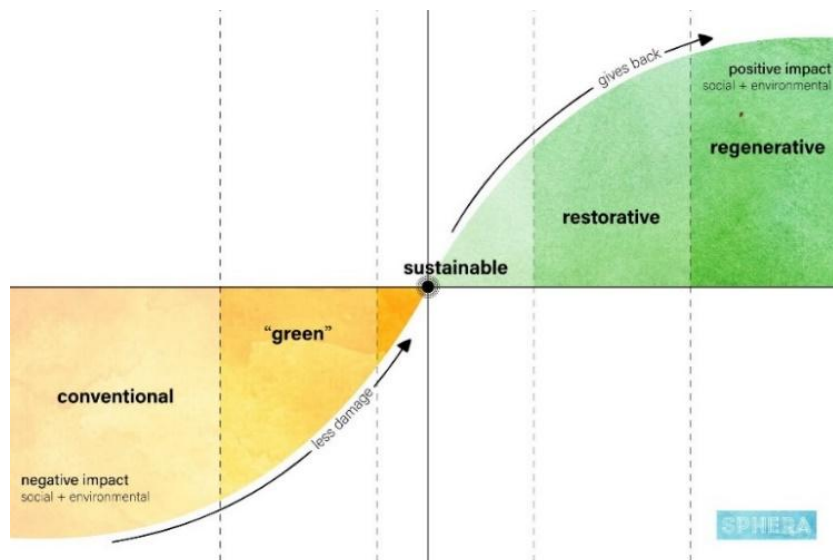
Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengimplementasikan pendekatan arsitektur biomimikri melalui fasad biomimetik pada perancangan Bale Prana di Kelurahan Kebon Sirih. Penelitian ini bertujuan menciptakan desain fasad yang fungsional sebagai penyaring polutan udara sekaligus mendukung terapi pernapasan alami dengan memanfaatkan potensi tanaman sirih. Selain itu, penelitian ini berupaya mengintegrasikan aspek ekologis, kesehatan, dan budaya lokal dalam sebuah ruang terapi yang adaptif dan berkelanjutan, sehingga dapat meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat di kawasan urban yang padat.

2. KAJIAN LITERATUR

Regeneratif

Regenerasi, dalam konteks yang luas, merujuk pada proses pembaharuan, restorasi, dan pertumbuhan yang membuat genom, sel, organisme, dan ekosistem tahan terhadap fluktuasi alam atau kejadian yang menyebabkan gangguan atau kerusakan. Dalam ilmu biologi, regenerasi jaringan merupakan proses yang kompleks dan melibatkan berbagai sel dan protein untuk menghasilkan jaringan yang mirip seperti jaringan sebelumnya dan dapat melakukan aktivitasnya kembali (Novianti, 2017).

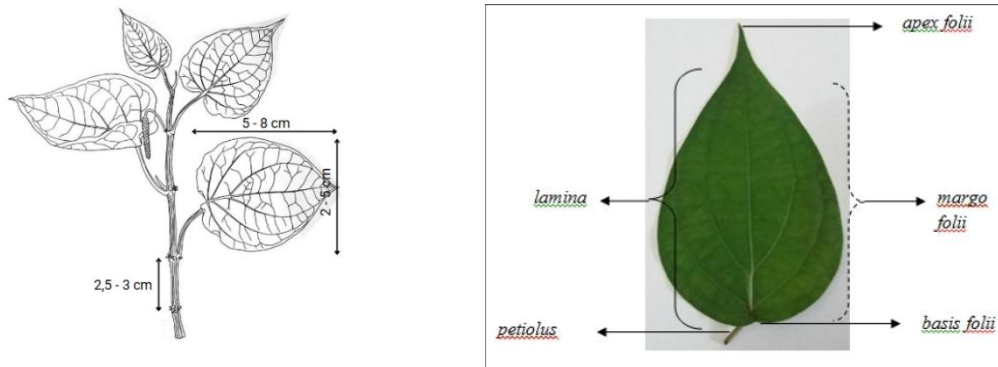


Gambar 1. Diagram Regeneratif
Sumber: SPHERA Sustainable, 2021

Prinsip regeneratif mencakup pendekatan biomimikri, yaitu meniru mekanisme dan pola yang ditemukan di alam untuk menghasilkan desain yang efisien dan ramah lingkungan, serta penerapan biofilia yang menekankan keterhubungan antara manusia dan alam dalam menciptakan ruang yang mendukung kesejahteraan. Contoh penerapan prinsip ini dapat dilihat pada proyek Eastgate Centre di Zimbabwe, yang meniru sistem ventilasi termal sarang rayap untuk mengatur suhu bangunan secara pasif tanpa pendingin udara konvensional. Di sisi lain, penggunaan material regeneratif juga menjadi elemen krusial, di mana bahan yang dipilih harus dapat diperbarui atau memberikan kontribusi positif terhadap ekosistem, seperti mycelium brick atau bambu yang tumbuh cepat dan dapat dipanen berulang. Sistem atau bangunan juga idealnya memiliki sifat air positif, yaitu mampu menangkap, menyimpan, dan menyaring air melebihi kebutuhannya—seperti yang diterapkan pada The Bullitt Center di Seattle. Selain itu, bangunan karbon positif, seperti The House of Wood, Straw and Solar di Prancis, menyerap lebih banyak karbon melalui material dan sistem aktif daripada yang dilepaskan selama siklus hidupnya. Aspek penting lainnya adalah mempertimbangkan sistem secara holistik, sehingga setiap keputusan desain memperhatikan dampaknya terhadap keseluruhan lingkungan dan komunitas sekitar.

Sirih

Tanaman sirih (*Piper betle*) merupakan tumbuhan merambat dari keluarga Piperaceae yang tumbuh dengan baik di wilayah tropis. Tanaman ini memiliki ciri khas berupa daun berbentuk hati berwarna hijau mengkilap yang mengeluarkan aroma khas saat diremas. Batangnya bersifat lentur, beruas, dan mampu merambat pada media penyangga (Badan Litbang Kesehatan, Balai Besar Litbang Tanaman Obat dan Obat Tradisional, 2020).



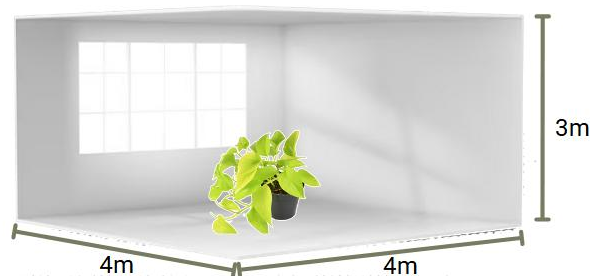
Gambar 2. Morfologi Sirih

Sumber: HIMAPBIO FKIP UNMUL, 2017

Tanaman sirih (*Piper betle* L.) dapat tumbuh hingga mencapai panjang 15 meter. Batangnya berbentuk silindris, beralur, dan berbuku-buku, dengan warna hijau pada batang muda dan berubah menjadi coklat muda saat menua. Pada setiap ruas batang, biasanya muncul akar pelekat yang membantunya menempel pada penyangga. Daun sirih berbentuk tunggal dan tumbuh secara berselang-seling, memiliki bentuk bulat telur hingga lonjong dengan pangkal membulat atau menyerupai jantung. Ukuran daun berkisar antara 5–18 cm panjang dan 2,5–10,75 cm lebar. Buah sirih berbentuk bulat dengan warna hijau keabu-abuan, sedangkan akarnya berbentuk tunggang, bulat, dan berwarna coklat kekuningan. Kombinasi ciri morfologi ini menjadikan sirih mudah dikenali dan khas di antara tanaman merambat lainnya (Haq, Rahiem, & Rahayu, 2021).

Fitoremediasi Sirih Gading

Remediasi adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk memulihkan area yang tercemar polusi, bukan hanya memulihkan area pencemaran air dan udara. Fitoremediasi merupakan suatu istilah yang menggambarkan sekumpulan teknologi yang berfungsi untuk membersihkan atau menampung kontaminan di tanah, air tanah, air permukaan, atau udara dengan menggunakan tanaman. Sirih gading memiliki kemampuan ini.



Gambar 4. Ruang eksperimen fitoremediasi

Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Berdasarkan eksperimen yang dilakukan oleh Yanxiao Cao, dkk terbukti bahwa 8 pot tumbuhan sirih gading dalam ruangan berukuran 48 m² yang diasapi dengan rokok dapat mengurangi konsentrasi PM 2.5 sebanyak 65% dalam 30–60 menit.

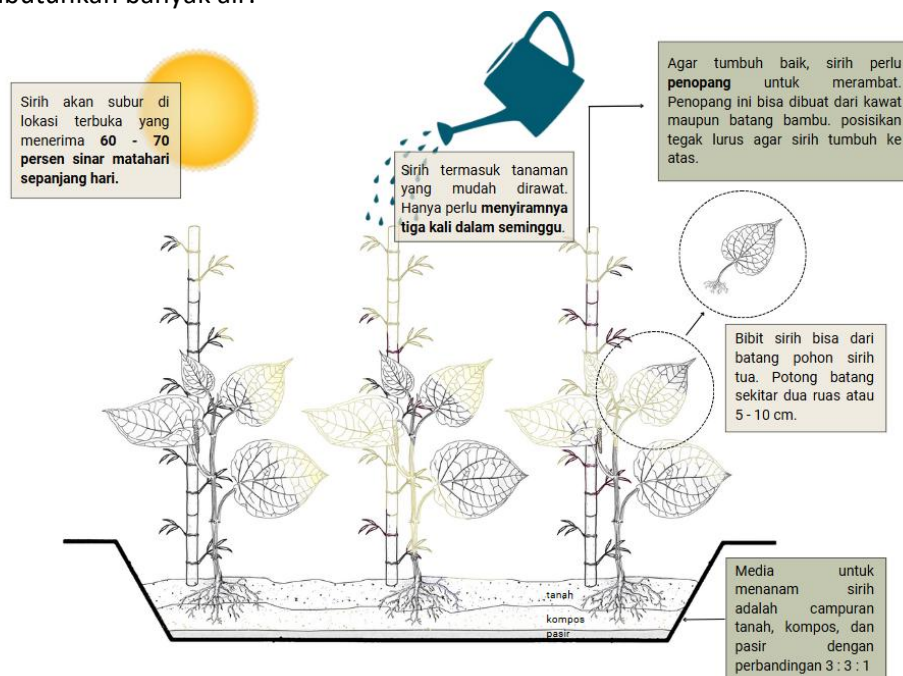


Gambar 5. Permukaan daun sirih
Sumber: Disunting oleh Penulis, 2025

Detoksifikasi partikel polutan udara halus seperti PM_{2.5} dapat dilakukan secara alami oleh bagian tanaman yang disebut *phyllosphere*. *Phyllosphere* merupakan ekosistem mikro yang terdapat pada permukaan daun dan akar tanaman, yang menjadi habitat atau tempat kolonisasi berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri dan jamur. Dalam konteks ini, beberapa jenis jamur seperti *Aspergillus niger* dan *Aspergillus fumigatus* telah terbukti mampu mendegradasi dan memetabolisme senyawa-senyawa berbahaya yang terdapat dalam polutan udara, termasuk partikulat halus seperti PM_{2.5}.

Pengelolaan Sirih

Sirih merupakan tanaman merambat yang mudah dirawat dan cocok tumbuh di lokasi terbuka yang mendapatkan 60–70 persen sinar matahari sepanjang hari. Media tanam terbaik untuk sirih adalah campuran tanah, kompos, dan pasir dengan perbandingan 3:3:1. Bibit sirih dapat diperoleh dari batang pohon sirih tua yang dipotong sepanjang 5–10 cm, dan untuk mendukung pertumbuhannya, diperlukan penopang dari kawat atau batang bambu agar tanaman bisa merambat ke atas. Sirih cukup disiram tiga kali dalam seminggu, menjadikannya tanaman yang tidak membutuhkan banyak air.



Gambar 6. Diagram pengelolaan sirih
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Fasad

Fasad merupakan elemen arsitektural yang memiliki peran penting tidak hanya sebagai batas antara ruang dalam dan luar, tetapi juga sebagai sistem yang merepresentasikan fungsi,

identitas, dan performa bangunan. Le Corbusier (1923) dalam *Towards a New Architecture* memperkenalkan konsep *free façade* sebagai bagian dari revolusi modernisme, di mana fasad tidak lagi harus menjadi bagian dari struktur bangunan, melainkan dapat dirancang secara bebas untuk tujuan estetika dan fungsional. Lebih lanjut, Kenneth Frampton (1983) dalam esainya *Towards a Critical Regionalism* menekankan pentingnya ekspresi material dan konteks lokal dalam desain fasad. Ia melihat fasad bukan sekadar kulit bangunan, tetapi sebagai sarana ekspresi arsitektur yang peka terhadap lingkungan geografis dan budaya. Hal ini menjadi relevan dalam konteks tropis seperti Jakarta, di mana fasad perlu merespons iklim panas-lembap melalui strategi ventilasi, bayangan, dan material lokal.

Dalam pendekatan performatif, Allen dan Iano (2014) dalam *Fundamentals of Building Construction* menjelaskan bahwa fasad adalah sistem pelapis yang harus mempertimbangkan faktor pencahayaan alami, pertukaran udara, perlindungan terhadap hujan dan panas, serta efisiensi energi. Mereka menekankan integrasi antara fungsi struktural dan performa lingkungan. Sementara itu, Alejandro Zaera-Polo (2008) dalam *The Politics of the Envelope* menyoroti bahwa fasad tidak hanya bersifat teknis atau estetis, tetapi juga politis—ia menjadi “kulit” yang menyampaikan pesan sosial, budaya, bahkan ideologis sebuah bangunan. Dari kajian ini, dapat disimpulkan bahwa fasad bukan hanya kulit pelindung, tetapi juga sistem cerdas yang dapat menyatukan fungsi ekologis, estetis, sosial, dan teknologi.

Biomimetik

Menurut Vincent et al. (2006) dalam publikasinya *Biomimetics: its practice and theory*, biomimetik adalah proses sistematis dalam memahami fungsi biologis (fungsi, bentuk, dan proses) dan mentranslasikannya ke dalam teknologi atau desain buatan. Dalam konteks arsitektur, hal ini mencakup analisis prinsip efisiensi struktur tulang, bentuk ventilasi sarang rayap, atau struktur permukaan daun untuk pencahayaan dan penyerapan air. Thomas Speck dan Olga Speck—melalui berbagai publikasi di bidang *plant biomechanics*—memperkenalkan bagaimana struktur tanaman seperti batang palem atau daun pakis dapat menjadi referensi biomimetik dalam desain struktur bangunan dan fasad yang fleksibel namun kuat. Pendekatan ini banyak digunakan dalam desain fasad dinamis dan responsif terhadap angin atau cahaya.

Biomimetik merupakan pendekatan interdisipliner yang berakar pada sains, khususnya biologi dan teknik, yang bertujuan meniru prinsip kerja sistem biologis untuk diaplikasikan ke dalam solusi teknis dan desain, termasuk dalam arsitektur. Berbeda dengan biomimikri yang lebih luas dan filosofis, biomimetik lebih fokus pada aspek performatif, mekanik, dan material dari makhluk hidup sebagai inspirasi untuk menciptakan inovasi yang terukur dan efisien.

3. METODE

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif melalui studi literatur dan perancangan arsitektur berbasis biomimikri. Penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan polusi udara dan kasus ISPA di Kebon Sirih, dilanjutkan dengan kajian literatur mengenai morfologi tanaman sirih (*Piper betle* dan *Epipremnum aureum*) serta prinsip biomimikri. Tahap akhir berupa perancangan fasad Bale Prana sebagai studi kasus penerapan biomimikri dalam merespons isu lingkungan.

Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan adalah biomimikri. Kata biomimikri berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari *Bios* yang berarti kehidupan dan *Mimesis* yang berarti meniru atau imitasi. Biomimikri adalah pendekatan dalam merancang dan menciptakan teknologi, sistem, atau produk yang meniru bentuk, proses, dan strategi yang digunakan oleh alam (Benyus, 1997).

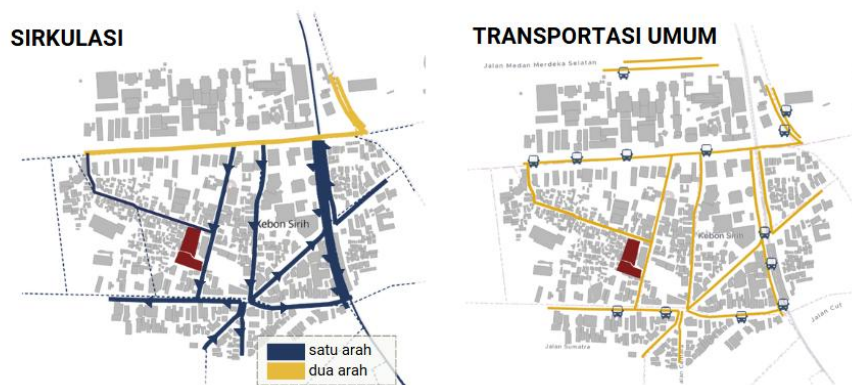
Benyus menekankan bahwa alam telah melakukan penelitian dan pengembangan selama 3,8 miliar tahun, sehingga solusi-solusi yang ditawarkan oleh alam cenderung efisien, adaptif, dan ramah lingkungan. Michael Pawlyn (2011), menyatakan bahwa biomimikri adalah peniruan secara sadar terhadap kejeniusan alam. Pawlyn menekankan bahwa kita harus terinspirasi oleh alam, bukan sekadar menirunya. Biomimikri tidak selalu terkait dengan estetika, melainkan lebih kepada penyediaan solusi fungsional (Pawlyn, 2011).

Dalam buku *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (2002), McDonough dan Braungart menggambarkan biomimikri dalam desain sebagai cara untuk menciptakan bangunan dan produk yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga berfungsi sebagai bagian dari siklus alam. Mereka berfokus pada bagaimana produk dan bangunan dapat dirancang untuk dapat didaur ulang atau digunakan kembali tanpa menghasilkan limbah, serta menciptakan "material yang sehat" yang meniru siklus alami. Biomimikri adalah peniruan strategi yang ditemukan di dunia makhluk hidup sebagai dasar dalam perancangan oleh manusia. Pendekatan ini meniru organisme, perilaku organisme, atau bahkan keseluruhan ekosistem dalam berbagai aspek, seperti bentuk, material, metode konstruksi, proses, atau fungsi.

4. DISKUSI DAN HASIL

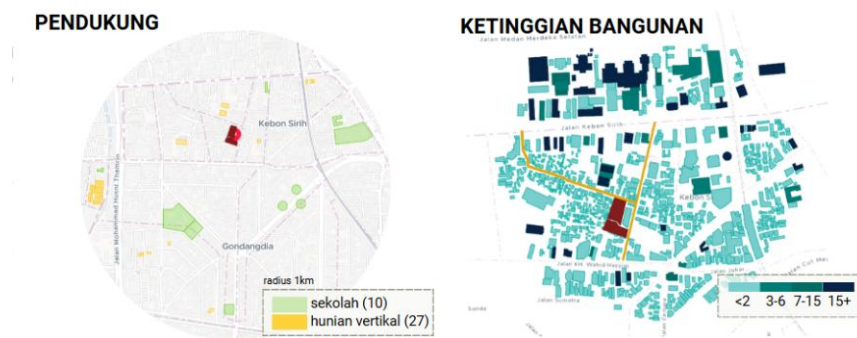
Konteks Tapak

Bale Prana berlokasi di Kelurahan Kebon Sirih, Kecamatan Menteng, Jakarta Pusat—sebuah kawasan yang memiliki nilai historis dan geografis penting dalam perkembangan kota. Nama "Kebon Sirih" merujuk pada masa kolonial, ketika wilayah ini dikenal sebagai pusat perkebunan sirih yang cukup luas dan menjadi bagian dari lanskap agraris Batavia. Pada era Hindia Belanda, Kebon Sirih berperan sebagai penghubung antara pusat kota Batavia lama dan kawasan Menteng yang dirancang sebagai garden city, menjadikannya area strategis dalam sistem kota kolonial. Seiring waktu, kawasan ini berkembang menjadi zona permukiman dan komersial padat yang tetap mempertahankan nilai historisnya.



Gambar 7. Analisis Tapak Bale Prana

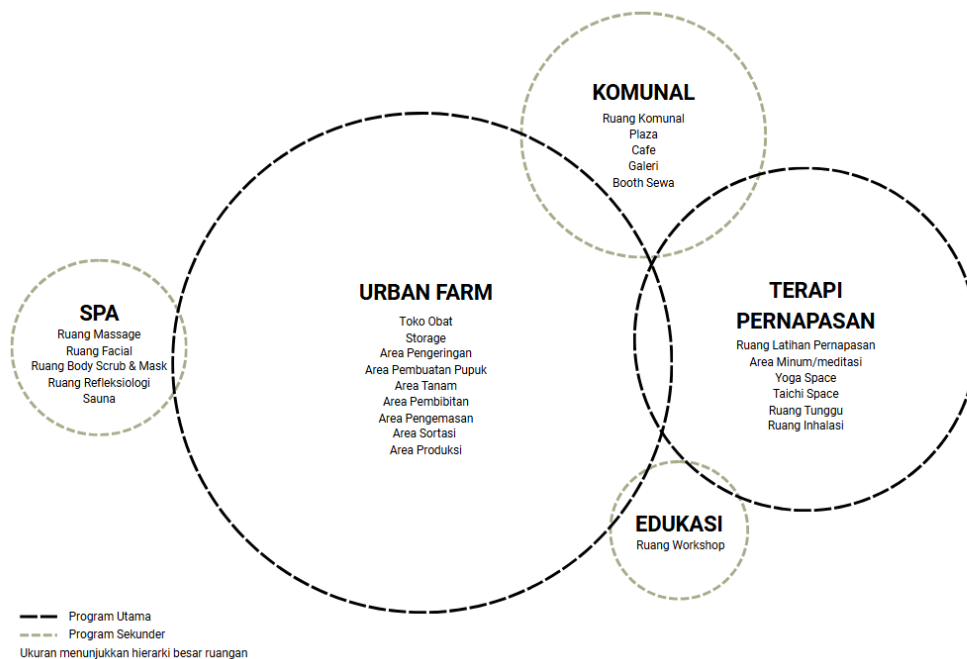
Sumber: Olahan Pribadi, 2025



Gambar 8. Analisis Tapak Bale Prana
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Secara spasial, tapak Bale Prana berada di lingkungan urban yang dinamis, dikelilingi oleh jaringan jalan satu arah yang tertata serta akses transportasi umum yang baik, menjadikannya mudah dijangkau dari berbagai arah kota. Keberadaan sekolah-sekolah dan hunian vertikal di sekitarnya menunjukkan tingginya kepadatan dan aktivitas komunitas, sekaligus membuka peluang integrasi fungsi sosial dan edukatif dalam desain. Ketinggian bangunan di sekitar tapak yang bervariasi antara 1 hingga 6 lantai menciptakan potensi ruang terbuka yang lebih tenang dan humanis—sesuai dengan fungsi utama Bale Prana sebagai ruang terapi pernapasan yang mengedepankan kualitas udara, kesehatan urban, dan koneksi ekologis melalui pendekatan arsitektur regeneratif.

Program Bale Prana

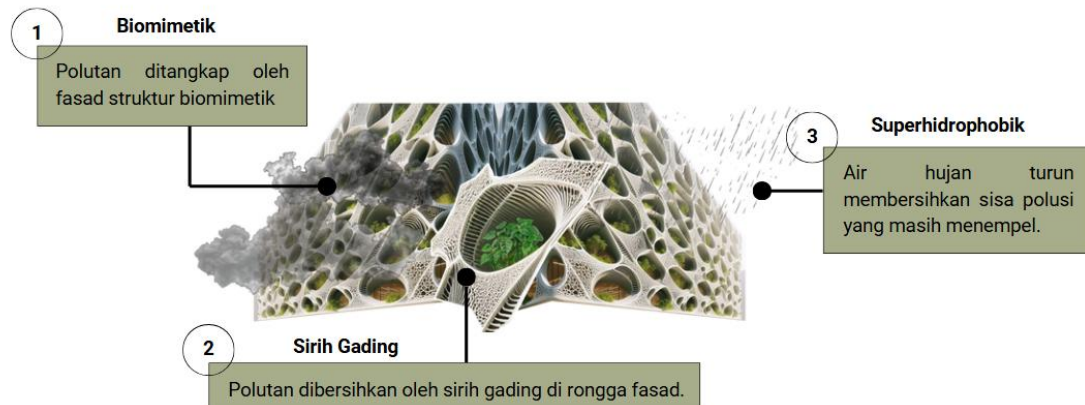


Gambar 9. Program Bale Prana
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Bale Prana merupakan fasilitas terapi pernapasan berbasis arsitektur regeneratif yang dirancang dengan lima program utama dan sekunder yang saling terintegrasi. Program utamanya meliputi terapi pernapasan, urban farm, dan komunal, yang mendukung kesehatan holistik, produksi tanaman sirih, serta interaksi sosial. Terapi pernapasan difasilitasi melalui ruang latihan, yoga, taichi, area inhalasi, serta ruang meditasi. Urban farm berfungsi sebagai pusat pembibitan, penanaman, hingga produksi dan distribusi tanaman sirih yang juga mendukung edukasi tanaman obat. Area komunal menghadirkan plaza, kafe, galeri, dan ruang sewa yang mendorong keterlibatan masyarakat. Program pendukung seperti spa dan edukasi memperkuat konsep penyembuhan alami dan pembelajaran komunitas. Integrasi seluruh fungsi ini membentuk ekosistem ruang yang mendukung kualitas udara, kesehatan, serta pelestarian etnobotani secara arsitektural.

Proses Biomimetik pada Fasad

Proses biomimetik dalam rancangan fasad ini merupakan inti dari pendekatan regeneratif yang bertujuan untuk meniru mekanisme alami penyaringan udara sebagaimana dilakukan oleh tanaman sirih.



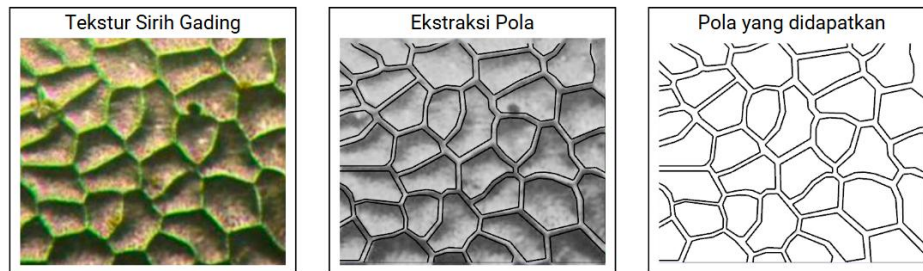
Gambar 10. Diagram Proses fitoremediasi oleh fasad

Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Tahap pertama adalah Biomimetik, di mana polutan ditangkap oleh fasad yang meniru struktur pori daun sirih. Fasad ini dirancang secara khusus untuk memiliki permukaan kontak yang luas dan berpola mikro, sehingga polutan seperti PM2.5, formaldehida, atau karbon monoksida dapat menempel secara pasif pada permukaannya. Setelah polutan tertangkap, proses berikutnya mengandalkan Sirih Gading sebagai agen biologis aktif. Tanaman *Epipremnum aureum* atau sirih gading ditanam pada rongga-rongga fasad yang telah disiapkan, dan berfungsi menyerap polutan yang telah menempel melalui mekanisme biologis seperti penyerapan oleh daun dan aktivitas mikroorganisme filosfer (seperti jamur dan bakteri) yang hidup di permukaannya. Tahap terakhir adalah sistem Superhidrofobik, di mana fasad dilapisi dengan material pelapis khusus yang meniru sifat lapisan lilin pada daun sirih. Ketika hujan turun, air mengalir dengan cepat pada permukaan ini, membawa serta sisa-sisa polutan yang tidak diserap, sehingga permukaan fasad tetap bersih dan sistem tetap berfungsi optimal. Proses ini membentuk suatu siklus penyaringan alami yang berkelanjutan dan rendah energi, sekaligus merepresentasikan bagaimana arsitektur dapat berfungsi sebagai sistem hidup yang berinteraksi aktif dengan lingkungannya.

Struktur Biomimetik pada Fasad

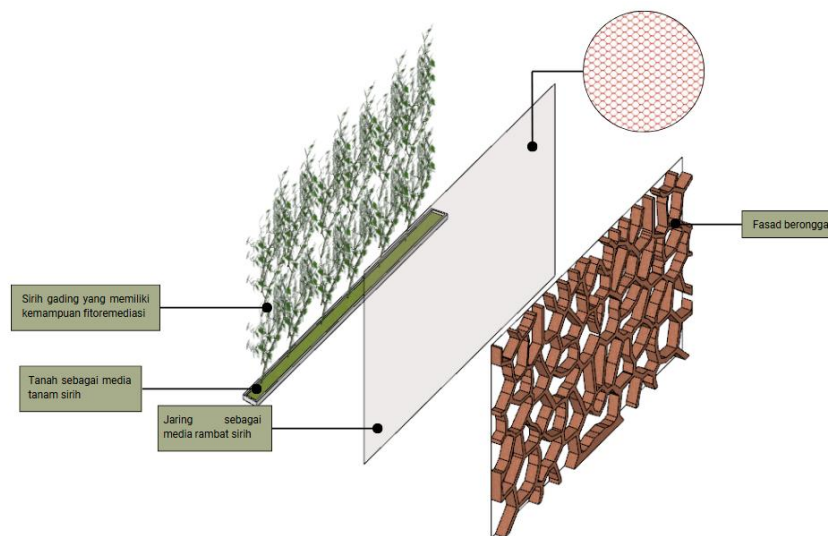
Pada fasad bangunan menggunakan struktur biomimetik yang polanya diambil dari pola permukaan daun sirih.



Gambar 11. Ekstraksi Pola Permukaan Daun Sirih

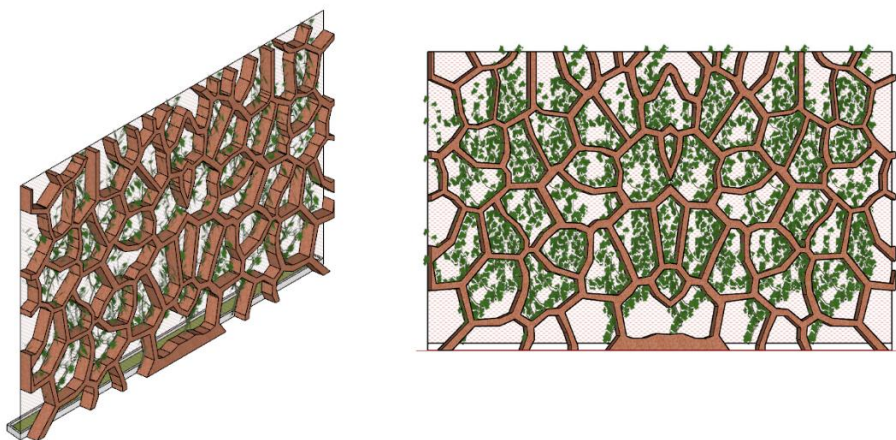
Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Setelah mendapatkan pola yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan pembuatan fasad.



Gambar 12. *Exploded Axonometric*

Sumber: Olahan Pribadi, 2025



Gambar 13. Aksonometri dan Tampak Depan Fasad

Sumber: Olahan Pribadi, 2025

Melalui ekstraksi pola dari permukaan daun sirih, struktur biomimetik pada fasad berhasil merepresentasikan hubungan erat antara bentuk alami dan fungsi arsitektural. Pola tersebut tidak hanya menghadirkan nilai estetika yang kuat, tetapi juga memperkuat fungsi fasad sebagai sistem pasif penyaring udara. Dengan pendekatan ini, struktur biomimetik menjadi lebih dari sekadar inspirasi visual, ia menjadi media transformasi dari strategi biologis menjadi solusi desain yang fungsional dan regeneratif, sekaligus memperkaya identitas arsitektur tropis urban.

Penggunaan Material Pendukung Fasade Biomimetik

Fasad biomimetik akan menggunakan material biopolimer protein. Biopolimer adalah polimer alami atau biodegradable yang diproduksi oleh makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, alga, jamur, atau bakteri, dan merupakan komponen penting dalam organisme hidup seperti protein, DNA, dan selulosa. Biopolimer berbasis protein ini memiliki sifat elektrostatis yang menarik polutan. Fasad biomimetik kemudian akan diberikan superhidrofobik *coating* yaitu *Silica-based coatings*. Material ini meniru sifat lapisan lilin sirih agar air hujan mengalir dengan lancar. Sebagai tempat merambat bagi tanaman sirih, fasad akan dilengkapi dengan kawat ram yang mendukung pertumbuhan vertikal sekaligus memperkuat konsep fasad hidup.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan arsitektur biomimikri melalui perancangan fasad biomimetik pada Bale Prana dapat menjadi solusi inovatif dan ekologis dalam merespons krisis kualitas udara di kawasan urban seperti Jakarta. Dengan meniru struktur, fungsi, dan sistem alami dari tanaman sirih dan sirih gading, fasad dirancang sebagai sistem hidup yang aktif menyaring polutan melalui kombinasi material biopolimer protein, tanaman pemurni udara, dan pelapis superhidrofobik yang meniru lapisan lilin daun sirih. Selain fungsi ekologisnya, integrasi ini juga menciptakan nilai estetika, memperkuat keterhubungan manusia dengan alam dan budaya lokal, serta mendukung terapi pernapasan alami bagi masyarakat. Konsep ini membuktikan bahwa elemen arsitektural seperti fasad tidak hanya dapat menjadi pembatas fisik, tetapi juga sebagai agen regeneratif yang berperan dalam pemulihan lingkungan dan peningkatan kualitas hidup masyarakat urban.

Saran

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan desain arsitektur yang responsif terhadap isu lingkungan, khususnya polusi udara. Ke depan, penerapan fasad biomimetik dapat diperluas dengan eksplorasi material alami lainnya serta uji performa langsung di lapangan untuk memastikan efektivitasnya secara fungsional dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Akbar, Z., Renaldi, R., Dewi, O., Rany, N., & Hamid, A. (2023). Perilaku Pencegahan ISPA di Wilayah Kerja Puskesmas Bunut Kabupaten Pelalawan. *JURNAL KESEHATAN KOMUNITAS*, 12-20.
- Benyus, J. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: William Morrow.
- Corbusier, L. (t.thn.). *Towards a New Architecture*. 1923.
- Cotton, C. (1996). *Ethnobotany: Principles and Applications*.
- Frampton, K. (1983). *Towards a Critical Regionalism*.
- Haq, A. D., Rahiem, A. R., & Rahayu, L. A. (2021). POTENSI SIRIH GADING (*Epipremnum aureum*) DAN LILI PARIS (*Chlorophytum comosum*) SEBAGAI SARANA FITROMEDIASI PM2.5 DI DALAM RUANGAN. *Jurnal Kedokteran*, 10(1), 347-354.
- Hulu, L. C., Fau, A., & Sarumaha, M. (2022). PEMANFAATAN DAUN SIRIH HIJAU (*Piper Betle* L) SEBAGAI OBAT TRADISIONAL DI KECAMATAN LAHUSA. *TUNAS: Jurnal Pendidikan Biologi*.
- Iano, J., & Allen, E. (2014). *Fundamentals of Building Construction*.
- Kurokawa, K. (1997). *Each One a Hero: The Philosophy of Symbiosis*.

- Novianti, T. (2017). *Identifikasi Unidentified Gen Sitoglobin Dengan Desain Primer Multiple Alignment Dan qPCR mRNA Pada Proses Regenerasi Jaringan Ekor Cicak*. Universitas Esa Unggul.
- Pawlyn, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*.
- Polo, A. Z. (2008). *The Politics of the Envelope*.
- Rahyuni, Ynianti, E., & Pitopang, R. (2013). KAJIAN ETNOBOTANI TUMBUHAN RITUAL SUKU TAJIO DI DESA KASIMBAR KABUPATEN PARIGI MOUTONG. *Online Jurnal of Natural Science*, 46-54.
- Silalahi, M. (2020). *Ethnobotany of the Mountain Regions of Southeast Asia*. Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-14116-5_92-1
- Vincent, J. F., Bogatyreva, O. A., N. R., Bowyer, A., & Pahl, A. K. (2006). *Biomimetics: its practice and theory*.
- Yusran, S., Bahar, H., Ekayanti, D., Pahrudin, H. A., & Salfina. (2024, June). PENYULUHAN ISPA (INFEKSI SALURAN PERNAPASAN AKUT) PADA MASYARAKAT DESA WATUNGGARANDU KECAMATAN LALONGGASUMEETO KABUPATEN KONAWE TAHUN 2024. *Lontara Abdimas*, 5(1), 23-30.