

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur yang terus dibangun telah menjadi sorotan yang menarik banyak atensi publik, mencerminkan visi ambisius dan kemajuan pesat dalam mengubah wajah Indonesia. Dalam upaya mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs), pembangunan infrastruktur yang berkualitas dan berkelanjutan telah menjadi pilar utama dalam menciptakan peluang baru, meningkatkan konektivitas antar wilayah dan perbaikan kualitas hidup masyarakat. Dilansir dari data yang disajikan oleh website *Indonesia Investments* (2024), jumlah populasi penduduk Indonesia mencapai 280 juta jiwa yang menjadikannya menempati posisi keempat negara dengan penduduk terpadat di dunia. Kepadatan penduduk ini berdampak pada berbagai aspek kehidupan, baik dari segi peningkatan kebutuhan pembangunan infrastruktur hingga dampaknya terhadap degradasi lingkungan. Menurut Dita, dkk. (2022) degradasi lingkungan diartikan sebagai penurunan kualitas lingkungan berupa pencemaran air, tanah, ataupun udara yang dapat diakibatkan karena penggunaan sumber daya lingkungan yang berlebihan.

Pencemaran udara menjadi salah satu permasalahan degradasi lingkungan yang harus dihadapi negara Indonesia karena sudah berada pada tingkat krisis. Pada tahun 2023, Indonesia yang menduduki posisi ke-14 sebagai negara yang memiliki tingkat kualitas udara terburuk di dunia (Data Indeks Kualitas Udara (AQI) dan Polusi Udara di Indonesia, 2024). Hal ini bukanlah suatu pencapaian yang membanggakan bagi Indonesia, melainkan sebuah pekerjaan rumah yang besar dan mendesak untuk segera ditangani. Di sisi lain, permintaan terhadap perkembangan infrastruktur semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Pesatnya pembangunan yang beriringan dengan degradasi lingkungan yang terus meningkat, menuntut para pelaku konstruksi untuk mengembangkan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan serta ramah lingkungan.

Dalam upaya mengembangkan pembangunan infrastruktur ramah

lingkungan, pengimplementasian *Green Building* dalam berbagai proyek konstruksi (Shao dkk, 2024). Dengan dikeluarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 21 Tahun 2021 yang membahas tentang Penilaian Kinerja Bangunan Gedung Hijau menunjukkan keseriusan pemerintah dalam merevitalisasi kembali konstruksi.

Indonesia ke arah pembangunan yang berkelanjutan, utamanya terhadap aspek lingkungan. Peraturan tersebut mendefinisikan bangunan hijau sebagai bangunan yang dirancang dan dibangun sesuai dengan standar teknis dalam hal penghematan energi, air, dan sumber daya lainnya sesuai dengan penerapan prinsip-prinsip bangunan hijau dan dapat diukur menurut penggunaan setiap klasifikasinya pada setiap tahap konstruksi. Menurut Widiati dkk (2019) konstruksi dikategorikan sebagai *green building* apabila memenuhi kriteria yang telah ditetapkan, termasuk di antaranya aspek kualitas udara dan kenyamanan ruang. Dalam meningkatkan kenyamanan beberapa aspek perlu untuk menjadi perhatian seperti sirkulasi udara yang bersih, mengurangi sumber polutan, meningkatkan pencahayaan alami, serta tingkat akuisisi (Saroinsong dkk, 2024).

Menyikapi masalah tersebut, diperlukan upaya penurunan emisi CO₂ dan peningkatan sirkulasi udara bersih yang salah satunya dapat dilakukan melalui pengimplementasian *green building* dalam sebuah bangunan. Untuk itu tujuan dari penelitian ini adalah menginovasikan roster ramah lingkungan yang tidak hanya berperan sebagai estetika pada bangunan, tetapi sekaligus sebagai adsorben CO₂ pada suatu material konstruksi. Salah satu cara yang diambil dalam menciptakan roster adsorben CO₂ adalah melalui pemanfaatan arang tempurung kelapa. Selain pemanfaatan arang tempurung kelapa, pengembangan inovasi material roster juga telah dilakukan melalui berbagai eksplorasi limbah non-organik lainnya guna meningkatkan nilai guna material bangunan. Sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian oleh Handoko dan Kusuma (2024), limbah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan serbuk kaca telah berhasil diintegrasikan sebagai bahan substitusi parsial dalam pembuatan roster. Jika penelitian arang tempurung kelapa lebih menitikberatkan pada fungsi adsorpsi emisi CO₂, penelitian tersebut memberikan perspektif lain mengenai pengoptimalan limbah industri untuk

memperbaiki karakteristik fisik dan mekanis roster. Adanya diversifikasi material substitusi ini, baik dari limbah organik seperti tempurung kelapa maupun limbah non-organik seperti plastik dan kaca, memperkuat urgensi pengembangan material konstruksi yang berkelanjutan sekaligus memberikan alternatif solusi bagi permasalahan lingkungan.

Penelitian mengenai inovasi roster telah berkembang melalui pemanfaatan limbah lain, hingga saat ini belum terdapat studi yang secara khusus mengkaji integrasi arang tempurung kelapa dalam roster yang difungsikan sebagai adsorben CO₂. Penelitian ini tidak hanya bertujuan menciptakan elemen arsitektural yang estetis, tetapi juga membuat roster menjadi material konstruksi yang mampu memitigasi polusi. Maka dari itu, penelitian ini penting karena memberikan material inovatif yang mendukung prinsip-prinsip konstruksi berkelanjutan melalui penangkapan karbon, sesuatu yang belum ditemukan dalam penelitian sebelumnya.

Pemilihan material tempurung kelapa ini karena Indonesia yang merupakan salah satu sentra penghasil kelapa terbesar, sehingga akan banyak ditemukan tempurung kelapa yang dapat dijadikan sebagai arang. Hal ini sejalan dengan temuan Huang dkk. (2016) yang menunjukkan bahwa pada menit pertama proses adsorpsi, karbon aktif berbasis tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi CO₂ lebih besar dibanding karbon aktif komersial, sehingga mengindikasikan kapasitas adsorpsi sesaat yang lebih tinggi. Potensi arang tempurung kelapa sebagai adsorben CO₂ ini sebelumnya sudah ditunjukkan juga pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Wibowo dkk. (2021) dalam campurannya terhadap komposisi beton. Penelitian yang dilakukan oleh Langitan dkk. (2022) menunjukkan bahwa integrasi abu arang tempurung kelapa memberikan dampak terhadap karakteristik mekanis beton, dengan capaian kekuatan tekan paling optimal ditemukan pada variasi campuran 5% yang menghasilkan nilai sebesar 31,11 MPa saat beton memasuki usia 28 hari.

Pemanfaatan arang tempurung kelapa khususnya dalam bentuk biochar, menunjukkan potensi yang besar untuk penyerapan karbon dioksida (CO₂) karena struktur porositasnya yang tinggi dan kapasitas adsorpsinya. Hal ini sejalan dengan temuan Li dkk. (2023), yang menekankan peran biochar dalam penangkapan CO₂

di berbagai aplikasi, termasuk bahan bangunan. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa struktur poros biochar secara signifikan meningkatkan kapasitasnya dalam menyerap CO₂, terutama apabila dimodifikasi melalui proses aktivasi. Penelitian lebih lanjut oleh Paoleng dkk. (2024) menyarankan penggunaan biochar dalam beton untuk menggantikan sebagian semen, yang dapat menurunkan emisi CO₂ dan meningkatkan daya tahan material. Integrasi biochar dalam beton tidak hanya membantu dalam penyerapan CO₂ tetapi juga meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan material, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian mengenai biochar sebagai bahan pengganti semen. Biochar memiliki struktur karbon yang stabil sehingga mampu menyimpan karbon dalam waktu sangat lama di tanah atau material lain. Hal ini membantu mengurangi jumlah CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer (Wang dkk, 2023).

Dengan demikian, inovasi roster ramah lingkungan dengan adsorben CO₂ ini menghasilkan produk yang dinamakan Envyroster (*Environmentally Friendly Roster*) dengan hasil produk tepat guna untuk mengurangi kadar emisi CO₂ yang menimbulkan polusi udara. Tidak hanya itu, produk Envyroster ini juga merupakan upaya dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan poin 11, yaitu kota dan pemukiman yang berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang dibahas pada latar belakang, berikut ini beberapa pertanyaan yang muncul:

1. Berapakah kuat tekan roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Envyroster?
2. Berapakah daya serap air pada roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Envyroster?
3. Bagaimana sifat fisik roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Envyroster?
4. Berapakah daya serap CO₂ pada roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Envyroster?

5. Berapakah biaya yang diperlukan untuk membuat roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam Enviroster?

1.3 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah, penelitian ini menganalisis dampak penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam proses pembuatan Enviroster. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan nilai kuat tekan roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Enviroster.
2. Mengetahui kemampuan daya serap air pada roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Enviroster.
3. Mengetahui karakteristik fisik roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Enviroster.
4. Mengetahui daya serap CO₂ pada roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam membuat Enviroster.
5. Mengetahui biaya yang diperlukan untuk membuat roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam Enviroster.

1.4 Batasan Masalah

Untuk proses penelitian yang sistematis, ruang lingkup masalah harus didefinisikan dengan jelas. Batasan masalah memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Arang tempurung kelapa didapatkan dari produsen arang di Kabupaten Batang yang selanjutnya di proses peneliti agar menjadi abu.
2. Memakai cetakan berukuran panjang 20 cm, tinggi 20 cm, dan lebar 10 cm
3. Pengujian karakteristik roster dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambah dalam pembuatan Enviroster dilaksanakan setelah umur 14 hari dan konversi pada hari ke-28.

4. Pengujian kuat tekan, daya serap air, sifat fisik, dan daya serap CO₂ pada roster dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Universitas Diponegoro.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mamanfaatkan produk Envyroster sebagai upaya penanggulangan polusi udara yang ada di masyarakat.
2. Memberikan produk tepat guna yang dapat menjadi solusi permasalahan polusi udara.
3. Memberikan produk rekomendasi kepada pengusaha pada bidang konstruksi dalam bentuk produk terobosan inovasi terbaru untuk mengurangi permasalahan polusi udara di lingkungan masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Roster

Roster adalah kisi-kisi ventilasi sebagai elemen arsitektur berongga atau berpori yang memiliki fungsi yaitu sebagai daya tarik sebuah rumah atau bangunan (Respati dkk, 2023). Roster memiliki fungsi untuk memaksimalkan sirkulasi udara dan pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan. Umumnya bahan dasar untuk pembuatan roster terdiri dari semen dan pasir, namun bahan baku roster juga sekarang mencakup keramik yang tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran dan umumnya digunakan pada dinding non-struktural dan pagar rumah. Serta, roster juga seringkali dipasang di area luar bangunan sehingga memiliki kemampuan penyerapan cahaya dan udara yang tinggi.



Gambar 2. 1 Roster

Sumber: sumberroster.com (2026)

2.2 Arang Tempurung Kelapa

Arang tempurung kelapa adalah arang alami yang dihasilkan melalui pirolisis, atau pembakaran tidak sempurna. Arang ini memiliki keunggulan berupa struktur yang sangat berpori dan luas permukaan spesifik yang besar. Karakteristik ini menjadikannya sangat efektif sebagai agen adsorben untuk menangkap polutan, baik di media udara maupun air (Manurung dkk, 2025). Secara kimiawi, kualitas arang ini sangat ditentukan oleh kandungan lignin yang tinggi pada tempurung

kelapa, yakni berkisar antara 36% hingga 45%, yang jauh lebih besar dibandingkan dengan jenis kayu keras lainnya (Saleh dkk, 2023). Kandungan lignin yang tinggi tersebut berkontribusi pada terbentuknya struktur karbon yang lebih padat, keras, dan tahan terhadap degradasi fisik selama proses pencampuran material konstruksi.

Penggunaan arang tempurung kelapa dalam komponen bangunan seperti roster tidak hanya berfungsi sebagai inovasi material ramah lingkungan, tetapi juga merupakan langkah nyata dalam penerapan teknologi *carbon capture* berskala mikro pada lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah biomassa yang melimpah di Indonesia sebagai pusat penghasil kelapa dunia, material ini menawarkan solusi berkelanjutan yang menggabungkan aspek fungsionalitas struktur dengan perlindungan kualitas udara dalam ruang (Wibowo dkk, 2021).



Gambar 2. 2 Arang Tempurung Kelapa

Sumber: delficoklat.com (2024)

2.3 Semen Portland

Semen portland adalah bahan bangunan yang digunakan sebagai pengikat hidrolik dalam berbagai campuran seperti beton, mortar, dan agregat. Komponen utamanya adalah kalsium oksida (CaO), silikon dioksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3) (Booja, 2025). Senyawa-senyawa ini mengeras saat kontak dengan air, menghasilkan struktur yang kuat dan tahan lama. Menurut SNI 15-2049-2004, semen portland diklasifikasikan menjadi empat jenis berdasarkan tujuan penggunaannya: Tipe 1, Tipe 2, Tipe 3, dan Tipe 4.



Gambar 2. 3 Semen Portland

Sumber: sementigaroda.com (2024)

2.4 Air

Air memiliki peranan vital dalam campuran konstruksi, karena berfungsi untuk memicu reaksi antara pasir dan semen yang memungkinkan terjadinya reaksi ikatan antara pasir dan semen tersebut (Fassa, 2025). Menurut standar SK SNI 03-2847-2002, air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari kotoran seperti lumpur, minyak, garam, atau padatan tersuspensi lainnya.



Gambar 2. 4 Air

Sumber: istockphoto.com (2022)

2.5 Pasir

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2461-2002, pasir didefinisikan sebagai agregat alami yang merupakan material berasal dari proses pelapukan batu secara alami atau dari pasir yang dihasilkan melalui proses pemecahan batu dengan ukuran butir maksimum 5 mm. Bahan bangunan ini harus memiliki distribusi

ukuran butir yang sesuai spesifikasi, yaitu minimum 95% lolos ayakan 4,75 mm (No.4) dan maksimum 10% tertahan pada ayakan 0,075 (No. 200).



Gambar 2. 5 Pasir

Sumber: tokoladang.co.id (2024)

2.6. Larutan NaOH

Larutan natrium hidroksida (NaOH) merupakan senyawa kimia berbentuk basa kuat yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan penelitian, termasuk dalam proses pembuatan sabun, pengolahan air limbah, serta sebagai agen pencuci atau pelarut dalam eksperimen laboratorium. Natrium hidroksida mudah terlarut dalam air dan membentuk larutan dengan tingkat korosivitas tinggi serta karakteristik pH yang sangat basa, sehingga dapat mempercepat reaksi kimia tertentu, khususnya dalam proses degradasi atau pelarutan bahan organik dan anorganik. Menurut penelitian oleh Prasetyoningrum (2016), penggunaan larutan NaOH dalam konsentrasi tertentu dapat meningkatkan efektivitas proses ekstraksi bahan aktif dari limbah biomassa karena kemampuannya dalam memecah struktur lignoselulosa. Oleh karena itu, larutan NaOH sering dimanfaatkan sebagai bahan pendukung dalam berbagai metode eksperimental yang memerlukan kondisi basa kuat.



Gambar 2. 6 Larutan NaOH

Sumber: siplah Telkom.com (2023)

2.7 Larutan Karbonat

Larutan karbonat adalah larutan yang mengandung ion karbonat (CO_3^{2-}), yang umumnya berasal dari senyawa garam karbonat seperti natrium karbonat (Na_2CO_3) atau kalsium karbonat (CaCO_3). Larutan ini bersifat basa lemah dan sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti pengolahan air, industri deterjen, serta dalam eksperimen kimia untuk menetralkan asam atau sebagai agen penyangga pH. Menurut penelitian oleh Billah dkk (2025), larutan karbonat efektif digunakan dalam proses presipitasi logam berat dari limbah cair karena kemampuannya membentuk endapan yang stabil. Selain itu, larutan karbonat juga berperan penting dalam reaksi kimia lingkungan, khususnya dalam sistem karbonat-bikarbonat yang berfungsi menjaga kestabilan pH di perairan. Keberadaan larutan karbonat dalam penelitian sangat berguna, terutama dalam konteks yang membutuhkan pengendalian kondisi basa secara moderat.



Gambar 2. 7 Larutan Karbonat

Sumber: ishtarcompany.com (2024)

2.8 Acuan Standar Nasional Indonesia yang Digunakan

Envyroster diproduksi sesuai dengan standar SNI 03-0349-1989 untuk batu bata beton yang digunakan dalam konstruksi dinding. Selama produksi, batu bata ini diklasifikasikan sebagai batu bata beton berongga, yang berarti setidaknya 25% dari penampang melintangnya ditempati oleh rongga atau pori-pori. Dimensi dan sifat fisik yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Tabel Ukuran Bata Beton

Jenis	Ukuran			Tebal Dinding Sekatan Lobang, Minimum	
	Panjang	Lebar	Total	Luar	Dalam
1. Pejal	$390 + 3$ $- 5$	90 ± 2	100 ± 2	-	-
2. Berlubang					
a. Kecil	$390 + 3$ $- 5$	$190 + 3$ $- 5$	100 ± 2	20	15
b. Besar	$390 + 3$ $- 5$	$190 + 3$ $- 5$	200 ± 2	25	20

Sumber: SNI 03-0349-1989

Tabel 2. 2 Syarat - Syarat Fisis Bata Beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat Tekan Bruto* Rata-Rata Minimal	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	30
2. Kuat Tekan Bruto* Masing-Masing Benda Uji Minimal	Kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan Air Rata-Rata, Maksimal	%	25	35	-	-	25	35	-	-

Sumber: SNI 03-0349-1989

2.9 Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 3 Penelitian Sebelumnya

No.	Judul	Nama Author	Tujuan	Material Substitusi	Presentase Material	Durasi	Metode	Hasil
1.	Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Agregat Lokal dan Abu Arang Tempurung Kelapa sebagai Subtitusi Parsial Semen	GM Langitan, MDJ Sumajow, SO Dapas (2022)	Menguji kuat tekan beton.	Abu arang tempurung kelapa	0%, 5%, 10%, 15%,	7 hari, 14 hari, 28 hari	Metode eksperimental	Kuat tekan maksimum pada beton dicapai dengan penambahan 5% abu tempurung kelapa.
2.	Kajian Serapan CO2 pada Beton Bubuk Reaktif	Wibowo, Endah Safitri,	Menguji kemampuan roster dalam	Silica Fume	0%, 15%, 20%,	10 menit, 24 jam	Metode eksperimental	Beton dengan 30% pasir kuarsa dari total berat agregat memiliki nilai serapan CO2 terendah,

No.	Judul	Nama Author	Tujuan	Material Substitusi	Presentase Material	Durasi	Metode	Hasil
	dengan Silica Fume 15% dan Variasi Pasir Kuarsa	Maulana Kangko Wicaksono (2022)	menyerap emisi gas CO ₂		25%, 30%, 35%, 40%			yaitu penurunan sebesar 43,18% setelah direndam selama 10 menit dan 36,77% setelah perendaman selama 24 jam.
3.	Penyerapan CO ₂ Menggunakan Adsorben Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa pada Pemurnian Biogas dalam Kolom	Patrisius Afinius Sare Bajo dan Jose Rizal Sahata Samosir (2019)	Menguji pengaruh aktivasi pada karbon aktif dari arang tempurung kelapa.	NaOH	1 M, 2 M, 3 M,	110 menit	Metode eksperimental	Karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa dan diaktifkan dengan NaOH memiliki kapasitas adsorpsi 2,5 kali lebih tinggi daripada karbon aktif yang tidak diaktifkan.
4.	Penambahan Abu Tempurung Kelapa sebagai Bahan Tambah	Berlian Hardini, Fachriza Noor Abdi,	Mengetahui pengaruh penambahan abu	Abu tempurung kelapa	0%, 2,5%, 5%, 7,5%,	28 hari	Metode eksperimental	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu tempurung kelapa sebesar 2,5% memberikan kuat tekan

No.	Judul	Nama Author	Tujuan	Material Substitusi	Presentase Material	Durasi	Metode	Hasil
	dalam Pembuatan Paving Block	Budi Haryanto, Mardewi Jamal, Triana Sharly P. Arifin (2021)	tempurung kelapa terhadap kuat tekan, daya serap air, dan biaya produksi.		10%			tertinggi sebesar 10,5 MPa dibandingkan variasi lainnya (0% = 7,2 MPa; 5% = 7,8 MPa; 7,5% = 7,6 MPa; 10% = 6,1 MPa).
5.	Pemanfaat Limbah Plastik Pet dan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi dalam Pembuatan Roster	Naufal Azhary Handoko dan Ghanny Wijaya Kusuma (2024)	Menguji kuat tekan dan daya serap air pada roster.	Plastik pet dan serbuk kaca	Plastik (0%, 10%, 5%, 15%, 0%) Serbuk Kaca (0%, 5%, 10%, 0%, 15%)	7 hari dan 14 hari	Metode eksperimental	Mengganti 10% plastik dan 5% bubuk kaca dengan bahan lain meningkatkan daya rekat semen, menghasilkan kekuatan tekan yang lebih baik dan penyerapan air yang lebih rendah pada campuran.

No.	Judul	Nama Author	Tujuan	Material Substitusi	Presentase Material	Durasi	Metode	Hasil
6.	Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas Co, No, Nox pada Kendaraan Bermotor	Wa Ode Veby Verliana (2015)	Menguji potensi tempurung kelapa yang diubah menjadi arang aktif dalam mengurangi emisi gas.	Arang tempurung kelapa	6%, 8%, 10%	3 hari	Metode eksperimental	Penggunaan $ZnCl_2$ pada konsentrasi 10% memberikan hasil terbaik, kemampuan penyerapan gas NO dan NOx mencapai 100% dan penyerapan gas CO sebesar 81%.

Pemanfaatan arang tempurung kelapa sebagai bahan substitusi dalam pembuatan roster memiliki potensi besar untuk menciptakan konstruksi ramah lingkungan yang mampu memitigasi polusi udara melalui penyerapan karbon dioksida. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan limbah biomassa ini telah menunjukkan dampak nyata terhadap karakteristik mekanis beton, di mana capaian kekuatan tekan paling optimal ditemukan pada variasi campuran 5% yang menghasilkan nilai sebesar 31,11 MPa pada usia 28 hari. Penelitian oleh Langitan dkk. (2022) mengonfirmasi bahwa penambahan abu arang tempurung kelapa sebesar 5% mampu menghasilkan kuat tekan beton maksimal.

Berdasarkan kemampuan adsorpsi, Wicaksono dkk. (2022) membuktikan bahwa penggunaan material substitusi pada roster dapat menurunkan emisi CO₂ hingga 43,18%. Potensi ini semakin diperkuat oleh temuan Bajo dan Samosir (2019) yang menyatakan bahwa aktivasi karbon dari tempurung kelapa mampu meningkatkan daya serap hingga 2,5 kali lipat, serta penelitian Verliana (2015) yang melaporkan kemampuan penyerapan gas polutan seperti NO dan CO mencapai 81% hingga 100%. Selain itu, inovasi pada roster juga telah dieksplorasi oleh Handoko dan Kusuma (2024) melalui penggunaan limbah plastik dan serbuk kaca yang terbukti meningkatkan daya ikat semen serta memperbaiki ketahanan terhadap daya serap air.

Secara keseluruhan, analisis dari berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang positif dalam pemanfaatan limbah sebagai material substitusi, yang kemudian menjadi dasar kuat bagi penelitian ini untuk mengeksplorasi variasi komposisi campuran yang lebih optimal. Inovasi ini tidak hanya bertujuan sebagai solusi dalam mengurangi polusi di udara, tetapi juga menjadi langkah dalam mendukung pengembangan material bangunan yang berkelanjutan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Flow Chart Penelitian

