

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Permintaan bahan bangunan terus bertambah sejalan dengan perkembangan industri konstruksi, tetapi hal ini berdampak pada lingkungan, terutama karena penggunaan semen. Industri semen menyumbang sekitar 7% emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) global, salah satunya dari proses kalsinasi yang menghasilkan emisi besar selama produksi klinker (Chen et al., 2022). Untuk mengurangi emisi ini, berbagai bahan alternatif dari limbah mulai dikembangkan sebagai substitusi sebagian semen. Salah satu material konstruksi yang potensial untuk inovasi ini adalah bata beton. Di Indonesia, konsumsi semen juga menunjukkan adanya peningkatan, mencapai lebih dari 66 juta ton pada tahun 2021. Hal ini menegaskan tingginya ketergantungan pada semen dalam sektor konstruksi, yang pada gilirannya memicu eksploitasi sumber daya alam dan memperparah emisi karbon. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif material yang tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap semen, tetapi juga mampu memanfaatkan limbah sebagai bahan bangunan (Z Fynnisa, Handayani Putri, et al., 2022).

Sementara itu, Indonesia adalah negara beriklim tropis dengan keanekaragaman hayati yang sangat kaya, termasuk peningkatan produksi buah durian yang terus terjadi setiap tahun. Durian adalah salah satu buah lokal yang tidak hanya digemari banyak orang, tetapi juga punya nilai jual yang tinggi. Pada tahun 2023, produksi durian di Indonesia mencapai 1.852.045 ton, mengalami peningkatan sebesar 17,06% dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2024). Dari total bobot buah durian, hanya sekitar 20–35% yang dapat dikonsumsi sebagai daging buah, sedangkan sisanya terdiri atas kulit (sekitar 55–66%) dan biji (sekitar 5–15%) yang sebagian besar belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan proporsi tersebut, limbah kulit durian yang dihasilkan di Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan lebih dari 1 juta ton. Jika limbah organik tidak dikelola dengan baik, limbah ini bisa mencemari lingkungan karena mudah membusuk, menimbulkan bau tidak sedap, dan dapat menimbulkan masalah sanitasi (Elfira Sari et al., 2025).

Limbah kulit durian pada gambar 1.1 menjadi masalah lingkungan nyata di Desa Sinduagung, Kecamatan Selomerto, Kabupaten Wonosobo, yang dikenal sebagai sentra penghasil dan penjual durian. Banyaknya aktivitas konsumsi durian menyebabkan penumpukan kulit durian, terutama di daerah yang belum memiliki sistem pengelolaan limbah yang memadai seperti Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Limbah ini sering dibiarkan berserakan di pinggir jalan tanpa pengolahan, sehingga saat musim kemarau mengering dan tetap menimbulkan bau menyengat, sedangkan pada musim penghujan membusuk dan mencemari saluran air, menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan tidak sehat. Ketiadaan tempat pembuangan khusus dan belum adanya kerja sama struktural dengan instansi seperti Dinas Pekerjaan Umum (DPU) memperburuk kondisi ini. Jika terus dibiarkan, pencemaran ini dapat mengancam kesehatan masyarakat sekitar (Mahmudati, 2021).



Gambar 1.1 Penumpukan Limbah Kulit Durian

Sumber: Mahmudati, 2025

Jika limbah kulit durian tidak dikelola dengan baik, penumpukannya bisa menyebabkan berbagai masalah lingkungan dan risiko bagi kesehatan masyarakat. Limbah ini kerap dibiarkan menumpuk begitu saja sehingga menghasilkan bau menyengat yang mencemari udara sekitar. Kondisi lembap dan membusuk dari limbah tersebut juga menjadi tempat ideal bagi berkembangnya serangga seperti lalat dan nyamuk, yang berpotensi menjadi vektor penyebaran penyakit. Ketidakefektifan dalam pengelolaan limbah ini turut berkontribusi terhadap peningkatan volume sampah organik yang sulit terurai, sehingga menurunkan kualitas kebersihan dan kenyamanan lingkungan (Fitriana et al., 2023).

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah kulit durian dilakukan dengan mengolahnya menjadi abu yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai material alternatif yang berfungsi substitusi sebagian semen dalam pembuatan *paving block*. Pembakaran kulit durian pada temperatur 700°C dengan durasi 6 jam hingga menghasilkan abu, kemudian diayak menggunakan saringan no. 200 untuk menghasilkan abu berukuran halus (Putri et al., 2024). Suhu pembakaran tersebut dipilih karena mampu menghilangkan sebagian besar kandungan organik dan menghasilkan abu dengan dominasi senyawa oksida anorganik yang digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen. Berdasarkan penelitian Husna et al. (2024), penggunaan abu kulit durian sebagai substitusi semen sebanyak 9% dengan kekuatan tekan *paving block* sampai 22,8 MPa dan menurunkan daya serap air menjadi 5,03%, lebih baik dibandingkan campuran tanpa abu. Dengan demikian, baik kulit durian segar maupun yang telah membusuk dapat diolah menjadi abu yang bernilai guna tinggi untuk meningkatkan mutu dan pemanfaatan limbah sebagai bahan bangunan.

Untuk mengetahui apakah abu kulit durian layak digunakan sebagai substitusi sebagian semen, dilakukan uji pendahuluan sesuai standar SNI. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1 Uji Pendahuluan Abu Kulit Durian

No	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Batas Standar Maksimal	Hasil Pengujian	Memenuhi Persyaratan
1	Berat Jenis	SNI 03-2531-1991	3 g/ml	2,95 g/ml	Memenuhi
2	Konsistensi Normal	SNI 03-6826-2002	25% s.d 35%	33,5%	Memenuhi
3	Waktu Ikut	SNI 03-6827-2002	45 – 435 menit	120 menit	Memenuhi
4	Analisis Saringan	SNI 03-2834-2000	Lolos Saringan no. 200	Lolos Ayakan	Memenuhi

Berdasarkan Tabel 1.1, hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa abu kulit durian memiliki karakteristik yang memenuhi persyaratan standar sesuai ketentuan SNI, sehingga dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen pada pembuatan *paving block*. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan guna



menganalisis kinerja *paving block* melalui pengujian dengan variasi substitusi abu kulit durian sebesar 0%, 6%, 8%, dan 10% sebagai substitusi sebagian semen.

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain sebagai berikut, Husna et al. (2024) berjudul “Pengaruh Abu Limbah Kulit Durian sebagai Bahan Substitusi Semen pada *Paving block*” menggunakan campuran 1 PC : 5 PS dan faktor air semen 0,4. Kulit durian dibersihkan, dipotong kasar, dikeringkan pada 105 °C selama 24 jam, lalu dikarbonisasi pada 500 °C dan digiling hingga lolos saringan No. 200. Untuk satu unit *paving block*, digunakan 1,498 kg semen, 7,490 kg pasir, dan 599 ml air. Penelitian ini menguji substitusi abu kulit durian sebesar 0%, 7%, 9%, 11%, dan 13%. Hasil uji kuat tekan pada 28 hari berturut-turut adalah 16,97 MPa, 20,95 MPa, 22,81 MPa, 17,56 MPa, dan 19,10 MPa. Komposisi optimum terdapat pada substitusi 9%, dengan kuat tekan tertinggi 22,81 MPa dan daya serap air 5,030%. Berdasarkan SNI 03-0691-1996, *paving block* dengan substitusi 9% abu kulit durian masuk kategori mutu B dan memenuhi standar untuk pelataran parkir.

Penelitian Ramadhani et al. (2023) berjudul "Studi Pengaruh Abu Kulit Durian terhadap Permeabilitas dan Daya Serap Air *Paving block*" menggunakan variasi substitusi abu kulit durian sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasilnya, peningkatan kadar abu kulit durian dapat meningkatkan daya serap air *paving block* sampai batas tertentu, tetapi pada kadar 15% kekuatan tekan menurun secara signifikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kadar optimum abu kulit durian adalah sekitar 9-10% untuk mencapai keseimbangan antara kuat tekan dan daya serap air.

Penelitian oleh Sari et al (2022) berjudul “Penggunaan Limbah Kulit Durian sebagai Bahan Pengganti Semen dalam *Paving block*: Studi Kasus dan Analisis Kekuatan” meneliti substitusi abu kulit durian sebanyak 13%, 14%, dan 15%. Kulit durian dibersihkan, dikeringkan, lalu dibakar dalam tungku tertutup pada suhu 500°C selama 4 jam untuk menghasilkan abu. Abu ini kemudian diayak agar menyerupai partikel semen. Rata-rata kuat tekan *paving block* pada umur 28 hari adalah 15,60 MPa, 14,80 MPa, dan 13,95 MPa. Hasilnya, semakin tinggi kadar abu kulit durian, kekuatan tekan *paving block* cenderung menurun. Karena itu,

penggunaan abu kulit durian dalam jumlah besar perlu diteliti lebih lanjut agar tidak menurunkan kualitas material konstruksi secara signifikan.

Penelitian oleh Z Fynnisa et al (2022) berjudul “Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Pengganti Sebagian Semen dalam Beton K-300” menggunakan variasi substitusi abu kulit durian sebesar 3%, 6%, dan 9%. Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari berturut-turut adalah 19,23 MPa, 20,61 MPa, dan 20,35 MPa. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar substitusi abu kulit durian meningkatkan kuat tekan. Oleh karena itu, abu kulit durian berpotensi meningkatkan kekuatan material konstruksi sebagai substitusi semen.

Penelitian lain yang relevan yaitu, oleh Handayani Putri, et al (2022) dengan judul “Pengaruh Penambahan Kulit Buah Durian dan Abu *Fly ash* Sawit terhadap Kuat Tekan Beton K-300” menggunakan campuran beton mutu rencana K-300 (24 MPa) dan benda uji silinder berukuran 15 cm × 30 cm. Menggunakan tiga variasi kombinasi substitusi semen dengan abu *fly ash* sawit dan abu kulit durian, yaitu: 3% *fly ash* sawit + 9% kulit durian, 6% *fly ash* sawit + 6% kulit durian, dan 9% *fly ash* sawit + 3% kulit durian. Hasil uji kuat tekan pada umur 28 hari adalah 19,39 MPa, 18,24 MPa, dan 18,50 MPa. Nilai kekuatan tertinggi diperoleh kombinasi 3% *fly ash* sawit dan 9% abu kulit durian. Namun, secara keseluruhan ketiga variasi tersebut belum mampu mencapai target kuat tekan beton K-300. Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi abu *fly ash* sawit dan abu kulit durian belum efektif sebagai bahan substitusi semen secara bersamaan karena tidak dapat memenuhi standar kuat tekan yang direncanakan.

Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya karena menggunakan variasi kadar substitusi abu kulit durian sebesar 0%, 6%, 8%, dan 10%. Variasi ini dipilih berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa pengaruh abu kulit durian mulai terlihat pada kadar menengah dan menurun jika kadarnya terlalu tinggi. Variasi di bawah 6% tidak digunakan karena Fynnisa et al. (2022) melaporkan bahwa peningkatan kuat tekan beton baru terlihat jelas pada substitusi 6%, sedangkan pada 3% perubahannya relatif kecil. Nilai 6% dan 8% dipilih untuk mewakili zona efektif mendekati kadar optimum, karena Husna et al. (2024) memperoleh kuat tekan maksimum *paving block* pada 9%, sementara Ramadhani et al. (2023) menyatakan keseimbangan terbaik berada di kisaran 9–10%. Batas

maksimum 10% ditetapkan karena Sari dan Setiawan (2022) serta Husna et al. (2024) menunjukkan bahwa substitusi di atas 10% justru menurunkan kuat tekan, sehingga variasi 0–10% telah mewakili rentang kinerja optimal abu kulit durian secara ilmiah.

Sebelum memulai penelitian dilakukan uji pendahuluan mortar berbentuk kubus  $5 \times 5$  cm dengan variasi campuran semen : pasir = 1 : 3 dan 1 : 4 serta Faktor Air Semen (FAS) 0,3 dan 0,4. Selain itu, dilakukan pengujian sifat material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, kandungan zat organik, kehalusan, konsistensi normal dan waktu ikat awal. Hasilnya, pasir memiliki berat jenis rata-rata  $2,2 \text{ gr/cm}^3$ , kadar air 4,68%, kadar lumpur 1,35%, dan kandungan zat organik yang aman (warna No.1 jernih), sedangkan modulus kehalusan sebesar 3,08% menunjukkan pasir termasuk kategori kasar. Abu kulit durian memiliki berat jenis  $2,95 \text{ gr/cm}^3$ , konsistensi normal 33,5%, waktu ikat awal 120 menit. Uji kuat tekan mortar menunjukkan campuran 1:3 dengan FAS 0,4 menghasilkan kekuatan tekan tertinggi sebesar 19,7 MPa dan daya serap terendah 5,76%, sehingga seluruh data ini menjadi dasar bahwa material dan campuran tersebut layak digunakan untuk pembuatan *paving block*.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengkaji pemanfaatan limbah abu kulit durian dengan substitusi sebagian semen pada *paving block*. Penelitian yang dikaji bertujuan menghasilkan *paving block* sebagai pelataran parkir dengan variasi 6%, 8%, dan 10%. Diharapkan, komposisi ini dapat memberikan kualitas terbaik, memenuhi persyaratan mutu B sesuai SNI 03-0691-1996, serta menjadi inovasi material konstruksi ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah pertanian secara optimal.

## 1.2 Fokus Penelitian

Berikut beberapa fokus penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit durian sebagai substitusi sebagian semen dalam pembuatan *paving block* dengan variasi kadar substitusi 0%, 6%, 8%, dan 10%:

1. Penelitian ini memanfaatkan limbah kulit durian yang telah diolah menjadi abu melalui proses pembakaran hingga suhu maksimal  $700^\circ\text{C}$  selama 6 jam, kemudian diayak hingga ayakan 0,075 mm. Abu kulit durian digunakan untuk menggantikan sebagian semen dalam pembuatan *paving block*.



2. Cetakan *Paving block* yang digunakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 21 cm, lebar 10,5 cm, dan tebal 6 cm.
3. Limbah kulit durian dikumpulkan dari daerah Tangerang dan pedagang di daerah Jakarta.
4. Tidak melakukan uji kandungan senyawa kimia pada abu kulit durian, sehingga pembahasan komposisi kimia mengacu pada hasil penelitian terdahulu.
5. Tidak menghitung biaya produksi.
6. Validasi produk dilakukan melalui tahapan perancangan campuran bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, serta uji *paving block*.
7. Tidak melakukan uji coba produk di lapangan.

### **1.3 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pemanfaatan limbah abu kulit durian dengan variasi 0%, 6%, 8%, dan 10% sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam pembuatan *paving block*, serta apakah hasil penelitian tersebut memenuhi standar SNI 03-0691-1996?

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan limbah abu kulit durian dengan variasi 0%, 6%, 8%, dan 10% sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam pembuatan *paving block*, serta apakah hasilnya memenuhi standar SNI 03-0691-1996.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan bisa memberikan beberapa manfaat, seperti berikut:

1. Mengurangi pencemaran lingkungan dengan menggunakan limbah kulit durian sebagai bahan bangunan.
2. Menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai pemanfaatan limbah abu kulit durian digunakan sebagai substitusi sebagian semen *paving block*.
3. Menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada inovasi material konstruksi berbasis limbah organik.
4. Memberikan alternatif material konstruksi yang ramah lingkungan serta berpotensi mengurangi penggunaan semen dalam pembuatan *paving block*.