

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan urbanisasi. Alih fungsi lahan terbuka hijau menjadi kawasan terbangun menyebabkan berkurangnya daerah resapan air, sehingga meningkatkan risiko genangan dan banjir, khususnya di wilayah perkotaan dengan curah hujan tinggi (Asrul, 2025). Kondisi ini diperparah dengan penggunaan perkerasan konvensional seperti beton dan aspal yang bersifat kedap air, sehingga menghambat proses infiltrasi air hujan ke dalam tanah (Feng et al., 2021).

Salah satu solusi yang dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penggunaan *paving block* berpori. *Paving block* berpori dirancang memiliki rongga yang memungkinkan air meresap ke dalam tanah sehingga mampu mengurangi limpasan permukaan (Oktovia & Andayono, 2024). Berdasarkan SNI 03-0691-1996, *paving block* diklasifikasikan berdasarkan mutu dan penggunaannya, antara lain mutu A untuk jalan raya, mutu B untuk area parkir, mutu C untuk trotoar, dan mutu D untuk taman. Namun demikian, peningkatan porositas pada *paving block* umumnya berdampak pada penurunan kuat tekan, sehingga diperlukan inovasi material untuk menjaga keseimbangan antara kemampuan infiltrasi dan kekuatan struktural (Mayasari dkk., 2022). Berbagai material daur ulang telah dimanfaatkan dalam beton atau mortar, seperti limbah pertanian, limbah industri, maupun residu limbah lainnya (Maharani et al., 2025).

Di antara material alternatif tersebut, serat alami dikenal sebagai solusi ramah lingkungan dalam material bangunan karena memiliki karakteristik yang lebih bersahabat terhadap lingkungan. Meriana (2025) melakukan penelitian pembuatan *paving block* menggunakan bahan tambah ampas tebu, berdasarkan hasil penelitian hasil yang didapatkan mutu *paving* tidak sesuai dengan standar SNI. Gehati dkk (2023) juga melakukan penelitian menggunakan bahan tambah abu terbang (*fly ash*), berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa nilai kuat tekan dan kuat lentur

yang diberikan masih lebih rendah dibandingkan dengan campuran tanpa abu terbang. Terdapat juga penelitian menggunakan campuran abu tempurung kelapa, dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh berlian dkk (2021), campuran abu tempurung kelapa dinilai mampu meningkatkan kualitas dari *paving block* dari sisi kuat tekannya sekitar 45,83%, sedangkan dari sisi penyerapan air abu tempurung kelapa memiliki nilai yang lebih rendah dari benda uji tanpa bahan tambah. Dari berbagai jenis bahan campuran tersebut, abu tempurung kelapa dianggap sebagai kandidat potensial untuk memperkuat struktural *paving block*.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji pengembangan *paving block* dengan memanfaatkan material limbah sebagai bahan substitusi. Nurwidayati (2021) menyatakan bahwa penambahan abu tempurung kelapa hingga 10% sebagai substitusi semen mampu menghasilkan *paving block* dengan mutu C sesuai standar. Sucahyo (2020) melaporkan bahwa limbah tempurung kelapa dapat digunakan sebagai campuran beton mutu K-175 hingga 20% dari berat pasir.

Penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan substitusi sebagian semen pada *paving block* berpori memiliki potensi dalam meningkatkan sifat pozzolan serta mengurangi penggunaan semen konvensional (Sikanna dkk., 2025a). Abu tempurung kelapa mengandung silika yang cukup tinggi sehingga dapat berkontribusi terhadap pembentukan kalsium silikat hidrat (C-S-H) yang berperan dalam peningkatan kekuatan beton (Sikanna dkk., 2025b). Namun, apabila digunakan dalam kadar yang terlalu tinggi, abu tempurung kelapa dapat menyebabkan penurunan kuat tekan karena campuran abu yang terlalu banyak dapat mengurangi proporsi agregat yang berperan dalam memberikan kekuatan struktural. Selain itu juga dapat permeabilitas *paving porous* karena partikel abu yang sangat halus mengisi rongga antar agregat sehingga campuran menjadi lebih padat.

Sebelumnya, beberapa penelitian telah mencoba memanfaatkan limbah sebagai substitusi agregat halus untuk meningkatkan porositas perkerasan berpori. Penggunaan serbuk gergaji kayu (*sawdust*) dan sekam padi (*rice husk*) terbukti mampu memperbesar volume rongga, namun berdampak pada penurunan kuat tekan yang drastis akibat ikatan partikel yang lemah dan kerentanan terhadap

pelapukan (Kusuma dkk., 2021; Hidayat & Rahman, 2020). Demikian pula, substitusi dengan cacahan plastik PET seukuran pasir dapat meningkatkan permeabilitas, tetapi permukaannya yang halus melemahkan lekatan dengan pasta semen sehingga menurunkan kekuatan mekaniknya secara signifikan (Wijaya dkk., 2022).

Oleh karena itu, diperlukan material alternatif yang mampu meningkatkan porositas tanpa mengorbankan stabilitas struktural, salah satunya melalui penambahan serbuk sabut kelapa (*cocopeat*). Dibandingkan material substitusi lainnya, *cocopeat* memiliki keunggulan berupa kandungan lignin tinggi yang membuatnya lebih tahan lapuk dalam matriks semen (Rahmawati dkk., 2023). Teksturnya yang berserat juga memberikan lekatan mekanis (*interlocking*) yang lebih baik dengan pasta semen dibandingkan plastik PET. Penggunaan serbuk sabut kelapa dinilai efektif dalam meningkatkan pori-pori terbuka yang saling terhubung pada *paving block* berpori dengan tetap menjaga integritas strukturalnya (Wiyogo dkk., 2022), sehingga kombinasi material ini berpotensi menghasilkan produk ramah lingkungan dengan performa mekanik dan drainase yang optimal.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji penggunaan abu tempurung kelapa maupun serbuk sabut kelapa secara terpisah pada beton atau *paving block* konvensional, hingga saat ini masih terbatas penelitian yang secara khusus menggabungkan kedua material limbah tersebut dalam satu campuran *paving block* berpori. Selain itu, kajian yang menitikberatkan pada keseimbangan antara peningkatan porositas dan pemenuhan kuat tekan pada sistem porous *paving* juga belum banyak ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi untuk mengisi celah penelitian (*research gap*) tersebut dengan mengevaluasi sinergi kedua bahan dalam menghasilkan *paving block* berpori yang ramah lingkungan serta tetap memenuhi persyaratan mutu struktural.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah abu tempurung kelapa sebagai substitusi sebagian semen dan serbuk sabut kelapa (*cocopeat*) sebagai substitusi sebagian agregat halus pada *paving block* berpori. Abu tempurung kelapa diharapkan berperan dalam

meningkatkan atau mempertahankan nilai kuat tekan melalui sifat *pozzolan* yang dimilikinya, sehingga dapat memperbaiki struktur matriks semen. Sementara itu, serbuk sabut kelapa digunakan untuk meningkatkan daya porositas dan permeabilitas *paving block*, sehingga mampu memperbaiki kemampuan infiltrasi air sesuai dengan karakteristik perkerasan berpori yang diharapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi persentase substitusi terhadap kuat tekan, daya serap air, porositas, dan permeabilitas *paving block*, sehingga diperoleh komposisi optimum yang memenuhi kriteria mutu B sesuai standar yang berlaku.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dari permasalahan yang telah dikerjakan pada bagian latar belakang, berikut adalah rumusan masalah yang disusun:

1. Berapakah nilai kuat tekan *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?
2. Berapakah nilai daya serap air pada *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?
3. Berapakah nilai porositas *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?
4. Berapakah nilai permeabilitas *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?
5. Berapakah *cantabro loss paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?
6. Berapakah biaya yang diperlukan untuk membuat *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous*?

### 1.3. Maksud dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah, maksud dari penelitian ini adalah untuk menciptakan *paving* berpori yang ramah lingkungan menggunakan *cocopeat* dan sisa abu batok kelapa sebagai bahan pengganti. Hal ini bertujuan untuk mengurangi limbah yang terbuang dan menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan dalam industri konstruksi selain itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan abu tempurung kelapa dan *cocopeat* pada campuran *paving porous*. Tujuan dari penelitian ini meliputi :

1. Mengetahui kemampuan nilai kuat tekan *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk serabut kelapa sebagai bahan campuran dalam membuat *paving porous*.
2. Mengetahui kemampuan nilai daya serap air pada *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam membuat *paving porous*.
3. Mengetahui kemampuan nilai porositas *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam membuat *paving porous*.
4. Mengetahui kemampuan nilai permeabilitas *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam membuat *paving porous*.
5. Mengetahui nilai kehilangan massa (*Cantabro Loss*) *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam membuat *paving porous*.
6. Mengetahui biaya yang diperlukan untuk membuat *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam *paving porous*.

### 1.4. Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti perlu difokuskan agar proses penelitian dan pengujian dapat berlangsung secara sistematis dan terarah. Berikut adalah batasan masalah yang akan dikaji:

1. Arang tempurung kelapa didapatkan dari pasar di Kota Semarang yang selanjutnya di proses peneliti agar menjadi abu, sedangkan sabut kelapa didapatkan dari pasar di Kota Semarang yang selanjutnya di proses peneliti agar menjadi serbuk sabut kelapa.
2. Menggunakan cetakan *paving block* dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 6 cm.
3. Pengujian karakteristik *paving porous* dengan memanfaatkan abu tempurung kelapa dan serbuk sabut kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving porous* dilaksanakan setelah umur 14 hari dan konversi pada hari ke-28.
4. Pengujian kuat tekan, daya serap air, porositas, permeabilitas, dan sifat fisik pada *paving porous* dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur dan Laboratorium Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

### **1.5. Manfaat penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang nyata bagi masyarakat maupun industri konstruksi. Adapun rincian manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memanfaatkan produk *paving porous* sebagai upaya penanggulangan banjir yang ada di masyarakat.
2. Memberikan produk tepat guna yang dapat menjadi solusi permasalahan bencana banjir.
3. Memberikan produk rekomendasi kepada pengusaha pada bidang konstruksi dalam bentuk produksi terobosan inovasi terbaru untuk mengurangi permasalahan bencana banjir di lingkungan Masyarakat.