

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan industri konstruksi telah didorong oleh pertumbuhan ekonomi global dan peningkatan kebutuhan infrastruktur. Salah satu material yang banyak digunakan dalam konstruksi adalah *Paving block*. Bata beton atau *Paving block* digunakan sebagai material pada berbagai konstruksi bangunan. Material tersebut diproduksi dari campuran semen Portland, agregat, dan air. Bahan tambahan dapat digunakan selama mutu bata beton tidak mengalami penurunan (SNI 03-0691-1996). *Paving block* digunakan sebagai material perkerasan pada jalan, area parkir, halaman rumah, dan trotoar. Material tersebut dibuat dengan mencampurkan semen, pasir, dan air sesuai komposisi yang ditentukan (Firmansyah Uilly Pratama, 2023). Semen digunakan sebagai bahan pengikat yang menyatukan pasir dan material lainnya.

Semen merupakan bahan pengikat hidrolis yang tersusun atas senyawa C-S-H atau kalsium silikat hidrat. Senyawa tersebut bereaksi dengan air dan mengikat material padat lainnya. Proses tersebut membentuk massa yang kompak, padat, dan keras (Hariawan, n.d. 2007). Sebagian besar senyawa kimia semen terdiri dari kapur (CaO), silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), magnesia (MgO) dan besi oksida (Fe₂O₃) (Persen et al., n.d.). Semen memiliki karakteristik yang membuatnya tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, seperti ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi. Hal ini sangat penting dalam aplikasi konstruksi yang memerlukan material yang dapat bertahan dalam kondisi ekstrim. Namun, Meningkatnya kebutuhan dan produksi semen berpotensi menyebabkan bertambahnya emisi karbon dioksida (CO₂) yang dilepaskan, sehingga mempercepat pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap semen, khususnya pada konstruksi sederhana, melalui pemanfaatan material alternatif yang tersedia dari sumber daya alam dan mampu menggantikan sebagian peran semen dalam konstruksi.

Lahan parkir merupakan salah satu fasilitas pendukung pada kawasan permukiman, komersial, maupun fasilitas umum yang berfungsi sebagai tempat berhentinya kendaraan dalam jangka waktu tertentu. Perkerasan pada area parkir harus mampu menahan beban kendaraan secara berulang serta memiliki ketahanan terhadap gesekan akibat pergerakan. Selain itu, area parkir juga rentan terhadap pengaruh lingkungan seperti genangan air dan perubahan cuaca, sehingga material yang digunakan harus memiliki kuat tekan yang memadai, ketahanan aus yang baik, serta nilai penyerapan air yang terkendali agar tidak mudah mengalami kerusakan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0691-1996), *Paving block* yang digunakan untuk area parkir kendaraan termasuk dalam klasifikasi mutu B, yang mensyaratkan nilai kuat tekan minimum 20 MPa, batas maksimum penyerapan air sebesar 6%, serta ketahanan aus tertentu. Oleh karena itu, pengembangan material *Paving block* untuk area parkir harus mengacu pada standar mutu tersebut agar dapat berfungsi secara optimal dan aman digunakan.

Salah satu bahan alternatif untuk mengurangi penggunaan semen adalah limbah abu bonggol jagung. Abu bonggol jagung mengandung senyawa silika (SiO_2) yang juga terdapat dalam komposisi semen. Kandungan silika pada abu bonggol jagung mencapai 66,83% (Adesanya & Raheem, 2009). Kandungan tersebut mendukung pemanfaatan abu bonggol jagung sebagai bahan pengganti sebagian semen. Bahan tersebut memiliki sifat mengikat setelah bereaksi dengan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) dalam kondisi basah. Abu bonggol jagung dapat digunakan untuk menggantikan sebagian semen dalam campuran beton atau *Paving block*. Umumnya, bahan ini berasal dari limbah industri atau limbah alam yang masih memiliki kandungan silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3), yang cukup tinggi. Abu limbah bonggol jagung dihasilkan dari proses pembakaran bonggol jagung sebagai bahan bakar atau sisa-sisa dari industri pengolahan jagung. Proses pengolahan bonggol jagung menjadi abu melibatkan beberapa tahapan, termasuk pengeringan, pembakaran, dan pengayakan (Achmad Rizco Hardiputranto. 2021).

Bonggol jagung, yang merupakan limbah pertanian dari hasil panen jagung, sering kali dibuang atau dibakar, sehingga berkontribusi pada masalah lingkungan. Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa terdapat produksi jagung 15,21 juta ton sepanjang tahun 2024. Menurut (Enny Sholichah), limbah tanaman jagung terdiri atas tongkol atau bonggol sebesar 12,29%. Kelobot menyumbang 12,48% dari total limbah tanaman jagung. Batang dan daun menyumbang 34,03% dari total limbah tanaman jagung. Berdasarkan data pada tahun 2025, Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), sampah kayu dan ranting mencapai 13,18%. Data tersebut dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Di wilayah Jakarta, sampah kayu dan ranting menempati urutan ketiga berdasarkan jenis sampah. Sampah makanan dan plastik menempati urutan pertama dan kedua (SIPSN, 2025). Penumpukan limbah terjadi yang mengakibatkan proses pembusukan limbah organik menghasilkan bau tidak sedap dan partikel-partikel yang dapat mencemari udara. Menurut (Dinas Pertanian Kabupaten Buleleng, 2025) Proses pembusukan pada bonggol jagung disebabkan oleh serangan berbagai jenis mikroorganisme, seperti jamur. Mikroorganisme tersebut menginfeksi dan merusak jaringan bonggol, sehingga terjadi pelunakan dan degradasi struktur jaringan. Pembusukan umumnya dipicu oleh kondisi lembap dan kadar air yang tinggi, serta ditandai dengan perubahan warna bonggol jagung menjadi cokelat tua hingga kehitaman. Perubahan kondisi fisik tersebut menunjukkan adanya ketidakstabilan bahan baku yang berpotensi memengaruhi komposisi kimia abu hasil pembakaran apabila bonggol jagung digunakan tanpa pengendalian mutu awal. Oleh karena itu, diperlukan proses pembakaran yang terkontrol terhadap limbah bonggol jagung guna menghasilkan abu dengan komposisi yang lebih stabil, sehingga pemanfaatannya dapat lebih optimal. Bonggol jagung yang digunakan berasal dari pengepul jagung yang berada di daerah Jakarta Timur. Bonggol jagung yang didapatkan dari pengepul kemudian diolah menjadi abu melalui proses pembakaran. Pemilihan sumber bonggol jagung dari pengepul lokal tidak hanya mempermudah proses pengumpulan bahan, tetapi

juga merupakan bentuk kontribusi terhadap pengurangan limbah organik di wilayah perkotaan.

Penelitian terdahulu membuktikan manfaat bonggol jagung terhadap kinerja kuat tekan *Paving block*. Salah satu penelitian yang pernah dilakukan oleh (Risqi Kurniawan. 2019) yang berjudul “Pengaruh Abu Bonggol Jagung sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap Air *Paving block*” Penelitian tersebut menggunakan variasi abu bonggol jagung sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh berturut-turut sebesar 17,65 MPa, 19,15 MPa, 20,05 MPa, 16,40 MPa, 15,90 MPa, dan 14,90 MPa. Hasil tersebut menunjukkan peningkatan kuat tekan hingga penggunaan abu bonggol jagung sebesar 10%. Campuran tersebut menggunakan perbandingan semen, pasir, dan faktor air semen sebesar 1:5:0,65.

Ada juga penelitian dari (Achmad Yusuf Firman Hidayat Subani, 2023) dengan jurnal berjudul “Pemanfaatan Limbah Abu Bonggol Jagung Sebagai Pengganti Semen Untuk Pembuatan *Paving block* Terhadap Sifat Mekanik Dan Nilai Ekonomis”. Pengujian dilakukan terhadap kuat tekan, kuat lentur, dan kuat tarik belah *Paving block*. Variasi penggantian semen yang digunakan sebesar 0%, 10%, 15%, dan 20%. Nilai kuat tekan rata-rata yang diperoleh berturut-turut sebesar 27,7 MPa, 11,55 MPa, 26,97 MPa, 15,20 MPa. Nilai kuat tekan optimal diperoleh pada variasi 15% dengan nilai 26,97 Mpa pada umur 28 hari. Pengujian tersebut dilakukan pada umur *Paving block* 28 hari. Campuran yang digunakan memiliki perbandingan semen, pasir, dan faktor air semen sebesar 1:4:0,5.

Penelitian lain dilakukan oleh (Prisila et al. 2021) dalam jurnalnya yang berjudul “Study Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Bahan Substitusi Semen Untuk Beton Normal” Penelitian tersebut menggunakan abu bonggol jagung sebagai bahan pengganti sebagian semen. Variasi bottom ash yang digunakan sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Nilai kuat tekan yang diperoleh berturut-turut sebesar 32,633 MPa, 30,84 MPa, 20,794 MPa, dan 14,147 MPa. Campuran tersebut menggunakan perbandingan semen, pasir sebesar 1:1,387.

Penelitian lain juga dilakukan oleh (Berutu, Lastri Nola Br. 2020) yang berjudul “Kajian Kuat Tekan Beton Akibat Substitusi Parsial Abu Bonggol Jagung Terhadap Semen” mengungkapkan bahwa pengujian kuat tekan rata rata pada abu bonggol jagung dengan menggunakan variasi 0%, 2,5% 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15% dan 17,5% berturut-turut sebesar 28,07 MPa, 31,46 MPa, 30,83 MPa, 28,29 MPa, 25,31 MPa, 28,11 MPa, 26,76 MPa, dan 23,11 MPa. Pada penelitian menggunakan mix design dengan perbandingan semen; pasir; dan faktor air semen sebesar 1:2:0,55.

Penelitian oleh (Taris Rizka Amalia., 2024 yang berjudul “Pengaruh Abu Bonggol Jagung Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Alir” pada penelitian ini menggunakan variasi 0%, 4%, 5%, 7% dan 9%. Penelitian tersebut menggunakan variasi abu bonggol jagung sebesar 0%, 4%, 5%, 7%, dan 9%. Nilai kuat tekan yang diperoleh berturut-turut sebesar 23,85 MPa, 28,38 MPa, 32,45 MPa, 35,22 MPa, dan 19,78 MPa. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada penggunaan abu bonggol jagung sebesar 7%. Nilai kuat tekan tersebut mencapai 35,22 MPa. Campuran tersebut menggunakan perbandingan semen, pasir, dan faktor air semen sebesar 1:2:0,45.

Hasil yang didapatkan membuktikan bahwa penggunaan abu bonggol jagung berpengaruh positif terhadap peningkatan nilai kuat tekan *Paving block*. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah abu bonggol jagung sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan *Paving block* serta pengaruhnya terhadap kualitas *Paving block* yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian terahulu yang relevan, penelitian oleh Subani (2023) menggunakan variasi persentase 0%, 10%, 15%, dan 20%, dengan kuat tekan optimal berada pada variasi 15%. Pada penelitian ini variasi 0% dilakukan untuk mengetahui apakah dengan menambahkan abu bonggol jagung efektif digunakan sebagai bahan pengganti semen. Pemilihan persentase 10% dan 13% yaitu untuk mengetahui tahap awal pada peningkatan nilai kuat tekan sebelum mencapai kuat tekan optimal pada penelitian relevan yaitu 15%. Pemilihan persentase 16% adalah untuk mencari

tahu dengan menambahkan variasi pada persentase diatas 15%, apakah sudah mencapai pada titik kuat tekan optimal atau masih dapat mengalami peningkatan dan mengetahui batas maksimum sebelum kuat tekan mengalami penurunan pada penggunaan abu bonggol jagung. Maka proporsi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan variasi persentase abu bonggol jagung sebesar 0%, 10%, 13%, dan 16%.

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D). Menurut Sugiyono (2015), metode tersebut digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya. Metode 4D merupakan salah satu model pengembangan dalam penelitian R&D. Model tersebut terdiri atas tahap Define, Design, Develop, dan Disseminate. Tahap Define digunakan untuk menetapkan masalah dan kebutuhan penelitian. Tahap Design digunakan untuk merancang produk yang akan dikembangkan. Tahap Develop digunakan untuk mengembangkan dan menguji produk. Tahap Disseminate digunakan untuk menyebarluaskan produk yang telah dikembangkan. Metode 4D digunakan sebagai kerangka kerja untuk menciptakan produk yang lebih efisien, inovatif, dan sesuai kebutuhan lapangan, mulai dari identifikasi bahan baku alternatif, rancangan bentuk dan struktur paving, uji kekuatan, hingga implementasi di lingkungan nyata. Namun pada tahap akhir yaitu Disseminate umumnya dilakukan untuk menguji efektivitas produk dalam skala lebih luas, dalam penelitian ini tahap tersebut tidak dilaksanakan sampai penyebarluasan produk karena keterbatasan sumber daya dan akses distribusi. Tetapi hanya melakukan penyebarluasan pada penyusunan laporan dan hasil akhir dari penelitian. Dengan demikian, hasil penelitian tetap memberikan kontribusi pada pengembangan produk *Paving block* yang terstruktur dan berbasis analisis kebutuhan serta validasi teknis, meskipun belum melalui tahap penyebarluasan secara formal.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pemanfaatan limbah abu bonggol jagung. Pemanfaatan tersebut diarahkan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada material konstruksi.

Kajian dilakukan untuk mengetahui pengaruh abu bonggol jagung (ABJ) terhadap mutu material konstruksi. Dengan judul penelitian “PEMANFAATAN LIMBAH ABU BONGGOL JAGUNG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PADA PEMBUATAN *PAVING BLOCK* UNTUK LAHAN PARKIR”.

1.2. Fokus Penelitian

1. Pembuatan benda uji *Paving block* dilakukan di PD. ANS Beton Cilangkap. Lokasi penelitian berada di Jl. Raya Cilangkap, RT.007/RW.003, Cilangkap, Kecamatan Cipayung, Jakarta Timur.
2. Limbah abu bonggol jagung digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran *Paving block*.
3. Pembuatan *Paving block* menggunakan mesin cetak press getar.
4. Metode yang digunakan sesuai dengan persyaratan SNI 03-0691-1996
5. Komposisi campuran abu limbah bonggol jagung ialah 0%, 10%, 13%, 16%
6. Perbandingan mix design semen: pasir: dan faktor air semen, yaitu 1: 4: 0,35.
7. Jenis semen yang dipakai dalam pembuatan *Paving block* adalah semen PCC
8. Pasir pada pengujian/campuran berasal dari Gunung Sindur, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.
9. *Paving block* dengan ukuran Panjang 21 cm x Lebar 10,5 cm, ketebalan 8 cm
10. Melakukan uji pendahuluan sebelum pembuatan *Paving block*, yaitu uji kadar air, kandungan organik pasir, analisis saringan pasir, berat jenis abu bonggol jagung, uji kuat tekan, & penyerapan air.
11. Limbah yang digunakan ialah bonggol jagung yang didapatkan dari pengepul bonggol jagung yang berasal dari wilayah Pulo Gadung dan Kramat Jati
12. Pengujian *Paving block* terdiri dari uji sifat tampak, uji ukuran, pengujian kuat tekan, uji daya serap air, uji ketahanan aus & uji ketahanan terhadap natrium sulfat
13. Umur pengujian sampai 28 hari
14. Tidak menghitung biaya produksi.

15. Tahap disseminate (Penyebaran) dalam penelitian ini mencakup hasil validasi *Paving block* yang telah memperoleh persetujuan dari ahli, hasil pengujian laboratorium, dan hasil penelitian.

1.3. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan fokus penelitian dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

“Bagaimanakah pemanfaatan limbah abu bonggol jagung sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan *Paving block* dengan persentase 0%, 10%, 13%, dan 16% terhadap kuat tekan, daya serap air, ketahanan aus dan natrium sulfat pada *Paving block*?”

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa nilai rata rata kuat tekan, ketahanan aus, penyerapan air dan ketahanan terhadap natrium sulfat yang dapat diterima oleh *Paving block* dengan campuran abu bonggol jagung untuk tiap komposisi sesuai dengan SNI 03-0691-1996.
2. Mengetahui komposisi terbaik dalam penggunaan limbah abu bonggol jagung terhadap pembuatan *Paving block*

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai manfaat dari inovasi penggunaan limbah abu bonggol jagung pada pembuatan *Paving block* menjadi bahan alternatif material konstruksi.