

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

*Paving block* (Bata beton terkunci) menurut SNI 03-0691-1996 adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut. Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, *paving block* (bata beton) adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci (Dudung Kumara, 1992; Akmaluddin dkk. 1998). *Paving block* menjadi solusi pengembangan jalur pejalan kaki atau trotoar. *Paving block* memiliki sifat yang modular dan mempermudah proses pemasangan, menjadikannya solusi yang hemat biaya dan efisien untuk pembangunan atau perbaikan area dengan anggaran yang terjangkau. Selain itu, *paving block* tidak membutuhkan perawatan intensif, sehingga sangat sesuai untuk digunakan di lingkungan perkotaan.

Semen merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan *paving block*, namun proses produksi semen, khususnya dalam tahap pemanasan batu kapur (kalsinasi), menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi. Semen menyumbang sekitar 7% dari total emisi gas rumah kaca global (Tkachenko et al. 2023). Ini terjadi karena pengolahan bahan baku menjadi klinker, yang melibatkan reaksi kimia yang menghasilkan CO<sub>2</sub>. Emisi ini berkontribusi pada perubahan iklim dan pemanasan global. Selain CO<sub>2</sub>, pabrik semen juga menghasilkan polutan lainnya seperti debu, oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Polusi udara ini dapat memengaruhi kualitas udara di sekitar area pabrik, berpotensi merusak kesehatan masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan industri. Proses tersebut menghasilkan limbah debu dan gas beracun hingga saat ini belum tersedia cara menyaring debu dan gas tersebut secara efektif untuk menurunkan kadar nitrogen oksida dan sulfur oksida yang dihasilkan (Eshandriana, 2023). Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif untuk mengurangi penggunaan semen.

Salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah limbah abu ampas tebu. Abu Ampas Tebu adalah produk akhir dari proses pembakaran ampas tebu dalam pabrik gula untuk menghasilkan gula. Setelah tebu diperas untuk menghasilkan sari buah, sisa padatan disebut ampas tebu. Kemudian ampas tebu dibakar dalam boiler untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai bagian dari proses pembangkitan energi untuk menghasilkan uap yang digunakan dalam proses pengolahan gula. (Riswandi D. M. 2022). Dengan menggunakan abu ampas tebu sebagai bahan pengganti semen, dapat memberikan nilai tambah pada limbah industri tersebut, mengurangi jumlah limbah yang dibuang, dan mendukung konsep daur ulang. Pemanfaatan limbah sendiri berarti mengubah limbah yang semula tidak bernilai menjadi bahan yang berguna dan memiliki nilai ekonomi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pemanfaatan adalah proses atau cara untuk memanfaatkan sesuatu. Sementara itu, menurut Karmana (2007), limbah merupakan sampah atau sisa dari suatu proses yang dapat menjadi polutan atau pencemar lingkungan.

Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jenderal Perkebunan, Indonesia pada tahun 2023 memproduksi 2,61 juta ton tebu. Dari taksasi akhir giling gula kristal putih (GKP) 2023 (Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023), luas panen tebu tercatat 494.764 ha, dan produksi GKP nasional mencapai 2.610.658 ton (Widhiyanto F. 2023). Salah satu pabrik gula bahan baku tebu yaitu PT. Rejoso Manis Indo (RMI) yang ada di Blitar, Jawa Timur. PT. RMI adalah perusahaan industri yang memproduksi gula pasir dengan bahan baku utamanya adalah tebu sejak tahun 2019. Perusahaan ini menghasilkan produk *White Crystal* (Gula Kristal Putih), merupakan gula yang dapat dikonsumsi langsung sebagai tambahan bahan makanan dan minuman. Pada tahun 2023 PT. RMI menargetkan giling tebu sebanyak 1,25 juta ton dan terealisasi 1,17 juta ton dengan kapasitas giling 10.000-20.000 TCD (*Tone Cane Day*). Menurut data dari P3GI (Pusat Penelitian Perkebunan Gula), 32% dari berat tebu giling terdiri dari ampas tebu. Namun, 60% dari ampas tebu tersebut digunakan oleh pabrik gula sebagai bahan bakar, bahan baku kertas, dan industri jamur, sehingga 40% masih belum termanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini

memanfaatkan limbah abu ampas tebu yang terbuang sebagai bahan pengganti sebagian semen pada produk *paving block*.

Kandungan kimia pada abu ampas tebu, terutama kadar silika, telah banyak diteliti sebelumnya dan pengujian kandungan kimia memerlukan peralatan laboratorium khusus dan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, penelitian ini mengacu pada hasil studi terdahulu untuk memperkirakan sifat kimia pada abu ampas tebu, menurut (Sulaiman F, 2019) abu ampas tebu mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebagai komponen utama hingga 71%. Kandungan silika yang tinggi memberikan sifat abu ampas tebu memiliki sifat sementius, yaitu kemampuan bahan untuk bereaksi dengan air melalui proses hidrasi dan menghasilkan senyawa yang mengeras serta membentuk material padat yang kuat seperti semen. Dalam penelitian Sulaiman, F. (2019) yang berjudul **“Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dan Polimer Alam Lateks sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Beton Polimer Ramah Lingkungan”**, AAT dibakar dengan suhu  $700^\circ\text{C}$ , ada beberapa alasan mengapa suhu dan waktu pembakaran dipilih. Jika suhu pembakaran di bawah  $400^\circ\text{C}$ , kandungan karbon akan meningkat karena bahan organik seperti lignin, selulosa, dan lainnya belum terdekomposisi sepenuhnya. Setelah itu, abu yang telah dibakar diayak dengan ayakan no. 200 untuk memperoleh ukuran butiran yang sama dengan semen. Jika butiran partikelnya halus, hidrasi akan lebih cepat karena dimulai dari permukaan butir. (Sulaiman, F. 2019). Dengan sifat sementius, dan kandungan silika yang tinggi, abu ampas tebu berpotensi menjadi bahan substitusi sebagian semen.

Berikut ini beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini yaitu, pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul, A. (2022) dengan judul **“Pemanfaatan Abu Ampas Tebu dalam Pembuatan *Paving block*”** mengkaji penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan tambahan semen dengan variasi 0% dan 4%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *paving block* tanpa abu ampas tebu (0%) memiliki kuat tekan sebesar  $338,428 \text{ kg/cm}^2$  pada usia 28 hari. Sementara itu, *paving block* dengan penambahan abu ampas tebu 4% menunjukkan nilai kuat tekan sebesar  $333,888 \text{ kg/cm}^2$  pada usia yang sama. Penelitian ini menggunakan desain campuran dengan perbandingan semen, pasir, dan faktor air-semen sebesar 1:2:0,30.

Penelitian yang dilakukan oleh Jawara, T. K., dkk. (2018) dengan judul **“Abu Ampas Tebu sebagai Pengurang Semen dalam *Paving block*”** menguji variasi penggunaan abu ampas tebu sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hasil uji kuat tekan menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 33,52 MPa, 34,63 MPa, 33,84 MPa, 31,45 MPa, 30,41 MPa, dan 29,14 MPa. Penelitian ini menggunakan desain campuran dengan rasio antara semen, pasir, dan faktor air-semen sebesar 1:4:0,50.

Penelitian yang dilakukan oleh Pangestuti, E. K. (2014) dengan judul **“Pengaruh Penambahan Limbah Pembakaran Ampas Tebu pada *Paving* terhadap Jenis Semen PPC dan PCC”** menggunakan dua jenis semen, yaitu PCC dan PPC. Pada usia 28 hari, *paving block* yang dibuat dengan semen PCC dan limbah abu ampas tebu sebesar 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% menghasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 17,02 MPa, 15,92 MPa, 14,73 MPa, 13,63 MPa, dan 10,65 MPa. Sementara itu, *paving block* yang dibuat dengan semen PPC pada presentase limbah abu ampas tebu yang sama menunjukkan nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 18,11 MPa, 16,12 MPa, 14,63 MPa, 11,64 MPa, dan 9,95 MPa. Desain campuran yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rasio semen, pasir, dan faktor air-semen sebesar 1:5:0,20.

Penelitian oleh Denni, A. (2015) dengan judul **“Kajian *Paving block* dengan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan Pengganti Sebagian dari Semen dengan Variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% pada 1Pc:5Ps dan Faktor Air Semen 0,55”** menggunakan campuran abu ampas tebu dalam variasi tersebut. Pada usia 28 hari, hasil kuat tekan *paving block* berturut-turut adalah 39,35 MPa, 23,92 MPa, 25,92 MPa, 22,38 MPa, 21,45 MPa, dan 18,61 MPa. Desain campuran yang digunakan dalam penelitian ini memiliki rasio semen, pasir, dan faktor air-semen sebesar 1:5:0,55.

Kusuma, N. A. (2015) dalam penelitiannya yang berjudul **“Pengaruh FAS sebesar 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55 terhadap Nilai Kuat Tekan *Paving block* dengan Campuran Abu Ampas Tebu sebesar 4% sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen”** menggunakan abu ampas tebu 4% dan variasi faktor air-semen (FAS) sebesar 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; dan 0,55. Pada umur 28 hari, hasil kuat tekan yang diperoleh secara berurutan adalah 31,16 MPa, 32,64 MPa, 29,80 MPa, 27,73

MPa, dan 26,16 MPa, dengan FAS optimal sebesar 0,40. Mix design yang digunakan memiliki perbandingan pasir:semen sebesar 1:5.

Perbedaan penelitian ini dengan beberapa penelitian sebelumnya yang relevan. Persentase yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 12%, 14%, dan 16% dari berat semen. Selanjutnya, ada desain campuran perbandingan pasir, semen, dan fas dengan 1: 4: 0,35. Semen yang digunakan jenis PCC (*Portland Composite Cement*) sesuai dengan SNI 15-7064-2004. Pasir yang digunakan adalah pasir Bangka.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas *paving block* yang optimal dengan menggunakan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan persentase 0%, 12%, 14%, dan 16% terhadap berat semen, sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Penelitian ini dilakukan selama 28 hari.

## 1.2 Fokus Penelitian

Berikut beberapa fokus/batasan penelitian mengenai pemanfaatan limbah abu ampas tebu sebagai pengganti sebagian semen sebesar 0%, 12%, 14%, dan 16% dari berat semen adalah :

1. Pada penelitian ini memanfaatkan limbah abu ampas tebu sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam proses pembuatan *paving block*.
2. Standar acuan mengikuti SNI 03-0691-1996 tentang *paving block*.
3. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis data deskriptif kuantitatif.
4. *Paving block* yang digunakan berbentuk balok dengan ukuran panjang 21 cm, lebar 10,5 cm, dan tebal 8 cm.
5. Limbah yang digunakan ialah abu ampas tebu yang berasal dari pabrik gula PT. Rejoso Manis Indo yang berada di Kec. Binangun, Kab. Blitar, Jawa Timur.
6. Semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*).
7. Pasir yang digunakan adalah pasir Bangka.

8. Tidak melakukan uji kandungan senyawa kimia pada abu ampas tebu.
9. Tidak menghitung biaya produksi.
10. Tidak melakukan pengujian semen.
11. Validasi produk dilakukan hanya melalui prosedur pengujian terhadap benda uji *paving block*.
12. Tidak melakukan uji coba produk di lapangan.

### **1.3 Perumusan Masalah**

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

"Bagaimana mutu *paving block* dilihat dari sifat tampak, ukuran, kuat tekan, daya serap air, ketahanan aus, serta ketahanan terhadap natrium sulfat, ketika limbah abu ampas tebu digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dengan persentase 0%, 12%, 14%, dan 16% dari berat semen?"

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas *paving block* yang paling optimal dengan memanfaatkan limbah abu ampas tebu sebagai bahan substitusi sebagian semen dalam persentase 0%, 12%, 14%, dan 16% dari berat semen, berdasarkan standar SNI 03-0691-1996 pada umur 28 hari.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah Pengembangan bahan konstruksi ramah lingkungan: Penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan bahan konstruksi yang lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah organik, seperti abu ampas tebu, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan solusi dalam pemanfaatan limbah organik, seperti abu ampas tebu, yang dapat digunakan kembali dalam industri konstruksi, sehingga dapat membantu mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan.