

# PEMANFAATAN ABU BONGGOL JAGUNG SEBAGAI BAHAN TAMBAH SEMEN PADA PEMBUATAN BATA RINGAN JENIS CLC

M. Aditya Nugraha<sup>1</sup>, Daryati<sup>2</sup>, Anisah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Pendidikan Teknik Bangunan, FT, UNJ

Email: [daryati@unj.ac.id](mailto:daryati@unj.ac.id)

## ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan abu tongkol jagung sebagai aditif semen dalam produksi bata ringan CLC menurut SNI 03-2156-1991 tentang blok bata ringan aliran udara dengan proses autoklaf. Metode yang digunakan adalah percobaan sesuai dengan SNI 03-2156-1991 tentang blok bata ringan aliran udara dengan proses autoklaf. Benda uji berukuran  $59 \times 19 \times 10$  cm dan menggunakan 45 buah benda uji. Hasil yang diperoleh untuk pengujian dimensi melebihi batas yang dipersyaratkan dalam SNI 03-2156-1991. Kuat tekan bata ringan diperoleh pada variasi 0%, 4%, 6%, 8%, dan 10% masing-masing  $3,07 \text{ N/mm}^2$ ,  $3,68 \text{ N/mm}^2$ ,  $4,54 \text{ N/mm}^2$ ,  $4,29 \text{ N/mm}^2$ , dan  $4 \text{ N/mm}^2$  dengan nilai kuat tekan optimum diperoleh pada variasi 6% dan variasi non-passing pada variasi 0% dengan syarat minimum  $3,6 \text{ N/mm}^2$ . Kekuatan lentur bata ringan diperoleh pada variasi 0%, 4%, 6%, 8%, dan 10% masing-masing  $0,27 \text{ N/mm}^2$ ,  $0,63 \text{ N/mm}^2$ ,  $0,81 \text{ N/mm}^2$ ,  $0,65 \text{ N/mm}^2$ , dan  $0,76 \text{ N/mm}^2$  dengan nilai kuat lentur optimum diperoleh pada variasi 6% dan variasi non-kualifikasi pada variasi 0% dan 4% dengan syarat minimum  $0,65 \text{ N/mm}^2$ .*

**Kata Kunci:** beton ringan celullar abu tongkol jagung SNI 03-2156-1991.

## ABSTRACT

*This study aims to determine the use of corn cob ash as an additive to cement in the production of CLC lightweight bricks according to SNI 03-2156-1991 concerning air flow light brick blocks by autoclaving process. The method used is an experiment in accordance with SNI 03-2156-1991 regarding light brick blocks of air flow with autoclaving process. The test object measures  $59 \times 19 \times 10$  cm and uses 45 specimens. The results obtained for dimensional testing exceed the required limits of SNI 03-2156-1991. The compressive strength of lightweight bricks is obtained at variations of 0%, 4%, 6%, 8%, and 10% respectively  $3.07 \text{ N/mm}^2$ ,  $3.68 \text{ N/mm}^2$ ,  $4.54 \text{ N/mm}^2$ ,  $4.29 \text{ N/mm}^2$ , and  $4 \text{ N/mm}^2$  with the optimum compressive strength value obtained at 6% variation and non-passing variation at 0% variation with a minimum requirement of  $3.6 \text{ N/mm}^2$ . The flexural strength of lightweight bricks is obtained at variations of 0%, 4%, 6%, 8%, and 10% respectively  $0.27 \text{ N/mm}^2$ ,  $0.63 \text{ N/mm}^2$ ,  $0.81 \text{ N/mm}^2$ ,  $0.65 \text{ N/mm}^2$ , and  $0.76 \text{ N/mm}^2$  with optimum flexural strength values obtained at 6% variation and non-qualifying variations at 0% and 4% variations with a minimum requirement of  $0.65 \text{ N/mm}^2$ .*

**Keywords:** celullar lightweight concrete, corn cob ash, SNI 03-2156-1991

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil jagung terbesar di Asia. Pada tahun 2015 menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia telah memproduksi jagung sebesar 19,6 juta ton. Besarnya angka produksi jagung tersebut berbanding lurus terhadap jumlah limbah tongkol jagung yang dihasilkan. Menurut (Suroño, 2010), kurang lebih sebesar 13,06 juta ton limbah tongkol jagung dihasilkan dari produksi tersebut. Besarnya jumlah limbah tersebut sayangnya saat ini pemanfaatannya tidak maksimal, sehingga menyebabkan polusi terhadap lingkungan sekitar. Salah satu untuk mereduksi besarnya limbah bonggol jagung dimanfaatkan sebagai bahan tambah pada campuran pembuatan blok beton ringan cellular.

Bonggol jagung adalah limbah hasil pertanian yang belum banyak dimanfaatkan. Sehingga di masyarakat umum masih menjadi sampah. Bonggol jagung juga memiliki kandungan silika yang cukup tinggi, yaitu 66,83 (Raheem, 2009). Selain sekam padidan ampas tebu, salah satu alternatif sumber silika dari bahan nabati, yaitu tongkol jagung. Tongkol jagung memiliki kandungan selulosa 40 - 45%, hemiselulosa 30 - 35% dan lignin 10-20% (Velmurugan et al, 2015) sedangkan abu tongkol jagung mengandung silika lebih dari 60% dengan sejumlah kecil unsur-unsur logam (Adesanya and Raheem, 2009).

*Cellular Lightweight Concrete* (CLC) adalah beton konvensional yang mana agregat kasar (kerikil) digantikan oleh udara, dalam produksinya menggunakan busa organik yang sangat stabil dan tidak ada reaksi kimia ketika proses pencampuran adonan, foam/busanya berfungsi sebagai media untuk membungkus udara di mana butiran udara tersebut mampu mempertahankan struktur selama periode pengerasan (curing).

Campuran dari CLC antara lain semen, pasir halus, air dan foam khusus yang begitu mengeras menghasilkan beton ringan yang kuat dengan kandungan jutaan sel atau gelembung udara halus dengan ukuran konsisten dan terdistribusi secara merata. Cellular Lightweight Concrete (CLC) memiliki densitas antara 400 kg/m<sup>3</sup> hingga 1800 kg/m<sup>3</sup>. Namun, untuk pekerjaan struktur, densitas yang baik digunakan berkisar antara 1200 kg/m<sup>3</sup> hingga 1400 kg/m<sup>3</sup>. komposisi beton ringan aerasi terbuat dari campuran semen portland, pasir, kapur, air, dan Foam Agent.

Salah satu bahan penyusun bata beton adalah semen. Kebutuhan semen dalam industri material bangunan cukup besar dan mengeluarkan biaya yang mahal, sehingga dilakukan usaha untuk mencari suatu bahan baku yang mempunyai senyawa kimia seperti semen. Bahan tambah yang bisa digunakan untuk menambah kekuatan bata beton. Salah satu bahan tambah yang sering digunakan ialah bahan tambah berupa pozzolan. Pozzolan adalah bahan tambah yang berasal dari alam atau batuan, yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silika dan alumina yang rekatif. Pozzolan sendiri tidak mempunyai sifat semen, tetapi dalam keadaan halus bereaksi dengan kapur bebas dan air, menjadi suatu massa padat yang tidak larut dalam air (Tjokrodinuljo, 1996). Penggunaan pozzolan dengan proporsi tertentu dapat memperbaiki kelecakan (workability), dan membuat bata beton menjadi lebih kedap air (mengurangi permeabilitas).

Kandungan senyawa silika (SiO<sub>2</sub>) yang terdapat pada bonggol jagung memungkinkan digunakannya sebagai material tambahan pada beton. Namun, sebelum dijadikan sebagai campuran pada beton, bonggol jagung terlebih dahulu dibakar pada suhu 650°C - 800°C selama lebih dari 8 jam untuk

mendapatkan abu bonggol jagung yang disyaratkan (Kamau dkk, 2016).

### METODE

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan benda uji balok dengan ukuran  $59 \times 19 \times 10$  cm yang dibuat dengan campuran pasta dengan foam agent, dan juga penambahan abu bonggol jagung sebagai bahan tambah semen dengan variasi 0%, 4%, 6%, 8% dan 10%.

Tabel 1. Rencana Benda Uji

Jenis Pengujian	Persentase Abu Bonggol Jagung					Jumlah	Ukuran Benda Uji
	0%	4%	6%	8%	10%		
Dimensi dan Kuat Lentur	3	3	3	3	3	15	59 cm × 19 cm × 10 cm
Bobot isi	3	3	3	3	3	15	
Kuat tekan	3	3	3	3	3	15	
Total Benda Uji						45	

Dalam persiapan penelitian dilakukan segala hal yang mendukung terlaksananya proses penelitian ini. Dimulai dari perizinan Laboratorium UNIT INDUSTRI BAHAN DAN BARANG TEKNIK dan Pembuatan benda uji di CV. SAMACON, pengadaan alat yang dibutuhkan, serta pengadaan bahan material yang diperlukan seperti semen, agregat halus, air dan foam agent.

Dalam prosedur penelitian ini mencakup persiapan, pembuatan bahan abu bonggol jagung, pemeriksaan bahan, perencanaan proporsi campuran blok beton, pengadukan, pengujian blok beton segar, pembuatan benda uji, perawatan benda uji, pengujian sesuai SNI 03-2156-1991, sampai evaluasi hasil pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Uji Dimensi

Berdasarkan, syarat ukuran toleransi blok beton ringan aerasi adalah panjang 590 mm dengan toleransi tidak kurang dari 2 % serta tidak lebih dari 5 %, lebar 190 mm toleransi tidak kurang dari 2 % serta tidak lebih dari 5 % dan tebal 100 mm dengan toleransi kurang lebih 2 % dari ukuran yang telah ditentukan. Hasil Pengujian Dimensi dengan Variasi abu bonggol jagung sebagai bahan tambah semen sebesar 0%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dapat dilihat pada gambar 4.1.

Hasil evaluasi menunjukan tidak ada satupun variasi yang memenuhi ukuran yang telah disyaratkan SNI 03- 2156-1991 dikarenakan rata-rata Tebal yang kurang dari persyaratan.

Persentase Abu Bonggol Jagung	Panjang Rata-Rata (mm)	Persentase Penyimpangan Panjang (%)	Lebar Rata-Rata (mm)	Persentase Penyimpangan Lebar (%)	Tebal Rata-Rata (mm)	Persentase Penyimpangan Tebal (%)	Kesesuaian Ukuran Toleransi Blok Beton Ringan Aerasi Terhadap SNI
0%	597.83	1.33	195.54	2.92	97.5	-2.5	Tidak Memenuhi
4%	604.28	2.42	203.75	7.24	92.88	-7.13	Tidak Memenuhi
6%	605.17	2.57	196.71	3.35	97.04	-2.96	Tidak Memenuhi
8%	598.78	1.49	203.67	7.19	97	-3	Tidak Memenuhi
10%	601.00	1.86	201.42	6.10	97.04	-2.96	Tidak Memenuhi
Ukuran disyaratkan SNI	590 mm (toleransi -3% sampai +5%)		190 mm (toleransi -3% sampai +5%)		100 mm (toleransi ± 2%)		

Gambar 1. Grafik Hasil Uji Dimensi

### b. Uji Bobot Isi

Berdasarkan SNI 03-2156- 1991 untuk bobot isi keadaan kering  $800 \text{ kg/m}^3$  dan untuk bobot isi jenuh air  $1250 \text{ kg/m}^3$ . Secara singkat dapat dijelaskan bahwa bobot isi Variasi 0% memiliki bobot isi keadaan kering  $726.83 \text{ kg/m}^3$  dan bobot isi keadaan jenuh air  $1052.87 \text{ kg/m}^3$ . Variasi 4% memiliki bobot isi keadaan kering  $644.32 \text{ kg/m}^3$  dan bobot isi keadaan jenuh air  $1063.16 \text{ kg/m}^3$ .

Variasi 6% memiliki bobot isi keadaankering 799.71 kg/m<sup>3</sup> dan bobot isi keadaan jenuh air 1138.76 kg/m<sup>3</sup>. Variasi 8% memiliki bobot isi keadaan kering 653.63 kg/m<sup>3</sup> dan bobot isi keadaan jenuh air 1002.9 kg/m<sup>3</sup>. Variasi 10% memiliki bobot isi keadaan kering 672.24 kg/m<sup>3</sup> dan bobot isi keadaan jenuh air 1000.17 kg/m<sup>3</sup>. Sehingga hasil analisis seluruh variasi memenuhi persyaratan bobot isi yang telah ditetapkan SNI 03-2156-1991.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Bobot Isi

### c. Uji Kuat Tekan

Hasil analisis menunjukkan hanya Variasi 0% dengan kuat tekan 3.07 N/mm<sup>2</sup> yang tidak memenuhi kuat tekan rata-rata minimal yang telah disyaratkan, yaitu 3,6 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan variasi 4%,6%,8%, dan 10% memenuhi dengan nilai kuat tekan berturut- turut adalah 3.68 N/mm<sup>2</sup>, 4.54 N/mm<sup>2</sup>, 4.29 N/mm<sup>2</sup>, dan 4 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan optimum terjadi pada persentase penambahan sebesar 6% dari berat semen, yaitu 4.54 N/mm<sup>2</sup>.

Penambahan kuat tekan di sebabkan bonggol jagung bersifat sebagai filler yang baik untuk meningkatkan kinerja pada beton, butirannya yang halus dapat menjadi bahan pengisi dalam partikel-partikel semen, sehingga menambah kuat tekan. Meskipun demikian, penurunan terjadi pada persentase

8%. Penurunan terjadi bersamaan dengan penurunan berat benda uji, maka penurunan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh homogenitas yang sulit dipastikan pada setiap campuran yang kurang sempurna.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Tekan

### d. Uji Kuat Lentur

Berdasarkan SNI-2156-1991 nilai kuat lentur yang disyaratkan adalah 0.65 N/mm<sup>2</sup>, nilai kuat lentur yang diperoleh dengan penambahan abu bonggol jagung sebagai bahan tambah semen mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Hasil analisis menunjukan pada variasi campuran 0% dan 4% dengan nilai kuat lentur 0.27 N/mm<sup>2</sup> dan 0.63 N/mm<sup>2</sup> tidak memenuhi syarat, sedangkan pada penambahan variasi 6%, 8% dan 10% memenuhi syarat dengan kuat lentur berturut-turut 0.81 N/mm<sup>2</sup>, 0.65 N/mm<sup>2</sup>, dan 0.76 N/mm<sup>2</sup>. Nilai Kuat lentur optimum terjadi pada penambahan abu bonggol jagung sebesar 6% dari berat semen, yaitu 0.81 N/mm<sup>2</sup>. penurunan terjadi pada penambahan 8% namun, pada persentase 10% mengalami peningkatan kembail.



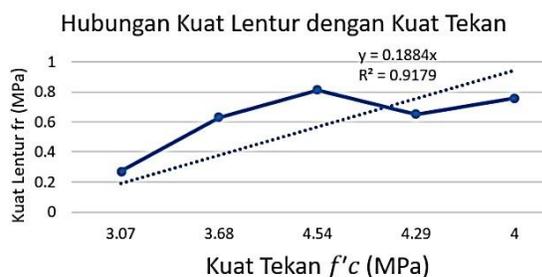
Gambar 4. Grafik Hasil Kuat Lentur

**e. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur**

Hubungan kuat lentur dan kuat tekan menurut SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai modulus keruntuhan lentur untuk beton normal, yaitu  $f_r = 0.7 \sqrt{f'c}$ , dari nilai tersebut dapat dibuat suatu hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur bata ringan. Dari hasil pengujian diketahui bahwa peningkatan kuat tekan diikuti pula dengan peningkatan Kuat lentur. Maka dari itu dapat dicari rumus empiris hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur dari hasil penelitian yang dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 5..

Tabel 2. Hubungan Korelasi

Presentase Abu Bonggol Jagung	Kuat Tekan $f'c$ (MPa)	Kuat Lentur $f_r$ (MPa)	Korelasi Ke Kuat Lentur
0%	3.07	0.27	0.92
4%	3.68	0.63	
6%	4.54	0.81	
8%	4.29	0.65	
10%	4.00	0.76	



Gambar 5. Grafik Hubungan Kuat Lentur dan kuat tekan Bata ringan

Hasil korelasi kuat tekan dengan kuatlentur bata ringan, dari hasil mendapatkan nilai korelasi  $f_r = K\sqrt{f'c}$ , nilai K sebesar 0.92, maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini nilai korelasi kuat lentur bata ringan dengan kuat tekan bata ringan bahwa berhubungan sangat kuat yang mana nilai koefisien korelasi di antara 0,80 sampai 1,00.

Dari grafik dapat diketahui bahwa hubungan antara Kuat lentur dan kuat tekan pada penelitian memiliki rumus empiris sebagai berikut:

$$f_r = 0.92 \sqrt{f'c} \text{ (Rumus empiris hasil korelasi product moment)}$$

Sedangkan hubungan antara kuat lentur dan kuat tekan dalam beton normal memiliki rumus empiris sebagai berikut:

$$f_r = 0.7 \sqrt{f'c} \text{ (SNI-03-1729-2002)}$$

Rumus empiris untuk menghitung nilai kuat lentur bata ringan CLC akan berbeda dengan rumus untuk beton normal karena unsur penyusun beton yang berbeda. Sehingga sewajarnya setiap campuran baru dalam penyusun beton akan menghasilkan persamaan untuk kuat lentur ( $f_r$ ) yang berbeda dari rumus beton normal.

**f. Keterbatasan Penelitian**

Berdasarkan pada pengalaman lapangan, sesuai dengan terjadinya pandemi Covid-19, maka terdapat kendala-kendala, sehingga adanya keterbatasan yang tidak dapat dihindari. Adapun beberapa keterbatasan yang terjadi di dalam penelitian ini antara lain:

1. Tempat pengujian dilakukan pada beberapa tempat, pengujian menjadi kurang maksimal menjadikan perlakuan benda uji yang berbeda beda, sehingga menyebabkan penelitian yang kurang effesien.
2. Pada pengujian dimensi tidak ada satupun yang lolos uji SNI 03-2156-1991 dikarenakan pemotongan benda uji tidak menggunakan mesin otomatis

- melainkan menggunakan manual dan menyebabkan hasil yang tidak presisi.
3. Pada proses sebelum pembuatan benda uji seharusnya dilakukan pemeriksaan bahan, tetapi tidak dilaksanakan dikarenakan pandemi Covid-19 dan menggantikannya dengan data yang dibutuhkan, yaitu dengan studi literatur berupa Pemeriksaan Agregat Halus dan Semen.
  4. Pada proses pembakaran Abu bonggol Jagung dilakukan menggunakan oven biasa dikarenakan Pabrik tempat untuk pembakaran tutup akibat pandemi Covid 19, sehingga tidak dapat dikontrol suhunya.

## KESIMPULAN

1. Nilai kuat tekan optimum terjadi pada variasi penambahan abu bonggol jagung sebesar 6% dengan nilai kuat tekan 4.54 N/mm<sup>2</sup>.
2. Pada pengujian kuat tekan bata ringan variasi 0% dengan nilai kuat tekan 3.07 N/mm<sup>2</sup> tidak memenuhi syarat. Sedangkan variasi sebesar 4%, 6%, 8% dan 10% memenuhi persyaratan dengan nilai kuat tekan berturut-turut adalah 3.68 N/mm<sup>2</sup>, 4.54 N/mm<sup>2</sup>, 4.29 N/mm<sup>2</sup>, dan 4 N/mm<sup>2</sup>.
3. Nilai kuat Lentur optimum terjadi pada variasi penambahan abu bonggol jagung sebesar 6% dengan nilai kuat lentur 0.81 N/mm<sup>2</sup>.
4. Pada Pengujiaan kuat lentur bata ringan variasi sebesar 0% dan 4% dengan nilai kuat tekan 0.27 N/mm<sup>2</sup> dan 0.63 N/mm<sup>2</sup> tidak memenuhi syarat. Sedangkan variasi sebesar 6%, 8% dan 10% memenuhi persyaratan dengan nilai kuat lentur berturut-turut adalah 0.81 N/mm<sup>2</sup>, 0.65 N/mm<sup>2</sup>, dan 0.76 N/mm<sup>2</sup>.

5. Pada pengujian Dimensi Tidak ada satupun hasil yang memenuhi Syarat dikarenakan pada pemotongan benda uji masih menggunakan sistem manual.
6. Pada pengujian Bobot isi bata ringan jenis CLC setiap variasi abu bonggol jagung memenuhi syarat.
7. Penggunaan Abu bonggol jagung sebagai bahan tambah semen dapat meningkatkan kuat tekan dan kuat lentur pada bata ringan jenis CLC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kamau, J., Ahmed, A., Hirst, P., & Kangwa, J. (2016). Viability of using Corncob Ash as a Pozzolan in Concrete. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(6), 4532–4544.
- Raheem, A., 2009, Development of Corn Cob Ash Blended Cement, *Construction and Building Materials*, 23 (1), 347–352
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). SNI 03-2156-1991 Tentang Blok beton ringan bergelembung udara (Aerated) dengan proses otoklaf.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 03-3449-1994 Tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam).
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002 Tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.

Surono, U. B. (2010). Peningkatan

**Pemanfaatan Abu Bonggol... (Aditya/ hal. 37-43)**

Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan Untoro.4(1), 13–18.

Tjokrodinuljo, K. (1996). Teknologi beton. Nafiri, Yogyakarta.

Tansajaya, A. (2008). Studi pembuatan cellular lightweight concrete (CLC) dengan menggunakan beberapa foaming agent. Petra Christian University.

Velmurugan, P., Shim, J., Lee, K.-J., Cho, M., Lim, S.-S., Seo, S.-K., Cho, K.-M., Bang, K.-S., & Oh, B.-T. (2015). Extraction, characterization, and catalytic potential of amorphous silica from corn cobs by sol-gel method. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 29, 298–303.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.04.009>

