



Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving block Porous

Utilization of Corn Cogs as Mixing Materials for Porous Paving block Making Process

Firmansyah Uly Pratama¹, Winda Rahmawati^{1*}, Febryan Kusuma Wisnu¹, Siti Suharyatun¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: winda.rahmawati@fp.unila.ac.id

Abstract. *The development needs of the population that continues to increase cause a mismatch in land use. This can make it possible to reduce water catchment areas in any areas with dense building growth. The use of cement in both housing and road construction results in reduced water absorption areas because cement has properties that make it difficult to absorb water, so water will become stagnant. Therefore, a cement substitute is needed to cover the shortage of cement. The addition of corn cobs in the paving block mortar is expected to increase its water absorption without reducing the compressive strength of the paving blocks. This is done to reduce corn cob waste and save on staple food costs. as well as being used as a useful product innovation in reducing corn cob waste. After printing is complete, the porous paving blocks are dried in the sun and conditioned for approximately 21 days, then the porous paving blocks are ready to be tested. The experimental design consisted of 4 treatments, namely C1, C2, C3, and C4. For the density test, values were obtained with an average of 1.327 g/cm³ – 1.628 g/cm³. For the infiltration test, a value of 0.274 mm/s was obtained. Whereas the visible test is obtained with the appropriate form of paving texture obtained on factor C4 because the resulting texture is good and there are no gaps or defects when the paving has been printed. The highest value from the water absorption test occurred in the C4 treatment with a value of 23.91%. The effect of corncob waste on Porous Paving Blocks in this study is that the more corncob waste fiber is used, the more porous paving block cavities will be, and vice versa if using less corncob waste fiber, the pore cavities will be larger. produced on porous paving blocks will be less.*

Keywords: Corn Cogs, Paving block Porous.

1. Pendahuluan

Daerah resapan air merupakan daerah yang menjadi tempat air hujan dapat masuk ke dalam lapisan tanah dan terkunci di dalamnya, sehingga air tersebut tidak langsung mengalir ke sungai atau ke laut. Namun, kenyataannya saat ini menunjukkan bahwa daerah resapan air sudah mulai berkurang. Permasalahan utamanya ialah tingginya intensitas penggunaan lahan daerah sekitar sempadan sungai yang merubah fungsi utama dari daerah sempadan sebagai daerah resapan air (Farid, 2018).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019 kepadatan penduduk per km² Provinsi Lampung sebanyak 243.99 km². Dengan begitu meningkatnya kebutuhan pembangunan penduduk akan terjadi ketidaksesuaian dalam penggunaan lahan. Hal ini dapat memungkinkan mengurangi daerah resapan air disetiap wilayah Lampung dengan pertumbuhan bangunan yang padat. Salah satu perencanaan untuk struktur perkerasan jalan, pada suatu daerah sangat sulit didapat material agregat sebagai lapis pondasi, maka metode stabilisasi menggunakan material tanah yang terdapat pada daerah tersebut merupakan salah satu alternatif dalam perencanaan. Salah satu bahan *additive* yang sangat baik digunakan adalah semen atau *paving block* (Kezdi, 1979).

Menurut data produksi BPS (2019), diperkirakan limbah bonggol jagung yang dihasilkan di Indonesia sekitar 5,7 juta ton/tahun. Sebagian besar limbah bonggol jagung tidak dimanfaatkan, hanya dibuang dan dibakar sehingga dapat menimbulkan masalah polusi, efek rumah kaca dan pemanasan global. Penambahan abu sekam dan bonggol jagung dalam adukan *paving block* diharapkan mampu meningkatkan daya resapan airnya tanpa mengurangi kuat tekan *paving block*.

Syarat yang mutlak karakteristik *paving block* yang berkualitas yaitu memiliki daya serap yang rendah terhadap air, karena *paving block* yang bagus tidak menyerap air ke dalam rongga badan paving, tapi menyerap melalui celah celah saat pemasangan paving. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi bahan *paving block* porous dengan bonggol jagung dapat menghasilkan pori-pori yang baik untuk menyerap dan meneruskan air ke tanah.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Rohma (2020), yaitu Struktur paving alternatif dari campuran bahan limbah plastik. *Paving block* ini dibuat dengan bahan dasar plastik polyethylene (PE) dan bottom ash (BA), serta dengan tambahan pasir sebagai agregatnya. PE merupakan termoplastik yang mempunyai sifat lentur karena memiliki struktur rantai C yang panjang. Karena itu, mereka tidak mudah retak, pecah atau melengkung. Selain itu, terdapat juga penelitian yang dilakukan Juwanto *et al* (2019), mengenai pemanfaatan bahan additive abu batang jagung dan bonggol jagung sebagai bahan tambahan pembuatan beton ringan ramah lingkungan.

1.1. Paving Block

Penggunaan *paving block* porous pertama kali di Amerika Tengah, Amerika Selatan dan Afrika Selatan, kemudian pada tahun 1970-an mulai diperkenalkan di Inggris Raya, Kanada, Australia dan Jepang. Pengaplikasian *paving block* porous telah beragam tidak hanya untuk jalan, tetapi untuk area industri seperti kontainer depot, pertambangan, dan pelabuhan (Adibroto, 2014).

Menurut SNI-03-0691 (1989) mengartikan *paving block* merupakan bata beton untuk lantai. Kusmara, (1997) menyatakan bahwa *paving block* adalah batu cetak berbentuk tertentu yang dipakai sebagai bahan penutup halaman tanpa memakai aduk pasangan (mortar), pengikatan terjadi karena masing-masing batu cetak saling mengunci satu sama lain, sehingga daya serap air dari tanah dibawahnya tetap terjamin dan kemungkinan menggenangnya air di halaman dapat dikurangi.

Menurut SNI 03-0691 (1996) mutu *paving block* diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Mutu A : minimal memiliki nilai kuat tekan 35 MPa dimana rata-rata 40 Mpa setara dengan K430 hingga K490.
2. Mutu B : minimal nilai kuat tekan 20 MPa dimana rata-rata 20 MPa setara dengan K208 hingga K245.

3. Mutu C : minimal nilai kuat tekan 12,5 MPa dimana rata-rata 15 MPa setara dengan K153 hingga K184.
4. Mutu D : minimal nilai kuat tekan 8,5 MPa dimana rata-rata 10 MPa setara dengan K104 hingga K122.

Adapun syarat mutu untuk membuat *paving block* menurut (SNI-03-0691-1989), syarat mutu bata beton (*paving block*) sebagai berikut :

1. Sifat Tampak

Bata beton untuk lantai mempunyai bentuk sempurna tidak terdapat retak- retak dan cacat, bagian sudutnya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Bentuk dan Ukuran

Bentuk dan ukuran bata beton untuk lantai dapat tergantung dari persetujuan antara konsumen dan produsen. Penyimpangan tebal bata beton (*paving block*) diperkenankan ± 3 mm.

1.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai pengisi akan tetapi agregat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton. Agregat terdiri atas agregat anorganik dan agregat organik (Balai Penelitian Ujung Pandang, 1996).

Agregat anorganik dapat berupa agregat alam atau buatan yang bahan bakunya berasal dari bahan galian, sedangkan agregat organik berasal dari tumbuh-tumbuhan, limbah industri hasil pertanian, limbah industri tekstil, limbah industri pengolahan kayu dan lain- lainnya. Persyaratan agregat organik untuk tujuan pembuatan komponen bahan bangunan memerlukan pengolahan terlebih pendahuluan yang disebut proses mineralisasi. Proses ini diperlukan untuk mengurangi kadar zat ekstraktif seperti gula, tannin dan asam-asam organik dari tumbuh- tumbuhan agar daya lekatan dan pengerasan semen tidak terganggu.

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Bila butir- butir agregat mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Berat jenis agregat adalah ratio antara masa padat agregat dan masa air dengan volume sama pada suhu yang sama. Menurut Tjokrodinuljo (1996) agregat dapat dibedakan berdasarkan berat jenisnya menjadi agregat normal, agregat berat, dan agregat ringan.

1.1. Tongkol Jagung atau Bonggol Jagung

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) merupakan tanaman rumput-rumputan dan berbiji tunggal (monokotil). Jagung merupakan tanaman rumput kuat, sedikit berumpun dengan batang kasar dan tingginya berkisar 0,6-3 m. Tanaman jagung termasuk jenis tumbuhan musiman dengan umur ± 3 bulan (Nuridayanti, 2011). Tongkol jagung atau bonggol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian jagung betina (buah jagung). Bonggol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulose dan selulose. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Salah satu limbah organik yang ada di Indonesia adalah limbah bonggol jagung. Limbah bonggol jagung secara produktivitas per hektar menduduki tempat terendah dibandingkan limbah pertanian lainnya. Mahardika dan Dewi (2014) menyatakan, sisa pengolahan industri pertanian pada jagung akan menghasilkan limbah berupa bonggol jagung yang jumlahnya akan terus bertambah seiring dengan peningkatan kapasitas produksi. Pengolahan limbah bonggol jagung saat ini mulai berkembang. Bonggol jagung pun memiliki beragam manfaat, yaitu sebagai pakan ternak, bahan kerajinan dan sebagai bahan bakar alternatif (Fuadona, 2017).

2. Metode Penelitian

Paving block porous dibuat dengan mencampurkan limbah biomassa berupa bonggol jagung sebagai bahan utama. Perlakuan penelitian ini menggunakan bahan baku pasir, semen dan bonggol jagung. Dimana C adalah campuran pasir+semen dan bonggol jagung. Total presentase sewaktu pembuatan semen+pasir+bonggol jagung ialah 2300 gram. Perlakuan semen dan pasir yaitu 1 : 3 dengan cetakan *paving block porous* yang berbentuk hexagon dengan Panjang sisi 10 cm dan tinggi 6,5 cm.

Masing-masing rancangan percobaan terdiri dari 4 taraf yaitu : C1, C2, C3, dan C4 dengan 5 ulangan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), sehingga penelitian ini membutuhkan 20 sampel untuk uji destructive dan 20 sampel untuk uji *non destructive* dan *destructive*.

1. Campuran pertama(C1) : semen + pasir (98%) + bonggol jagung (2%)
2. Campuran kedua(C2) : semen + pasir (96%)+ bonggol jagung (4%)
3. Campuran ketiga(C3) : semen + pasir (94%) + bonggol jagung (6%)
4. Campuran keempat (C4) : semen + pasir (92%) + bonggol jagung (8%).

2.1. Uji Densitas

Paving block porous akan diuji dengan menimbang berat *paving block porous* dan menghitung volume *paving block porous*. Densitas merupakan massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi nilai densitas rata-rata suatu benda, maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya. Pengujian densitas dilaksanakan berdasarkan SNI 01-4449-2006.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dimana ρ adalah densitas (gr/cm^3), m = massa (gr), dan v adalah volume (cm^3).

2.2. Uji Penyerapan Air

Uji Penyerapan air dilakukan setelah proses pendiaman dalam keadaan kering angin sudah selsai untuk mengetahui berapa persentasi penyerapan air oleh paving, dengan melakukan perendaman paving dalam waktu 24 jam dan dikeringkan, pengeringan selama 24 jam untuk mengetahui berat kering paving (SNI-03-0691-1996). Menurut (SNI 03-0691- 1996) penyerapan air maksimum pada suatu *paving block* mutu A adalah maksimal 3%. Adapun rumus dari uji ini ialah:

$$\text{Resapan Air} = \frac{(A-B)}{B} \times 100\% \quad (2)$$

dimana A adalah berat paving basah (gram) dan B adalah berat paving kering (gram).

2.3. Uji Infiltrasi

Dalam proses pengujian infiltrasi, sampel ditempelkan plastik yang cukup tebal lalu beri dua tanda di plastik tersebut untuk menandakan mulai menghitung waktu dan untuk memberhentikan waktu. Siapkan stopwatch dan masukkan air hingga air berada diatas tanda lalu mulai menghitung jika air sudah sejajar dengan tanda dan berhenti menghitung jika air sudah berada di tanda kedua. Lalu data yang didapat dimasukkan ke dalam rumus (Putri, 2019).

$$I = \frac{4V}{D^2\pi t} \quad (3)$$

dimana I adalah laju infiltrasi (mm/s), V = volume air yang lolos (mm^3), D adalah diameter plastik

(mm), dan T adalah waktu yang dibutuhkan meloloskan air (s).

2.4. Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dilakukan dengan tujuan untuk melihat daya tahan *paving block* terhadap kuat tekan yang diberikan. Menurut (SNI-03-1974-1990) kuat tekan beban beton adalah besarnya beban persatuan, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu. Adapun rumus dari kuat tekan yaitu:

$$\text{Kuat Tekanan} = \frac{P}{L} \quad (4)$$

dimana P adalah beban tekan (N) dan L adalah luas bidang tekan (mm²).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, *paving block porous* menggunakan bahan dalam pembuatannya yang berupa agregat organik bonggol jagung. Bonggol jagung terlebih dahulu dicacah menggunakan alat pemotong mesing sampai bonggol jagung menjadi halus. Setelah itu, bonggol jagung di jemur agar bonggol jagung cepat kering. Sedangkan komposisi lain berupa semen, pasir serta air yang cukup. Komposisi yang digunakan untuk pencampuran bahan adalah 1:3 dimana pasir lebih banyak dibandingkan dengan semen. Setelah itu dilakukan sesuai dengan perlakuan yang sudah ditetapkan. *Paving block porous* yang telah dibuat dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



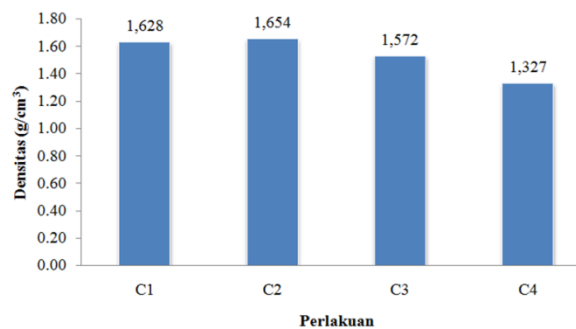
Gambar 1. Hasil Penelitian *Paving Block Porous*

Pada Gambar 1, terlihat ukuran paving sudah memenuhi standar SNI03-0691(1996) yaitu panjang sisi 10 cm dan tebal 6 cm. Jika dihitung dengan rumus prisma segi enam didapatkan volume 1.558,85 cm³ dan luas permukaan sebesar 879,61cm².

Karakteristik bahan dalam pembuatan *paving block porous*, yang di hasilkan bonggol jagung, Karakteristik bahan dalam pembuatan *paving block porous*, yang di hasilkan bonggol jagung, dapat di ketahui dengan melakukan pengukuran dari beberapa parameter diantaranya, densitas, penyerapan air, infiltrasi, dan kekuatan tekan. Dari beberapa parameter dapat diketahui karakteristik bahan yang bias digunakan dalam pembuatan *paving block porous* dari bonggol jagung. Untuk mengetahui karakteristik bonggol jagung dapat dilihat pada Tabel 1.

3.1. Uji Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui massa pada setiap sampel. Perhitungan hasil densitas *paving block porous* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-Rata Densitas Paving Block Porous

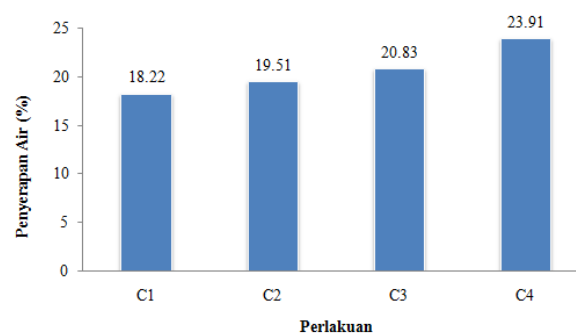
Berdasarkan Gambar 2, hasil nilai densitas tertinggi diperoleh pada perlakuan C2 dengan nilai sebesar 1,654 g/cm³. Sedangkan nilai terendah pada uji densitas diperoleh pada perlakuan C4 dengan nilai sebesar 1,327 g/cm³. Menurut ASTM C 1688-08 beton porous memiliki nilai densitas sekitar 1,75 sampai 2 gr/cm³. Sedangkan paving block yang umum dijual dipasaran memiliki nilai densitas rata-rata sekitar 2 gr/cm³ (Putri, 2019). Jadi, nilai densitas inovasi paving block dengan tambahan bahan campuran bonggol jagung memiliki nilai densitas lebih rendah dari nilai densitas beton porous maupun nilai densitas paving block yang beredar dipasaran.

Tabel 1. Karakteristik Bahan Bonggol Jagung

Karakteristik Bonggol Jagung	Densitas (g/cm ³)	Penyerapan Air (%)	Infiltrasi (mm/s)	Kekuatan Tekan (MPa)
C1	1,628	18,225	0,210	6,466
C2	1,654	19,507	0,211	3,195
C3	1,527	20,830	0,234	1,501
C4	1,327	23,908	0,274	0,308

3.2. Uji Penyerapan Air

Uji resap dilakukan dengan cara mengikuti SNI 03-0691-1996. Resap air merupakan perbandingan antara jumlah volume rongga-rongga kosong yang dimiliki oleh paving block dengan jumlah dari volume paving block yang ditempati oleh paving block. Hasil perhitungan uji penyerapan air ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Rata-Rata Penyerapan Air Paving Block Porous

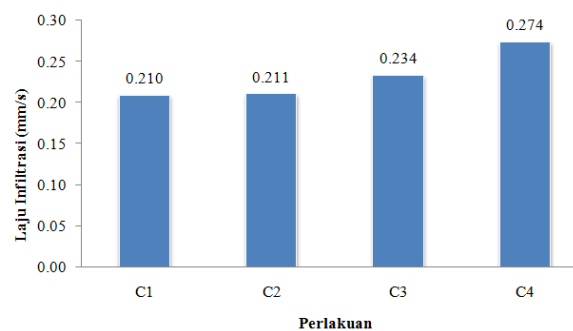
Gambar 3 menunjukkan hasil nilai pengujian penyerapan air Paving Block Porous. Pengaruh penambahan limbah bonggol jagung terhadap Paving Block Porous dapat dilihat dari perlakuan C1, C2, C3, dan C4. Presentase penyerapan air dari setiap perlakuan meningkat seiring dengan

penambahan persentase campuran bonggol jagung sebagai bahan campuran pembuatan paving block porous. Hal ini disebabkan nilai daya serap air pada beton porous tidak dapat menjadi acuan karena sifat beton porous dapat meloloskan air bukan menyerap air (Putri, 2019).

Hasil dari penyerapan air berkaitan dengan hasil pengujian densitas, semakin tinggi nilai densitas maka daya serap air cenderung semakin kecil. Hal tersebut dapat disebabkan paving dengan densitas tinggi memiliki ikatan antar material padat yaitu pasir semen dengan biomasa dari bonggol jagung yang lebih banyak dibanding dengan paving dengan densitas rendah.

3.3. Uji Infiltrasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air secara vertikal ke dalam paving, melalui permukaan paving. Tujuan diadakan uji infiltrasi ini agar mengetahui seberapa besar daya serap yang dihasilkan paving, serta untuk mengetahui adanya kerusakan pada paving yang telah dibuat. Hasil dari perhitungan uji infiltrasi ditunjukkan oleh Gambar 4.

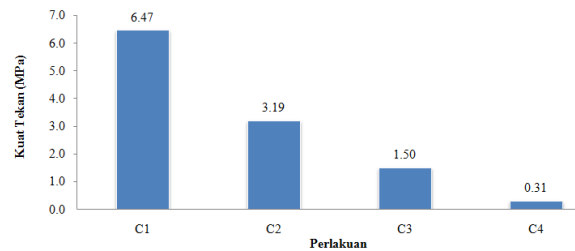


Gambar 4. Hasil Rata – Rata Pengujian Infiltrasi *Paving Block Porous*

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian infiltrasi setiap sampel pada Paving Block Porous. Dilihat bahwa nilai rata-rata pada paving berbeda-beda. Pada variasi C1 nilai pada paving berkisar 0,21 mm/s, pada C2 berkisar 0,211 mm/s, pada C3 berkisar 0,234 mm/s, dan pada C4 berkisar 0,274 mm/s. Nilai tertinggi pada pengujian infiltrasi terjadi pada perlakuan C4 dengan nilai 0,274 mm/s. Sedangkan nilai terendah terjadi pada perlakuan C1 dengan nilai 0,21 mm/s. Menurut Putri (2019) nilai rata-rata laju infiltrasi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya pori-pori pada beton porous. Hal ini menyebabkan laju infiltrasi dipengaruhi oleh rongga atau pori pada beton porous sehingga air lolos melewati rongga antar agregat tersebut bukan melalui pori agregat.

3.4. Uji Kekuatan Tekan

Menurut SNI 03 – (1974) kuat tekan bata beton adalah besarnya satuan beban persatuan yang menyebabkan beban benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan yang dihasilkan oleh alat tekan. Bila semakin besar nilai kuat tekan yang diperoleh pada saat pengujian maka daya tahan yang berada pada paving block porous akan semakin baik, begitu sebaliknya. Hasil perhitungan uji kuat tekan ditunjukkan Gambar 5.



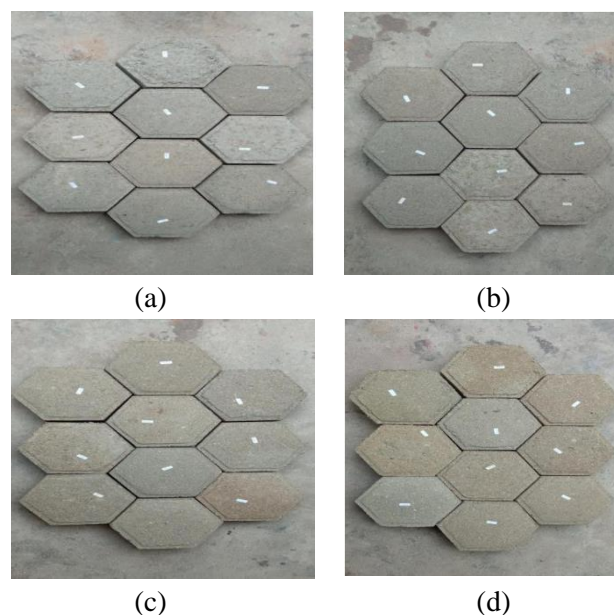
Gambar 5. Hasil Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan Pada *Paving Block Porous*

Pengujian ini memperoleh grafik yang menurun secara signifikan dari variasi C1 hingga variasi C4. Pada grafik diatas didapatkan hasil bahwa Nilai tertinggi terjadi pada perlakuan C1 dengan nilai sebesar 6,47 Mpa, sedangkan nilai terendah terjadi pada perlakuan C4 dengan nilai sebesar 0,31 Mpa.

Untuk memenuhi kualitas paving block seperti yang disyaratkan, salah satu cara meningkatkan nilai kuat tekan beton dengan cara membuat beton ekstra padat yang menggunakan gradasi agregat yang baik dengan partikel berukuran mikro, apabila agregat mempunyai ukuran butiran yang lebih halus dan dengan ukuran yang bervariasi, maka volume pori beton menjadi lebih kuat.

3.5. Uji Tampak

Syarat mutu uji tampak paving block dalam SNI 03-0691-1996, yaitu harus mempunyai permukaan yang rata. Tidak terdapat retak-retak dan cacat bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dipecahkan dengan kekuatan jari tangan. Selain itu, harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm. Contoh hasil uji tampak paving block dari setiap perlakuan ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Hasil uji tampak pada (a) perlakuan C1, (b) perlakuan C2, (c) perlakuan C3, dan (d) Perlakuan C4

Pada uji tampak semua paving block yang dihasilkan memenuhi uji tampak SNI 03-0691-1996. Tampilan warna dan permukaan terbaik diperoleh oleh Perlakuan C2 dan C3 dengan warna umum abu-abu lebih banyak dibanding sampel paving dengan warna selain abu (kemerahan) dan

permukaan kasar merata. Sementara perlakuan C1 dan C4 sampe berwarna keabuannamun lebih banyak yang berwarna kemeraha dan kecoklatan akibat pencampuran bonggol jagung yang terlihat dipermukaan paving.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik paving block pada bonggol jagung. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 standar mutu D mempunyai syarat yaitu minimal nilai yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan yaitu 0,072 Mpa dan resap air sebesar 20 %. Setelah dilakukan pengujian pada paving block porous, variasi C1 dan C2 memenuhi standard. Untuk uji densitas didapat nilai dengan rata-rata $1,327 \text{ g/cm}^3 - 1,628 \text{ g/cm}^3$. Untuk uji infiltrasi didapat nilai sebesar 0,274 mm/s.
2. Pengaruh limbah bonggol jagung terhadap Paving Block Porous pada penelitian ini adalah semakin banyak menggunakan serat limbah bonggol jagung maka rongga pori-pori pada paving block porous akan semakin banyak, begitu pula sebaliknya. Rongga pori-pori yang lebih banyak pada paving block porous berpengaruh pada daya serap air yang semakin besar tetapi daya kuat tekannya semakin kecil.

Daftar Pustaka

- Adibroto, F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Serat Pada Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol 10. No 01. Hal 1-11.
- Badan Standar Nasional. 1996, SNI 03-0691-1998. *Bata Beton Paving Block*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Farid, W. 2018. *Daerah Resapan Air*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Fuadon, F. 2016. Bonggol Jagung si Limbah yang Bernilai Ekonomi dan Historis. Retrieved from Bandung Merdeka: [https:// bandung.merdeka. com/gaya hidup/bonggol-jagung-si-limbah-yang-bernilai-ekonomis-dan- historis 160114f.html](https://bandung.merdeka.com/gaya-hidup/bonggol-jagung-si-limbah-yang-bernilai-ekonomis-dan-historis-160114f.html).
- Juwanto, Fitriani, R., Turyanto, Andriani, A. S. R., Prasetyo, O. 2019. *Pemanfaatan Bahan Additive Abu Batang Jagung dan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Beton Ringan Ramah Lingkungan*.
- Kezdi, A. 1979. *Stabilized earth road*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Mahardika, Dewi, F. R. 2014. Analisis Pengembangan Usaha Pemanfaatan Limbah Bonggol Jagung Menjadi Produk Kerajinan Multiguna. *Jurnal Manajemen dan Organisasi* Vol V No 3, 2.
- Nuridayanti, Testa, E.F. 2011. “Uji Toksisitas Akut Ekstrak Air Rambut Jagung (*Zea mays L.*) Ditinjau dari Nilai LD50 dan Pengaruhnya terhadap Fungsi Hati dan Ginjal pada Mencit” (*Skripsi S-1 Progdik Ekstensi*). Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Putri, E.E., Ismeddiyanto, Suryanita, R. 2019. Sifat Fisik Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *Jurnal Teknik*. Vol 13 (1) : 1 – 8.
- Rohma, F. 2020. Pembuatan Paving Block Berbahan Dasar Limbah Plastik Polyethylene, Bottom Ash Hasil Insenerasi Dan Bahan Tambahan Pasir. *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA, UNES. Hal 35.
- SNI 03-0691. 1996. Bata Beton (Paving Block). Jakarta :Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 01-4449-2006 Badan Standard Nasional, Daftar Standar Asing yang Digunakan sebagai Acuan Normatif pada Proses Perumusan SNI.
- Suprpto, H.S. dan Rasyid, M.S. 2002. Bertanam Jagung. Penebar Swadaya, Jakarta. 55 hal.
- Tjokrodimuldo, Kardiyono. 1996. *Teknologi Beton* . Yogyakarta : Nafiri.