



Pemanfaatan Limbah Biomassa Batang Singkong Sebagai Bahan Pembuatan Pori pada *Paving Block Porous*

Utilization of Cassava Stem Biomass Waste for the Production of Porous Paving Blocks

Nia Hikmah Maharani¹, Winda Rahmawati^{1*}, Warji¹, Siti Suharyatun¹, Englang Febriani¹, Yoga Al husein¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

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

Abstract. *This study explores the utilization of cassava stem waste as a pore-forming material in porous paving blocks. The abundant cassava stem waste in Lampung Province contains cellulose, hemicellulose, and lignin, which have potential applications in the construction sector. The use of porous paving blocks offers a practical solution to urban waterlogging by enhancing rainwater infiltration into the soil. In this research, cassava stem waste was added into the paving block mixture at varying proportions of 2%, 4%, 6%, and 8%. The specimens were evaluated for physical appearance, structural integrity, density, water absorption, infiltration rate, and compressive strength. The results indicated that the produced paving blocks exhibited adequate integrity and infiltration rates in accordance with SNI quality standard D, with the highest water absorption reaching 35.036% at the 4% (P4) composition. However, the maximum compressive strength obtained was 4.81 MPa, which does not meet the compressive strength requirement specified by SNI quality standard D. The findings suggest that increasing the proportion of cassava stem waste enhances porosity and water absorption, but leads to a decrease in compressive strength and density.*

Keywords: *Biomass Utilization, Cassava Stem Waste, Infiltration, Paving Block, Porous.*

1. Pendahuluan

Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, total produksi singkong Indonesia pada tahun 2022 diperkirakan mencapai 14,98 juta ton, dengan Lampung menyumbang lebih dari 5,95 juta ton. Menurut Gustam dkk. (2022), Berdasarkan data tahun 2017, Jika kita mempertimbangkan luas lahan singkong di seluruh Provinsi Lampung yang mencapai 342.100 hektar, maka secara keseluruhan, Lampung diprediksi menghasilkan limbah batang singkong sebanyak 10.263ton dalam setahun. Kebanyakan limbah batang singkong hanya dibiarkan membusuk di lahan atau dibakar. Padahal, limbah pertanian ini memiliki potensi yang dapat dikembangkan salah satunya pada bidang infrastuktur.

Masalah utama di daerah perkotaan saat ini ialah, banjir dan genangan air. Hal tersebut dapat disebabkan oleh sistem drainase yang buruk dan tidak adanya lahan resapan. Peningkatan penggunaan tutupan lahan permanen di perkotaan modern justru menjadi kontraproduktif terhadap kebutuhan mendesak akan lahan resapan. Permukaan tutupan lahan yang kedap air mencegah air hujan untuk terserap ke dalam tanah. Penggunaan paving block porous sebagai pengganti tutupan lahan permanen dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi permasalahan terbatasnya lahan resapan.

Pemanfaatan limbah batang singkong sebagai bahan campuran pada proses pembuatan paving block berpori merupakan inovasi sebagai Solusi untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat urbanisasi, sehingga memungkinkan air hujan untuk meresap ke dalam tanah. Hal ini juga dapat membantu dalam mengatasi permasalahan melimpahnya limbah batang singkong. Sehingga pemanfaatan batang singkong sebagai bahan pembuat pada paving block porous diharapkan menjadi bahan perkerasan permukaan alternatif yang dapat meneruskan air lebih baik sehingga mengurangi masalah genangan permukaan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember tahun 2024 sampai bulan Februari tahun 2025 di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, dan Laboratorium Bahan dan Kontruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cetakan paving block, timbangan, ember, nampan atau papan, sendok semen, mesin uji tekan beton, Chopper, ayakan mesh 8, oven dan alat tulis. Bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah semen, air, pasir, dan limbah batang singkong.

2.1 Parameter Penelitian

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan paramter yang sudah ditentukan, paving block akan diuji sekaligus diamati sesuai dengan standar SNI 03 – 0609 – 1996 tentang bata beton (*paving block*).

2.1.1 Non Destruktif

a. Uji Tampak

Pengujian Ini dilakukan untuk mengetahui apakah paving block memiliki retakan atau cacat dan untuk mengetahui keseragaman dari mulai dimensi hingga warna paving block. Pada pengujian ini paving block akan diukur mulai dari panjang tinggi dan lebar untuk mengetahui keseragaman dimensinya. Setelah itu paving block akan disusun dan difoto untuk mengetahui nilai RGB.

b. Uji Keutuhan

Pada pengujian ini paving block akan ditekan menggunakan ibu jari untuk mengetahui keutuhannya. Paving block yang memiliki keutuhan yang baik tidak akan mengalami retak atau patah Ketika ditekan menggunakan tangan.

c. Uji Densitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerapatan paving block. Paving block yang telah diukur dimensinya akan ditimbang, setelah itu dilakukan perhitungan dengan persamaan:

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

dimana m adalah massa (Kg) dan V adalah volume (m^3).

d. Uji Daya Resap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan batas paving block porous dalam menyerap air sampai ke batas maksimum.

$$\text{Daya resap air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

dimana A adalah Berat paving setelah direndam dan B adalah Berat paving setelah dioven.

e. Uji Infiltrasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan paving dalam meneruskan air ke tanah.

$$I = \frac{V}{A.t} \quad (3)$$

dimana V adalah volume air yang lolos (mm^3), A adalah Luas area permukaan (mm^2) dan t adalah waktu yang dibutuhkan untuk meneruskan air (s).

2.1.2 Destruktif

a. Uji Kuat Tekan

Pada pengujian ini paving block akan ditekan menggunakan alat press hingga paving block mengalami kerusakan.

$$P = \frac{F}{A} \quad (4)$$

dimana F adalah beban tekan (N) dan A adalah luas permukaan (m^2).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Paving Block Porous

Paving yang dibuat dalam penelitian ini ialah paving block porous yang memanfaatkan limbah biomasa sebagai bahan pemuatan pori pada paving tersebut. Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan yang memiliki perbedaan perbandingan antara limbah biomassa dengan pasir dan semen yaitu P1 dengan perbandingan limbah biomassa 2% pasir dan semen 98%, P2 dengan perbandingan limbah biomassa 4% pasir dan semen 96%, P3 dengan limbah 6% pasir dan semen 94% dan P4 dengan perbandingan limbah biomassa 8% pasir dan semen 92%. Total berat bahan pada masing masing sampel yaitu 2000 gr. Paving block porous yang dibuat merupakan paving block dengan mutu D, Berdasarkan SNI 03-0691-1996, dimana tebal (tinggi) paving minimal 6cm. Bentuk paving block pada penelitian ini ialah persegi Panjang dan memiliki keseragaman dimensi dengan tinggi 6 cm, lebar 9,8 cm, dan panjang 19,8 cm. Rerata berat dari paving block porous yang dibuat ialah 1,6kg.

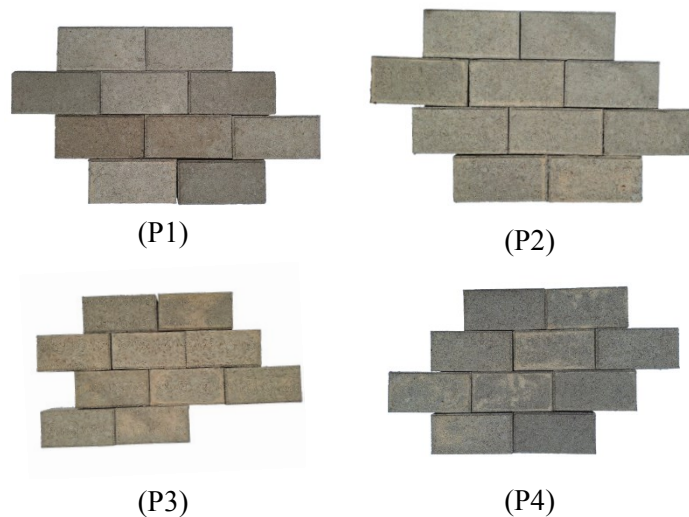


Gambar 1. *Paving block* setelah dicetak

3.2 Pengujian Non Destruktif

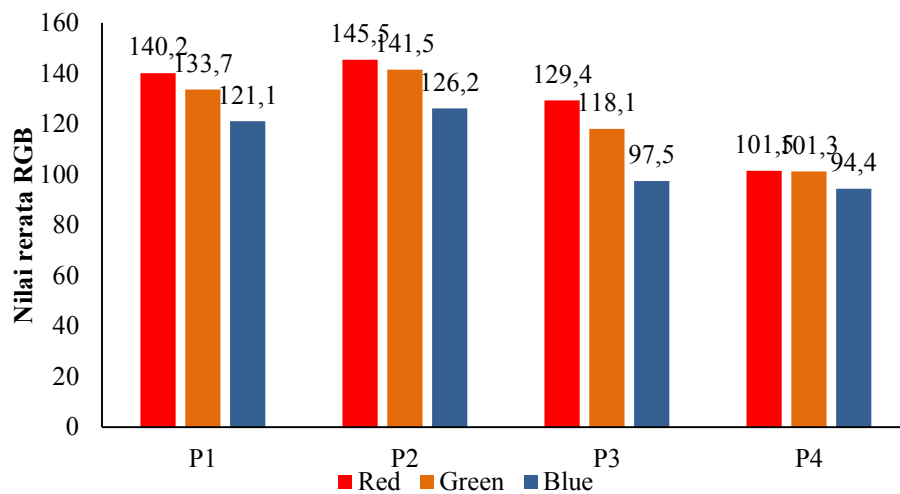
3.2.1 Uji Tampak

Berdasarkan SNI 03-0691-1996 paving block harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain yaitu paving block tidak memiliki cacat, retak, dan memiliki permukaan yang rata. Pada pengujian ini paving P1, P2, P3, dan P4 akan disusun seperti pemasangan paving pada umumnya.



Gambar 2. Hasil tampak paving block P1, P2, P3, dan P4

Pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa paving utuh tidak memiliki retak dan patah. 40 sampel paving tersebut memiliki panjang, lebar dan tinggi yang sama yaitu panjang 19,8cm, lebar 9,8cm dan tinggi 6 cm kesamaan tersebut menunjukan bawa paving memiliki permukaan yang rata dan sesuai dengan SNI.

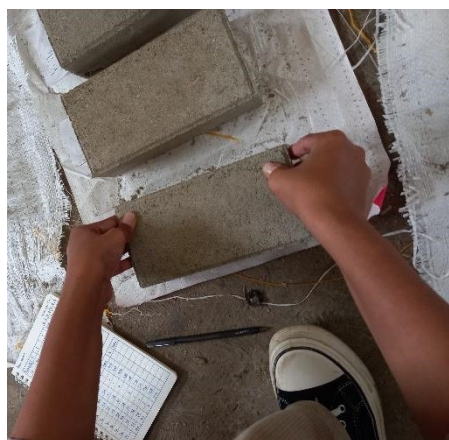


Gambar 3. Nilai RGB

Penentuan nilai RGB menggunakan web <https://imagecolorpicker.com/id>. Pada Gambar 3 dapat dilihat diagram batang RGB menunjukkan perubahan nilai rerata RGB pada P1 nilai *red* 140,2, nilai *green* 133,7, nilai *blue* 121,1, P2 nilai *red* 145,5, nilai *green* 141,5, nilai *blue* 126,2, P3 nilai *red* 129,4, nilai *green* 118,1, nilai *blue* 97,5, dan P4 nilai *red* 101,5, nilai *green* 101,3, nilai *blue* 94,4. Dominasi nilai *red* dan *green* menunjukkan bahwa paving memiliki warna kecoklatan dan pada P4 nilai *red*, *green*, dan *blue* hampir setimbang menunjukkan bahwa paving memiliki warna abu abu terang agak kecoklatan. Menurut Prabowo dan Abdullah, (2018), Dalam kondisi ruang yang sepenuhnya gelap tanpa adanya cahaya, maka nilai RGB (0, 0, 0). Sistem warna RGB yang terdiri dari 100% Red, 100% Green dan 100% Blue (255,255,255) akan menghasilkan warna putih. Hal ini membuktikan semakin rendah (mendekati nol) nilai RGB. Perbedaan warna pada paving dapat disebabkan oleh takaran limbah biomassa yang bervariasi.

3.2.3 Uji Keutuhan

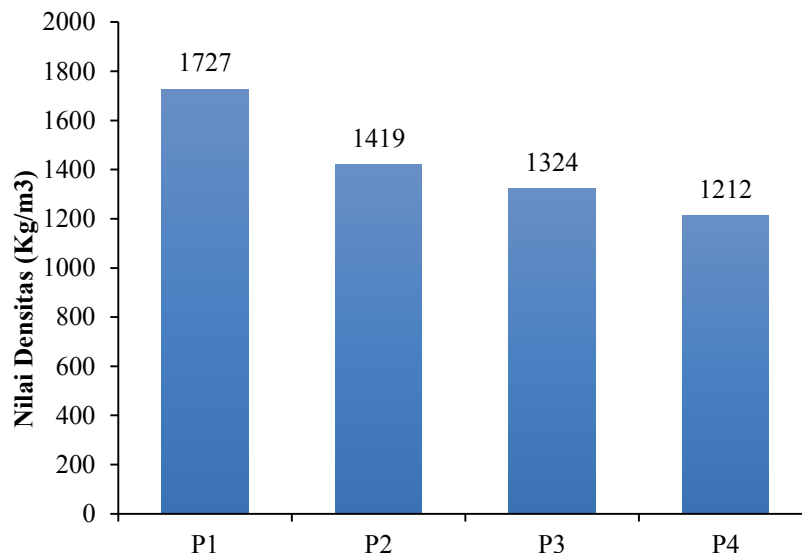
Selain paving harus memenuhi kriteria tidak memiliki cacat, retak, dan memiliki permukaan yang rata menurut SNI 03-0691-1996 paving block juga harus memiliki keutuhan yang baik dan tidak patah bila ditekan menggunakan ibu jari. Pengujian ini dilakukan setelah paving block melalui masa curing 28 hari. 40 sampel paving block tidak mengalami patah ataupun retak saat ditekan, ini membuktikan bahwa ke 40 sampel tersebut sudah memenuhi standar SNI 03-0691-1996.



Gambar 4. Uji keutuhan

3.2.4 Uji Densitas

Uji densitas berperan penting dalam menggambarkan tingkat kerapatan suatu material. Uji densitas diawali dengan penimbangan massa paving block yang telah melewati masa curing 28 hari dan menghitung volume paving block.



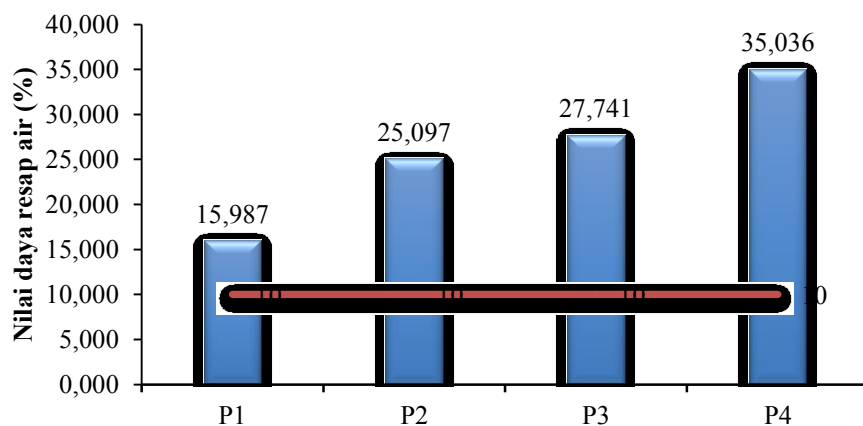
Gambar 5. Nilai densitas rata-rata paving block porous

Pada Gambar 5 dapat dilihat nilai densitas mengalami penurunan secara kontinu dimulai dari P1 senilai 1727 Kg/m³, P2 senilai 1419 Kg/m³, P3 senilai 1324 Kg/m³, dan mencapai nilai terkecil di P4 senilai 1212 Kg/m³. Penurunan nilai densitas ini menunjukkan semakin banyak presentase campuran limbah biomasa semakin menurun juga tingkat kerapatannya. Trisna dan Mahyudin, (2012), menyebutkan bahwa semakin banyak penambahan serat, maka rongga udara yang terbentuk akan semakin besar, sehingga kerapatan (densitas) material menjadi semakin rendah.

Pada hasil penelitian Rahmawati dkk. (2024), dimana nilai densitas menunjukkan penurunan seiring meningkatnya jumlah serat sabut kelapa yang ditambahkan. Ini menunjukkan bahwa kandungan serat sabut kelapa berpengaruh terhadap jumlah pori-pori serta tingkat kerapatan paving block, yang pada akhirnya memengaruhi nilai densitasnya. Hal ini sama dengan limbah batang singkong, semakin banyak persentase campuran limbah biomassa yang digunakan semakin banyak pula porositas pada paving tersebut.

3.2.5 Uji Daya Resap Air

Pengujian ini mengacu pada standar yang tercantum dalam SNI 03-0691-1996 tentang bata beton. Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui kemampuan batas paving block porous dalam menyerap air sampai keadaan jenuh. Menurut Prayuda dkk. (2017), kondisi jenuh pada bata beton merujuk pada keadaan di mana pori-pori dalam bata telah terisi penuh oleh air, sehingga bata tidak lagi mampu menyerap air tambahan.



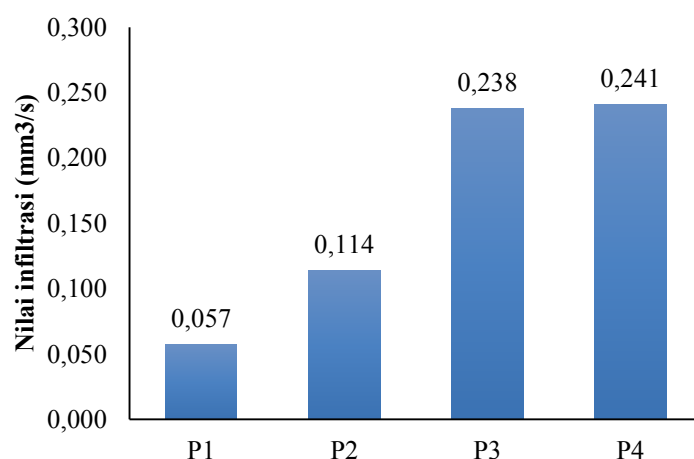
Gambar 6. Nilai daya resap air rata-rata paving block porous

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa daya resap air naik secara berturut turut dari P1 15,987%, P2 25,097%, P3 27,741%, dan P4 35,036%. Terlansir dari SNI 03-0691 1996 paving block mutu D memiliki daya peresapan air 10%, dengan demikian paving P1, P2, P3, dan P4 sudah sesuai dengan standar mutu SNI tersebut. Pratama dkk. (2023), menyatakan bahwa daya resap air memiliki keterkaitan dengan nilai densitas paving block, dimana semakin tinggi nilai densitas, maka nilai daya resap air cenderung lebih rendah.

Hasil pengujian ini sesuai dengan penelitian Rosadi dkk. (2023), yang menyatakan bahwa semakin banyak serbuk gergaji kayu jati yang digunakan maka daya serap air yang dihasilkan semakin tinggi, ini dikarenakan air akan teresap oleh serbuk gergaji kayu jati tersebut. Hal ini berlaku sama dengan limbah biomassa lainnya seperti batang singkong. Semakin banyak limbah biomassa yang digunakan sebagai campuran adonan paving maka daya resapan airnya akan semakin tinggi.

3.2.6 Uji Infiltrasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan paving untuk meneruskan air kedalam tanah.



Gambar 7. Nilai laju infiltrasi rata-rata paving block porous

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa laju infiltrasi naik secara kontinu dimulai dari P1 0,057 mm/s, P2 0,114 mm/s, dan P3 0,237 mm/s sama dengan P4 0,240 mm/s. kenaikan laju infiltrasi

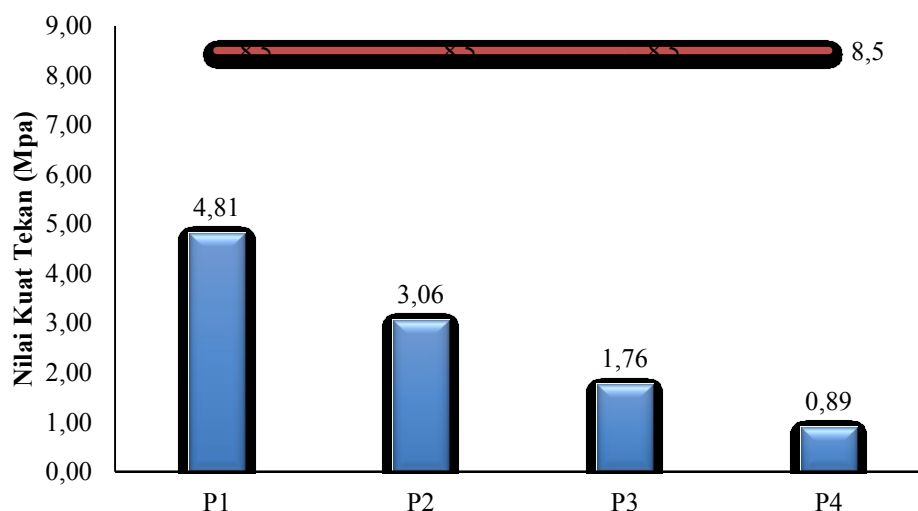
disebabkan oleh perbedaan jumlah campuran limbah biomassa pada setiap perlakuan dimana P1 2%, P2 4%, P3 6%, dan P4 8%. (Trisna dan Mahyudin, 2012), menyatakan bahwa semakin banyak penambahan serat, maka rongga udara yang terbentuk akan semakin besar. Oleh karena itu semakin besar presentase campuran limbah yang digunakan semakin besar pula nilai infiltrasinya.

Nilai infiltrasi mengalami kenaikan karena variasi 35 campuran limbah batang singkong yang mempengaruhi jumlah porositas pada paving block. Hal ini sesuai dengan penelitian Putri dkk. (2019), Porositas yang lebih besar memungkinkan air melewati struktur beton lebih cepat, sehingga mempercepat proses infiltrasi air ke dalam tanah. Sebaliknya, pada beton normal atau paving block biasa, pori-pori yang lebih kecil membuat air lebih sulit melewatinya menyebabkan infiltrasi menjadi lebih lambat. Dengan demikian, beton porous lebih baik dalam mengurangi genangan air permukaan dan mendukung keberlanjutan sistem drainase.

3.3 Pengujian Destruktif

3.3.1 Uji Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah paving sudah sesuai dengan SNI 03-0691-1996 mutu D yaitu minimum kuat tekan paving 8,5 MPa. Paving yang sudah diukur dimensinya akan ditekan menggunakan mesin uji tekan beton (Controls) hingga paving mengalami patah atau retakan.



Gambar 8. Nilai kuat tekan rata-rata *paving block porous*

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan paving dari P1 sampai P4 mengalami penurunan secara kontinu yakni, P1 4,81 Mpa, P2 3,06 Mpa, P3 1,76 Mpa, dan P4 0,89 Mpa. Dilansir dari SNI 03-0691-1996 paving block mutu D memiliki nilai kuat tekan 8,5 Mpa, dari keempat perlakuan pada sampel tidak ada satu sampel pun yang memenuhi standar mutu D. Akan tetapi, dapat dilihat pada Tabel 11, meskipun *paving* tidak memenuhi standar SNI akan tetapi *paving* P1, P2, P3 dan P4 dapat menahan kuat tekan yang dihasilkan dari manusia.

Tabel 1. Kuat tekan yang dihasilkan manusia

| Gender | Massa (Kg) | Gravitasi (m/s ²) | Beban pijakan 60% (Mpa) | Beban pijakan 70% (Mpa) | Beban tekan 60% (N) | Beban tekan 70% (N) | Luas bidang tekan (m ²) | Kuat tekan 60% (Mpa) | Kuat tekan 70% (Mpa) |
|--------|------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Pria | 63,6 | 9,8 | 0,6 | 0,7 | 373,968 | 436,296 | 0,019404 | 0,0193 | 0,0225 |
| Wanita | 59,8 | 9,8 | 0,6 | 0,7 | 351,624 | 410,228 | 0,019404 | 0,0181 | 0,0211 |

Menurut Rahmawati et al. (2024), jumlah serat sabut kelapa berpengaruh terhadap jumlah pori-pori serta tingkat kerapatan paving block, yang pada akhirnya memengaruhi nilai densitasnya. Hal tersebut sama dengan limbah batang singkong, yang menyebabkan penurunan nilai kuat tekan dimana semakin besar presentase limbah yang digunakan semakin besar pula porositasnya dan juga mempengaruhi nilai kerapatan paving tersebut.

Paving block pada penelitian ini tidak mengalami patahan atau retakan dibagian tengahnya melainkan hanya mengalami keruntuhan dibagian pinggiran hingga ketengah paving dan tinggi paving menjadi lebih pipih. Hal ini disebabkan oleh persentase limbah batang singkong pada bahan pembuatan paving block yang menyebabkan paving block memiliki sifat ulet (*ductile*) yang menyebabkan paving block yang terbentuk memiliki nilai ketangguhan tinggi. Paving block yang ditambahkan serat (limbah biomassa) memiliki kemampuan menahan sejumlah deformasi permanen tanpa menimbulkan patahan sehingga paving block mengalami fase deformasi plastis. Deformasi plastis tersebut mengakibatkan perubahan tinggi pada paving block sebelum mengalami tekanan menjadi lebih pipih setelah mengalami tekanan (Rahmawati dkk., 2024).

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Paving block pada penelitian ini dibuat dengan menambahkan limbah biomassa berupa batang singkong dengan komposisi campuran pasir dan semen : limbah batang singkong pada P1 sebesar 98% : 2%, P2 sebesar 96% : 4%, P3 sebesar 94% : 6%, dan P4 sebesar 92% : 8%. Telah berhasil dibuat paving block sebanyak 40 sampel dengan dimensi yang seragam yaitu panjang 19,8cm, lebar 9,8 cm dan tinggi 6 cm.
2. Penambahan limbah biomassa batang singkong pada adonan paving block dapat mempengaruhi karakteristik paving block yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan paving block memiliki ketuhan yang baik (ujungnya tidak patah ketika ditekan dengan jari), paving memiliki nilai densitas terbesar pada P1 1727 Kg/m³ dan nilai terkecil pada P4 1212 Kg/m³, paving memiliki daya serap air yang baik dan memenuhi standar paving mutu D dengan rerata nilai terbesar pada P4 35,036 dan terkecil pada P1 15,987%, nilai laju infiltrasi terbesar pada P4 0,241 mm/s dan nilai terkecil pada P1 0,057 mm/s, nilai kuat tekan terbesar pada P1 4,8 MPa dan terkecil P4 0,89 Mpa.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (1996). *Bata Beton (Paving Block)*.
- Gustam, R. A. A., Asmara, S., Lanya, B., dan Rosadi, B. (2022). *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Perajang Batang Singkong Tipe TEP- Vol. 1, No. 2, June 15, 2022: 234-245*.
- Prabowo, D. A., dan Abdullah, D. (2018). Deteksi dan Perhitungan Objek Berdasarkan Warna Menggunakan Color Object Tracking. *Pseudocode*, 5(2), 85–91. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.5.2.85-91>
- Pratama, F. U., Rahmawati, W., Wisnu, F. K., dan Suharyatun, S. (2023). Pemanfaatan Bonggol Jagung Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving block Porous. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), Article 3. <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i3.7891>
- Prayuda, H., Nursyahid, H., dan Saleh, F. (2017). *Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Bata Beton Di Yogyakarta*.
- Putri, E. E., Ismeddiyanto, dan Suryanita, R. (2019). Sifat Fisik Paving Block Komposit sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *Jurnal Teknik*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2557>
- Rahmawati, W., Marcus, P. K., Wisnu, F. K., Haryanto, A., Telaumbanua, M., dan Sugianti, C. (2024). Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan Paving

- Block. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 3(3), 446.
<https://doi.org/10.23960/jabe.v3i3.10161>
- Rosadi, I., Rahmawati, W., Warji, W., dan Suharyatun, S. (2023). Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) Sebagai Bahan Campuran dalam Pembuatan Paving Block Porous. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 231.
<https://doi.org/10.23960/jabe.v2i2.7468>
- Trisna, H., dan Mahyudin, A. (2012). Analisis Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit Gypsum Serat Ijuk dengan Penambahan Boraks (*Dinatrium Tetraborat Decahydrate*). *Jurnal Fisika Unand*, 1(1).