



Pemanfaatan Limbah Serat Kelapa Sebagai Bahan Tambahan Pembuatan *Paving Block*

Utilization of Coconut Fiber Waste as an Additional Material in Production Paving Block

Winda Rahmawati^{*}, Patrice Kevin Marcus¹, Febryan Kusuma Wisnu¹, Agus Haryanto¹, Mareli Telaumbanua¹, Cicik Sugianti¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

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

Abstract. *Indonesia is one of the largest coconut producing countries in the world, Lampung Province itself has a coconut plantation area of 91.8 thousand hectares with a production of 81.9 thousand tons in 2021. One alternative of the uses of coconut fiber is as a mixing material for porous paving blocks. This study aims to make porous paving blocks with additional coconut fiber and to determine the physical characteristics of paving blocks with a mixture of coconut fiber. This study used a completely randomized design consisting of 4 treatments and 5 replications with a sample size of 40 pieces divided into destructive and non-destructive tests. The method of making paving blocks in the study was that the fiber was mixed with a mixture of cement and sand, then molded and conditioned for 28 days. The tests carried out were visual tests, water absorption tests, infiltration tests, density tests and compressive strength tests. The results of the study showed that the addition of coconut fiber to the paving block mixture affected the results of the test of the characteristics of porous paving blocks)*

Keywords: *Coconut Fiber, Deformation, Ductile, Infiltration, Pore Space.*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil buah kelapa terbesar di dunia, menurut data Badan Pusat Statistik (2024) produksi buah kelapa di Indonesia pada tahun 2021 mencapai angka 2,85 juta ton dan nilai tersebut mengalami kenaikan sebesar 1,47% dari tahun sebelumnya. Menurut data Badan Pusat Statistik tentang luas tanaman perkebunan berdasarkan provinsi tahun 2021, Indonesia memiliki daerah perkebunan kelapa yang cukup luas yaitu kurang lebih 3,37 juta

hektar. Provinsi Lampung memiliki lahan perkebunan kelapa sebesar 91,8 ribu hektar dengan hasil produksi sebesar 81,9 ribu ton pada tahun 2021. Sabut kelapa sebagai produk sampingan merupakan salah satu bagian yang cukup besar dari buah kelapa yaitu sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa sendiri terbagi menjadi daging sabut kelapa (*Cocopeat/Cocodust*) dan serat sabut (*Cocofiber*). Serat sabut kelapa tersebut belum dimanfaatkan secara optimal terutama di Indonesia. Menurut Khalil et al (2006) serat sabut kelapa memiliki lebih banyak lignin dari serabut seperti rami dan kapas, sehingga umumnya serabut kelapa memiliki kekakuan dan ketangguhan yang lebih baik dibandingkan serat alami lainnya, tetapi memiliki kadar selulosa yang relatif lebih rendah dimana jumlah selulosa yang dikandung memengaruhi kelenturan serat. Dengan potensi tersebut, serat sabut kelapa dapat dimanfaatkan lebih optimal.

Pengembangan infrastruktur di Indonesia perlu ditunjang dengan penerapan daerah resapan air yang baik. Daerah resapan air merupakan sebuah kawasan atau area yang mampu menampung air hujan, kemudian air hujan diserap oleh tanah yang selanjutnya akan menjadi air tanah. Dampak dari berkurangnya daerah resapan air yang sering dijumpai di Indonesia yaitu mengalami kekeringan saat musim kemarau dan banjir saat musim penghujan akibat dari tidak memiliki daerah resapan air. Hal ini berbahaya apabila perkembangan suatu wilayah tidak didukung oleh daerah resapan air, terjadi secara terus menerus dan berlangsung lama. Menurut data Badan Pusat Statistik (2017) tentang Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Keberadaan Area Resapan Air, provinsi Lampung tercatat hanya memiliki 2,88 % daerah resapan air berupa sumur resapan dan 38,79 % daerah resapan berupa taman atau tanah berumput.

Oleh karena itu perlunya menggunakan material atau bahan yang tetap mampu menunjang kebutuhan akan perkembangan wilayah akan tetapi juga memiliki daya resap air yang baik. Penggunaan *paving block* merupakan salah satu solusi dari permasalahan tentang daerah resapan air. *Paving block* merupakan material perkerasan jalan yang mampu menyerap air dan meneruskannya kedalam tanah. Sehingga penelitian ini bertujuan pertama membuat *paving block* porous dengan bahan tambahan serat sabut kelapa dan mempelajari pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap karakteristik fisik *paving block*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Maret hingga November 2021 di di Laboratorium Daya Alat Mesin Pertanian dan Laboratorium Rekayasa Sumber daya Air dan Lahan (RSDAL), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian dan Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cetakan paving bentuk segi enam dengan tinggi 6cm dan panjang sisi 10cm, gelas ukur, nampan, timbangan, ember, sendok semen, ayakan pasir, dan mesin uji tekan beton. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu serabut kelapa, pasir, semen, dan air.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 4 taraf perlakuan (Tabel 1) dengan 5 ulangan. Penelitian ini menggunakan 40 sampel yang terbagi dalam 20 sampel untuk uji destructive dan 20 sampel untuk uji non-destructive.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan

| Perlakuan | Pasir + semen (%berat) | Serat Sabut Kelapa (% berat) |
|-----------|------------------------|------------------------------|
| P1 | 97,5 | 2,5 |
| P2 | 95 | 5 |
| P3 | 90 | 10 |
| P4 | 85 | 15 |

Rasio penggunaan pasir dan semen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pencampuran bahan pasir dan semen yang dilakukan dengan rasio 1 : 3. Rasio semen dan pasir ini didapatkan berdasarkan penelitian Putri (2019) tentang sifat fisik *paving block* komposit sebagai lapis perkerasan bebas genangan air (*permeable pavement*). Pasir yang digunakan pada penelitian ini merupakan pasir halus, sebelum di campur dengan semen pasir diayak terlebih dahulu menggunakan ayakan berukuran 2 mm. Pencampuran limbah serat sabut kelapa dengan campuran pasir dan semen dilakukan dengan cara membasahkan limbah serat sabut kelapa dengan alat semprot dan kemudian menaburkan campuran pasir dan semen. Proses tersebut dilakukan bertahap hingga seluruh pasir dan semen tercampur dan melekat dengan limbah sabut kelapa. Adonan *paving block* dengan beberapa perlakuan yang berbeda itu akan dicetak menggunakan cetakan *paving block* dan dikeringanginkan. *Paving block* dikondisikan hingga 28 hari. *Paving block* yang telah mengeras akan diberi beberapa pengujian untuk melihat tingkat mutu *paving block* tersebut. Uji yang diberikan terbagi menjadi 2 yaitu uji *destructive* dan uji *non-destructive*. Uji *non-destructive* terbagi menjadi uji resapan air, uji infiltrasi, uji densitas, dan uji tampak (warna dan tekstur) sedangkan uji *destructive* yaitu uji kuat tekan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Tampak

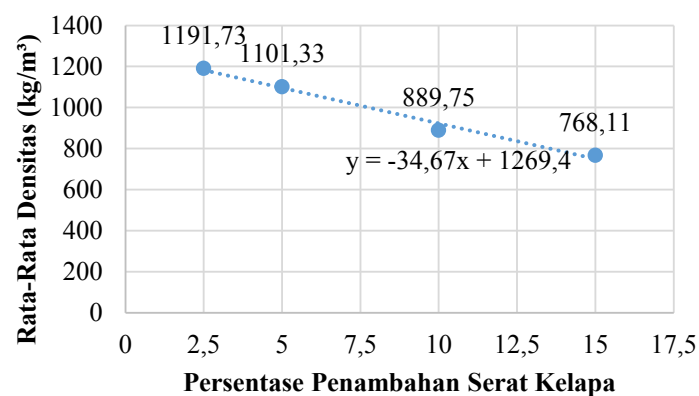
Menurut SNI No. 03-0691-1996 tentang *paving block* mengatakan bahwa *paving block* harus memenuhi beberapa parameter yaitu bentuk yang tidak cacat, retak, dan tidak mudah hancur. Berdasarkan pengamatan seluruh sample dapat disimpulkan bahwa *paving block* perlakuan P1 merupakan perlakuan terbaik dari parameter uji tampak, hal ini disebabkan karena perlakuan P1 (Gambar 1) memiliki permukaan datar, halus, dan paling kokoh dibandingkan perlakuan lainnya. Paving dengan jumlah ruang pori lebih sedikit memiliki permukaan yang lebih halus serta campuran semen dan pasir mampu melapisi *paving block* dengan baik, sedangkan *paving block* dengan jumlah ruang pori yang besar memiliki permukaan yang lebih kasar dan beberapa bagian sulit untuk terlapisi oleh campuran semen. Berdasarkan tingkar kekokohan paving dengan penambahan serat paling sedikit merupakan yang paling kokoh sedangkan seiring penambahan serat menyebabkan paving tampak rapuh.



Gambar 1. *Paving block* perlakuan P1

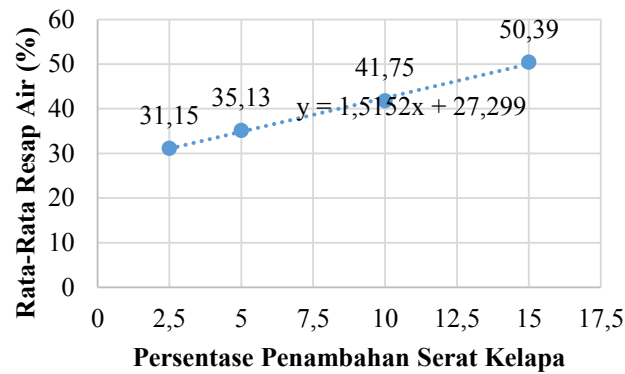
3.2 Uji Densitas

Berdasarkan Gambar 2 grafik data rata rata nilai densitas yang didapat setelah pengujian menunjukkan bahwa nilai densitas setiap perlakuan mengalami perubahan dengan nilai model persamaan yaitu $y = -34,67x + 1269,4$. Model persamaan ini menggambarkan hubungan atau korelasi antara nilai penambahan serat kelapa dengan nilai rata-rata densitas berdasarkan data pada pengujian densitas. Nilai rata rata uji densitas mengalami penurunan seiring penambahan komposisi serat sabut kelapa. Berdasarkan data rata rata pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa jumlah serat sabut kelapa mempengaruhi jumlah ruang pori serta kepadatan *paving block* yang menyebabkan nilai densitas *paving block* berubah-ubah. *Paving block* dengan penambahan serat sabut kelapa terkecil memiliki jumlah ruang pori sedikit dan memiliki tingkat kepadatan yang tinggi sehingga memiliki nilai densitas yang tinggi sedangkan *paving block* dengan penambahan serat sabut kelapa terbanyak memiliki jumlah ruang pori yang banyak dan tingkat kepadatan yang rendah sehingga memiliki nilai densitas yang kecil.



Gambar 2. Rata-rata nilai densitas *paving block*

Nilai pengujian densitas *paving block* dipengaruhi jumlah pori serta kerapatan partikel penyusun *paving block*. Penambahan limbah serat sabut kelapa meningkatkan jumlah ruang pori pada suatu *paving block*, dapat dilihat bahwa nilai densitas berbanding terbalik dengan penambahan komposisi serat sabut kelapa, semakin banyak penambahan serat sabut kelapa maka nilai uji densitas akan semakin kecil. Pengujian densitas pada penelitian *paving block* ini berbanding terbalik dengan pengujian lainnya seperti pengujian daya serap air dan pengujian laju infiltrasi. Hal ini disebabkan semakin banyak ruang pori yang tercipta maka semakin besar kemampuan menyimpan dan meneruskan air suatu paving tetapi kerapatan dan kepadatan yang terbentuk semakin berkurang. Menurut Rumbayan (2020) yang menyatakan bahwa semakin banyak penambahan serat sabut kelapa yang digunakan dalam pencampuran batako maka semakin ringan batako tersebut. Hal ini dibuktikan pada jurnal Rumbayan tentang kuat tekan, kuat lentur dan daya serap air untuk batako dengan penambahan serat sabut kelapa yang memiliki hasil batako dengan penambahan serat 0% memiliki berat 1786 kg/m^3 dan batako dengan penambahan serat sebesar 1% memiliki hasil yang lebih ringan yaitu sebesar 1126 kg/m^3 .



Gambar 3. Rata-rata resapan air *paving block*

Gambar 3 menunjukkan data hasil rata rata dari setiap perlakuan terhadap nilai uji resapan air dengan nilai model persamaan $y = 1,5152x + 27,299$. Model persamaan pada grafik scatter merupakan persamaan yang menggambarkan korelasi antara nilai penambahan serat sabut kelapa dengan nilai rata rata resap air berdasarkan data yang dimiliki. Berdasarkan data hasil pengamatan nilai daya serap air meningkat seiring dengan penambahan komposisi serabut kelapa. Perlakuan P1 yaitu sampel dengan kandungan 2,5% serat sabut kelapa dengan nilai rata rata yaitu 31,15% dan pada perlakuan P4 dengan kandungan 15% serat sabut kelapa dengan nilai rata rata 50,39%. Serabut kelapa memiliki sifat hidrofilik yaitu sifat kecenderungan yang kuat untuk mengikat atau menyerap air (Rais, 2021). Hal ini didukung dengan penelitian Marfranklin (2019) bahwa beton yang ditambahkan dengan serat sabut kelapa memiliki nilai daya resap yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan serat sabut kelapa. Data ini juga didukung melalui pengujian SAS dan uji ANOVA terhadap daya resap *paving block*.

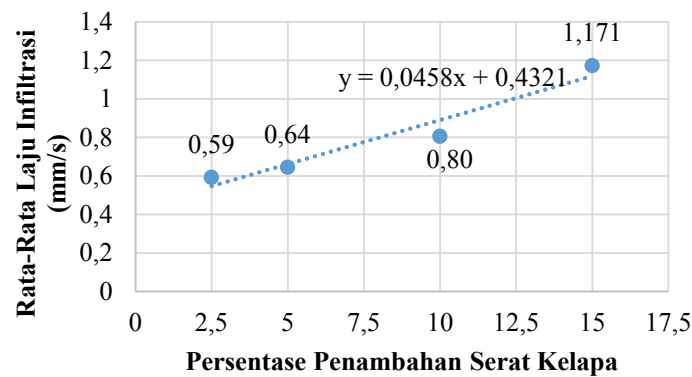
Nilai pengujian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan komposisi serat serabut kelapa menyebabkan semakin besar daya serap air *paving block* dengan nilai daya serap perlakuan P1 sebesar 31,15% dan 50,39% untuk perlakuan P4. Hasil pengujian ini juga sesuai dengan pengujian yang telah dilakukan oleh Rumbayan (2020) bahwa semakin besar potensi bahan serat tambahan yang akan digunakan maka semakin tinggi nilai penyerapan air pada produk yang dihasilkan.

Berdasarkan uji ANOVA limbah serabut kelapa berpengaruh terhadap daya resap *Paving block*, hal ini ditunjukkan pada tabel anova memiliki faktor beda nyata kurang dari 1 % dengan nilai F value sebesar 16,08. Hasil pengujian ini sesuai dengan pendapat Adreansyah (2019) yang mengatakan penambahan serat sabut kelapa kedalam batako akan meningkatkan daya resap suatu batako. Berdasarkan hasil yang didapat pada penelitian ini maka pengujian dilanjutkan dengan uji BNT yang menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P2 berada pada t grouping yang sama dan memiliki grouping yang berbeda dengan perlakuan P3, perlakuan P4 juga berada pada grouping yang berbeda dengan perlakuan P1 dan P2.

3.3 Uji Infiltrasi

Gambar 4 grafik *scatter* nilai rata rata laju infiltrasi terhadap penambahan sabut kelapa menunjukkan bahwa nilai di setiap perlakuan berbeda satu sama lain dengan nilai model persamaan yaitu $y = 0,0458x + 0,4321$. Model persamaan ini menggambarkan hubungan atau korelasi antara nilai penambahan serat kelapa dengan nilai rata-rata laju infiltrasi berdasarkan data perlakuan yang dimiliki pada pengujian infiltrasi ini. Nilai rata rata laju infiltrasi mengalami peningkatan seiring dengan penambahan komposisi serat sabut kelapa. Hal ini disebabkan karena *paving block* yang telah ditambahkan serat sabut kelapa memiliki jumlah ruang pori yang lebih banyak dibandingkan

dengan *paving block* yang tidak menggunakan serat sabut kelapa sehingga laju infiltrasi *paving block* yang ditambahkan serat sabut kelapa menjadi lebih cepat.



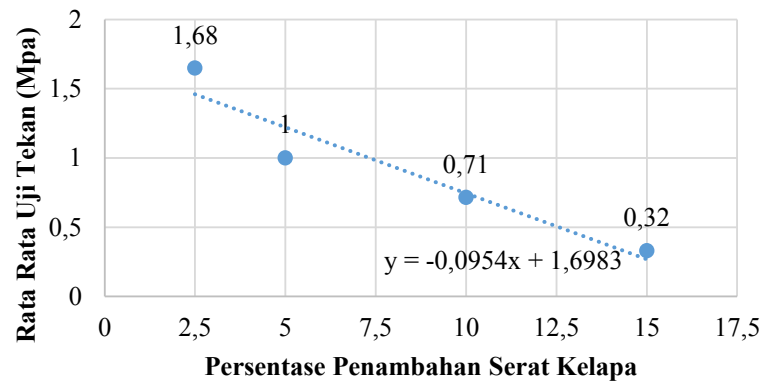
Gambar 4. Rata-rata laju infiltrasi *paving block*

Berdasarkan anova uji infiltrasi dinyatakan bahwa limbah serabut kelapa memiliki pengaruh terhadap nilai pengujian infiltrasi *paving block*. Pada tabel diatas dinyatakan nilai memiliki pengaruh beda nyata pada nilai taraf 1% dengan nilai F value sebesar 43,20. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Rumbayan pada tahun 2020 yang menyatakan bahwa bata beton dengan penambahan serat memiliki laju penyerapan air yang lebih besar dibandingkan bata beton tanpa penambahan serat. Tabel uji BNT ditunjukkan bahwa kombinasi komposisi limbah serabut kelapa memiliki pengaruh terhadap nilai uji infiltrasi sehingga menghasilkan nilai t grouping yang berbeda di setiap perlakuan. Berdasarkan tabel uji BNT diatas dinyatakan bahwa perlakuan P1 dan P2 berada pada grouping yang sama dan memiliki hasil yang berbeda dengan perlakuan P3, perlakuan P4. memiliki hasil grouping yang berbeda dengan perlakuan P1, P2, dan P3.

Hasil pengujian infiltrasi pada penelitian ini memiliki nilai berbanding lurus dengan hasil pengujian daya resap air. Hal ini dikarenakan adanya ruang pori yang terbentuk dari penambahan komposisi serat sabut kelapa. Semakin banyak penambahan komposisi sabut kelapa maka ruang pori yang terbentuk akan semakin banyak dan nilai uji infiltrasi akan mengalami peningkatan. Peningkatan laju infiltrasi berdasarkan penambahan komposisi serat sabut kelapa sesuai dengan hasil penelitian Rumbayan (2020) tentang tentang kuat tekan, kuat lentur dan daya serap air untuk batako dengan penambahan serat sabut kelapa yang memiliki hasil batako dengan penambahan serat 0% memiliki persentase penyerapan air sebesar 7,1%, penambahan serat 0,5% memiliki persentase penyerapan sebesar 8,7% dan penambahan 1% memiliki persentase penyerapan 11,2%.

3.4 Uji Tekan

Uji tekan *paving block* dilakukan dengan cara menekan *paving block* menggunakan alat *proving ring*. Pengujian ini merupakan salah satu pengujian yang penting dalam pembuatan *paving block*. Langkah awal yang harus dilakukan yang harus dilakukan dalam pengujian tekan adalah menyiapkan sampel *paving* yang sudah melalui tahapan pengondisian lingkungan, kemudian di ukur luas permukaan dari sampel *paving* tersebut. Sampel yang telah diukur kemudian dimasukkan kedalam alat *proving ring* dan akan ditekan secara berkala hingga mengalami retakan atau patahan. Nilai uji kuat tekan didapatkan dengan membagi antara gaya tekan (F) dengan luas permukaan sampel *paving* (A).



Gambar 5. Rata-rata nilai Uji Tekan *paving block*

Pada Gambar 5 diatas menunjukkan data hasil rata rata nilai uji tekan dari setiap perlakuan dengan nilai model persamaan yaitu $y = -0,0954x + 1,6983$. Model persamaan menggambarkan hubungan atau korelasi antara nilai penambahan serat kelapa dengan nilai rata-rata kuat tekan berdasarkan data pada pengujian kuat tekan ini. Berdasarkan data rata rata penambahan komposisi serat sabut kelapa berpengaruh terhadap nilai uji tekan *paving block*. Penambahan serat sabut kelapa menyebabkan terbentuknya ruang pori yang menyebabkan perubahan tingkat kepadatan pada paving lock. Perlakuan pertama yaitu sampel dengan kandungan 2,5% serat sabut kelapa merupakan perlakuan dengan nilai tertinggi yaitu rata rata 1,648 MPa dan nilai terendah terdapat pada perlakuan keempat dengan kandungan 15% serat sabut kelapa dengan nilai rata rata 0,329 MPa. Data ini juga didukung melalui pengujian SAS dan uji ANOVA terhadap nilai uji tekan *paving block*.

Berdasarkan tabel anova uji tekan dinyatakan bahwa limbah serabut kelapa memiliki pengaruh terhadap nilai pengujian ketahanan tekan *paving block*. Diperoleh dari table Anova dinyatakan nilai memiliki pengaruh beda nyata pada nilai taraf 1% dengan nilai F value sebesar 19,13. Melalui hasil uji lanjut BNT diketahui bahwa perlakuan P1 memiliki t grouping yang berbeda dengan perlakuan P2, perlakuan P3 dan perlakuan P4. Perlakuan P2 dan P3 menghasilkan nilai yang relatif sama dan berada di grup yang sama. Perlakuan P4 memiliki t grouping yang berbeda dengan perlakuan lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Yuwanda (2018) tentang pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan abu sekam pada kuat tekan *paving block* yang menyatakan bahwa penambahan serat sabut kelapa menyebabkan perbedaan kuat tekan suatu *paving block*.

Pengujian tekan pada penelitian ini memiliki hasil yang berbanding lurus dengan pengujian densitas *paving block*. Penambahan komposisi serat sabut kelapa kedalam paving menyebabkan terciptanya ruang pori yang lebih banyak dan tingkat kepadatan yang menurun sehingga penambahan serat sabut kelapa menurunkan hasil uji tekan *paving block*. Hal ini berlawanan dengan pengujian daya serap air dan laju infiltrasi dimana semakin banyak ruang pori yang tercipta semakin besar hasil pengujian daya serap air dan laju infiltrasi. Menurut ketentuan yang tertulis pada SNI-03-0691-1996 tentang *paving block* mutu D yang ditujukan untuk pemakaian taman dan penggunaan lainnya memiliki nilai pengujian tekan minimal 8 MPa sedangkan pada penelitian ini nilai pengujian tekan tidak sesuai dengan ketentuan SNI yaitu 1 MPa yang disebabkan oleh penambahan serabut kelapa serta karakteristik serat sabut kelapa.

Paving block dengan penambahan serat pada penelitian ini tidak mengalami fase keretakan atau patah karena serat sabut kelapa memiliki sifat ulet (ductile) yang menyebabkan *paving block* yang terbentuk memiliki nilai ketangguhan tinggi. *Paving block* dengan penambahan serat memiliki kemampuan untuk menahan sejumlah deformasi (yang permanen) tanpa mengakibatkan patah sehingga *paving block* mengalami fase deformasi plastis. Fase deformasi plastis yang terjadi

pada *paving block* mengubah bentuk *paving block* dari yang semula berbentuk segi enam dengan menjadi lebih pipih dan tidak patah.

Pengujian tekan kali ini nilai yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan dikarenakan tidak terjadi keretakan pada *paving block* melainkan terjadi pemipihan. Hal ini sesuai dengan Gundara dan Rahman (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan kekuatan tarik dan regangan tarik semakin meningkat sesuai dengan penambahan fraksi volume serat sabut kelapa serta peningkatan fraksi volume dapat meningkatkan ketangguhan impak. Pada hasil penelitian Susilowati et al (2016) tentang Bata beton geopolimer dengan variasi konsentrasi serat sabut kelapa menyebutkan bahwa penambahan serat sabut kelapa dapat menurunkan kuat tekan *paving block* sebanyak 0,2 sampai 7,2% dari *paving block* dengan perlakuan tanpa penambahan serat sabut kelapa.

4. Kesimpulan

Dapat disimpulkan dari penelitian ini penambahan serat sabut kelapa kedalam adonan *paving block* memiliki pengaruh terhadap karakteristik fisik *paving block*, hal ini dilihat dari hasil pengujianya *destructive* dan *non-destructive* memiliki hasil yang berbeda dengan hasil pengujian *paving* tanpa penambahan serat sabut kelapa. Variasi komposisi terbaik pada penelitian ini yaitu perlakuan P1 dengan komposisi serat sabut kelapa 2,5%. Perlakuan P1 memiliki hasil uji tampak dengan nilai warna abu abu dengan kode RGB (105,95,87), laju infiltrasi sebesar 0,59 mm/s, dan rata rata nilai densitas sebesar 1191,73 kg/m³, dan nilai daya resap air sebesar 31,15%. Pada penelitian ini serat sabut kelapa juga memiliki sifat porositas yang tinggi sehingga memiliki nilai daya resap yang tinggi. Serat sabut kelapa memiliki karakteristik ulet (*ductile*) yang menyebabkan nilai ketahanan tarik tinggi sehingga pada pengujian gaya tekan *paving block* tidak mengalami retakan dan hanya meregang dengan nilai pengujian tekan sebesar 1,64 MPa.

Daftar Pustaka

- (BPS) Badan Pusat Statistik. 2019. Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Keberadaan Area Resapan Air 2017. Jakarta.
- (BPS) Badan Pusat Statistik. 2024. Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman (Ribu Ton) 2021-2023. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI No. 03-0691-1996 tentang *Paving block*. BSN. Jakarta.
- Gundara, G dan Rahman, M.B.N. 2019. Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur* 3, (1): 10-19.
- Khalil, A., Alwani,A.M.S, dan dan Omar,A.K.M. 2006. Chemical Composition, Anatomy, Lignin Distribution, and Cell Wall Structure of Malaysian Plant Waste Fibers. *J.Bioresources*, 1(2); 220-232. Malaysia.
- Putri, E. 2019. *Sifat Fisik Paving block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement)*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Rais. 2021. *Sifat Fisik Dan Mekanis Papan Semen Berbahan Sabut Kelapa Pada Berbagai Komposisi Ukuran Partikel*. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Rumbayan. 2020. *Kuat Tekan, Kuat Lentur Dan Daya Serap Air Untuk Batako Dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa*. Politeknik Negeri Manado. Manado.
- Susilowati, A., Simanulang, K.A., dan Aprilia, L. 2016. "Bata Beton (*Paving block*) Geopolimer Dengan Variasi Konsentrasi Serat Sabut Kelapa." *Poli-Teknologi*, 15(1). doi:[10.32722/pt.v15i1.786](https://doi.org/10.32722/pt.v15i1.786).
- Yuwanda. 2018. *Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Pada Kuat Tekan Paving block*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.