



Pemanfaatan Limbah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan Batok Kelapa Sebagai Bahan Baku *Paving Block*

Utilization of Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Waste and Coconut Shell as Raw Material for Paving Blocks

Komang Muliandre Utama¹, Warji^{1*}, Winda Rahmawati¹, Siti Suharyatun¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: warji1978@gmail.com

Abstract. *In 2021 the total amount of waste from various types of waste in Indonesia alone will reach 68,5 million tons. Based on these data, as much as 17 percent, or around 11,6 million tons, was contributed by jenna R.Jambeck from the University of Geogia in 2010, there were 275 tons of plastic waste produced worlwide. Around 4,8-12,7 million tons of them are waste and pollute the sea. Indonesia itself has a coastal population of 187,2 ,milion which annually produces plastic waste. Around 0,48-1,29 milion tonnes of plastic waste is thought to have polluted the oceans. To overcome this, proper management of plastic waste is needed, one of which is by making paving blocks made from plastic waste. The study aims to determine the characteristics of thr various composition paving blocks according to the Dquality standard, which is used for garden pavements and other uses. In this study, aratio of 1:1:1 was used for plastic, sand, and oil. Then coconut shells were added to the treatment P1 as much as 3%, P2 as much as 6%, P3 as much as 9%, and P4 as much as 12% of the paving block volume paving block quality standardD has requirements, namely the maximum value obtained from the results of the compressive strength test is 10 Mpa and water absorption is 10%. From the result of the research that i did, it was found that the variations in the P treatment were closestto the quality standard D, with a compressive strength test value of 5,84 Mpa.*

Keywords : *Coconut Shells, Paving Blocks, PET, Plastic, Waste.*

1. Pendahuluan

Produksi sampah nasional menunjukkan tren yang terus meningkat seiring dengan terjadinya

pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik. Kontribusi sampah plastik terhadap total produksi sampah nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,7% per tahun dan menempatkan sampah plastik sebagai kontributor terbesar kedua setelah sampah organik (Kholidah dkk, 2018; Dokhikhah dkk, 2015; Trihadiningrum dkk, 2006). Studi di berbagai kota Indonesia menunjukkan kontribusi sampah plastik terhadap total sampah kota di Indonesia bervariasi antara lain Jakarta (14%), Surabaya (10,8%), Palangkaraya (15%). Persentase kontribusi sampah plastik di Indonesia tidak jauh berbeda dengan Malaysia (14%) dan Thailand (16%) namun lebih rendah dibandingkan Singapura (27,3%) (AOP, 2007). Namun secara riil, produksi sampah plastik di Indonesia sangat besar sebab secara total produksi sampah Indonesia mencapai 189 kilo ton/hari jauh lebih besar dibandingkan dengan negara-negara di Asia Tenggara (Kholidah dkk, 2018). Hal ini disebabkan jumlah penduduk Indonesia yang lebih besar dibandingkan dengan jumlah penduduk negara-negara di Asia Tenggara (Wahyudi et al., 2018).

Paving block merupakan suatu campuran bahan bangunan yang terdiri dari semen sebagai bahan perekat, air, *agregat* halus dan *agregat* kasar yang mengeras. *Paving block* sendiri biasanya digunakan sebagai pelataran parkir, trotoar, jalan-jalan di perumahan dan gang-gang kecil. Banyak hal yang melatarbelakangi penggunaan *paving* salah satunya ialah kemampuannya dalam menahan beban, dan umur penggunaannya yang relatif lama, selain itu penggunaan *paving block* dinilai lebih ekonomis daripada penggunaan perkerasan (*rigid*) beton bertulang. Produksi *paving block* sendiri terdapat 2 cara yang dapat digunakan yakni dengan cara manual dan dengan cara menggunakan mesin. Kedua cara tersebut menghasilkan *paving block* dengan karakteristik, dan mutu yang berbeda. *Paving block* konvensional telah banyak dikembangkan oleh masyarakat Indonesia, berbeda dengan *paving block* dari bahan limbah plastik atau *paving block* campuran, untuk *paving block* dari bahan baku limbah plastik sendiri masih awam bagi masyarakat Indonesia dan masih dalam tahapan pengembangan, guna mengurangi jumlah sampah plastik di Indonesia. Selain itu pemanfaatan limbah sebagai *paving block* juga dapat menekan biaya produksi *paving block* jika dibandingkan dengan biaya produksi *paving block* konvensional. *Paving block* konvensional merupakan *paving block* yang terbuat dari campuran antara semen, air, *agregat* kasar, pasir (Syukur, et al 2011).

Selain *paving block* konvensional, saat ini juga telah dikembangkan *paving block* alternatif yang menggunakan bahan baku biomassa. Biomassa yang digunakan biasanya berasal dari limbah pertanian, salah satu limbah pertanian yang tersedia dalam jumlah besar ialah limbah dari pohon kelapa seperti batok kelapa. Pohon kelapa disini merupakan tanaman yang seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan mulai dari akar, batang, buah, hingga daunnya sebagai obat tradisional, bahan masakan, dan kayu bakar. Pohon kelapa yang serbaguna ini, bila dilihat dari nilai jual yang semua bagian dari kelapa ini memiliki nilai jual yang tinggi meskipun dalam bentuk limbah. Limbah dari batok kelapa yang biasanya akan dibuang begitu saja oleh sebagian orang, tetapi ada juga masyarakat yang mengumpulkannya untuk dijual serta dimanfaatkan menjadi briket, gantungan kunci, dll. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Chereminisoff pada tahun 1978 mengatakan bahwa komposisi kimia tempurung kelapa terdiri dari Selulosa 26,60 %, Lignin 29,40 %, Pentosan 27,70%, Solvent ekstraktif 4,20%, Uronat anhidrid 3,50 %, Abu 0,62 %, Nitrogen 0,11 %, dan Air 8,01 %. Tempurung kelapa memiliki berat sekitar 15-19 % dari berat buah kelapa. Sedangkan di Sulawesi Utara menunjukkan bahwa berat tempurung kelapa adalah 17,78 % (Suhartana, 2006).

Penelitian tentang *paving block* ini merupakan sebuah inovasi yang menggunakan limbah organik dan limbah anorganik sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Fungsi dari *paving block* sendiri ialah sebagai pelapis atau pekeras permukaan tanah yang memiliki umur kegunaan yang lama. Pada penelitian ini menggunakan limbah organik yakni limbah batok kelapa sebagai bahan campuran pada pembuatan *paving block* yang bertujuan untuk memperkuat struktur pada

paving block. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan limbah anorganik yang memanfaatkan limbah plastik dengan kode PET sebagai bahan utama atau bisa pada pembuatan *paving block*. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *paving block* mutu D sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Serta dapat mengetahui efektivitas dari pencampuran limbah biomassa dan limbah anorganik sebagai bahan baku pembuatan *paving block*. Selain itu, dari penelitian ini juga diharapkan mampu mengurangi jumlah limbah plastik yang tersedia dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku pembuatan *paving block*.

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah memanfaatkan limbah batok kelapa dan limbah plastik sebagai bahan pembuat *paving block*. Menganalisis karakteristik *paving block* yang menggunakan bahan limbah plastik dan limbah batok kelapa. dan menganalisis campuran limbah batok kelapa dan limbah plastik sebagai bahan pembuat *paving block*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan bulan Maret 2023 di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung; Laboratorium Bahan dan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Timbangan sebagai alat ukur berat batok kelapa dan plastik.
2. Cetakan *paving* sebagai alat pencetak *paving block*.
3. Sendok semen sebagai alat pengaduk pada saat pembuatan adonan.
4. Palu sebagai alat penghancur batok kelapa.
5. Gunting sebagai alat untuk memperkecil plastik.
6. Panci tempat adonan *paving*.
7. Penggaris sebagai alat ukur tinggi, lebar, dan sisi-sisi *paving block*.
8. Alat *proving ring* sebagai alat untuk menguji daya tekan *paving block* yang sudah di cetak.
9. Alat tulis sebagai alat untuk mencatat selama penelitian.

Sedangkan Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Batok kelapa sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block*.
2. Plastik sebagai bahan utama dalam pembuatan *paving block*.
3. Pasir sebagai bahan campuran dalam pembuatan *paving block*.
4. Oli sebagai media pembantu pelelehan plastik

2.2. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan keberhasilan dilakukan terhadap *paving block*, produk diamati dan diuji apakah sesuai atau tidak sesuai dengan standar mutu *paving block*.

2.2.1. Pengujian Destructive

Pengujian destructive meliputi:

1. Uji Kuat Tekan

Pada pengujian ini *paving block* harus sudah melewati proses pendinginan setelah itu *paving block* akan diuji kuat tekan. Uji kuat tekan meliputi pengujian kekuatan *paving block* pada masing-masing sampel dari perlakuan yang berbeda pula. Dengan cara mengambil sampel *paving block* yang telah siap, lalu ditekan hingga hancur dengan mesin penekan.

Adapun rumus yang digunakan pada uji kuat tekan ini ialah sebagai berikut:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{L} \quad (1)$$

2. Uji Koefisien Gesek

Pengujian koefisien gesek dilakukan dengan meletakkan *paving block* diatas papan yang telah ditentukan kemiringannya, lalu *paving block* dijatuhkan dengan panjang lintasan 100cm, dan dicatat waktu *paving* tersebut dijatuhkan.

Rumus yang digunakan untuk mencari koefisien gesek kinetik ialah sebagai berikut:

$$\mu_k = \tan \theta \frac{a}{g \cos \theta} \quad (2)$$

$$A = \frac{S}{T^2} \quad (3)$$

dimana S adalah arak tempuh (m) dan T adalah waktu (s)

2.2.2. Uji Non-Destructive

Uji Non-destructive meliputi:

1. Uji Tampak

Paving block harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retakan-retakan, dan cacat, bagian rusuk dan sudutnya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari atau tangan kosong.

2. Uji Density

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kerapatan pada setiap *paving block*. Pada pengujian ini *paving block* akan diuji dengan menimbang berat, dan menghitung volume *paving block*. Densitas ialah massa jenis suatu benda, dimana pengukuran massa setiap volume benda. Semakin tinggi nilai *densitas* maka semakin besar pula nilai massa setiap volumenya.

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *densitas* ialah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (4)$$

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

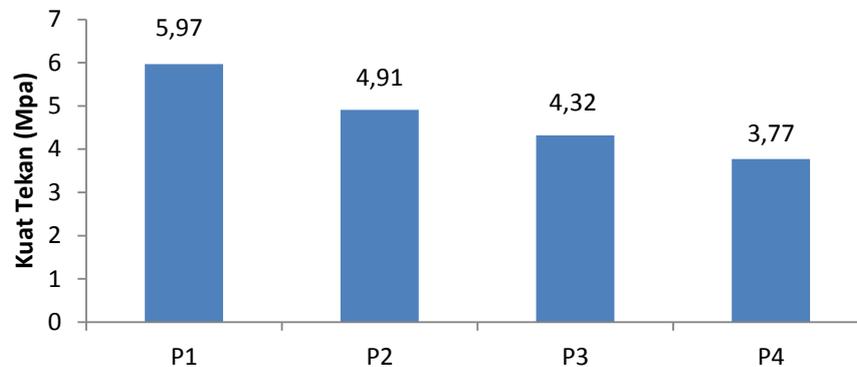
3. Hasil dan Pembahasan

Paving block dibuat dengan mencampurkan limbah plastik dan limbah batok kelapa sebagai bahan utamanya. Hal ini dilakukan untuk menghemat biaya bahan pokok pasir dan semen, mempercantik dan merapihkan lingkungan, mengurangi limbah plastik dan membentuk inovasi *paving block* baru yang terbentuk dari limbah batok kelapa namun tidak mengurangi mutu *paving block* pada umumnya. Setelah pencetakan selesai, *paving block* dijemur dan pengkondisian selama kurang lebih 28 hari, kemudian *paving block* siap di uji. Struktur *paving block* yang dihasilkan pada penelitian ini terdapat perbedaan maupun persamaan antara empat taraf yang diuji. *Paving block* dibedakan menjadi empat satuan percobaan yaitu P1U1, P2U1, P3U1 dan P4U1 dengan lima ulangan setiap tarafnya sehingga menghasilkan 20 sampel *paving block*, namun pada saat pengujian sampel memerlukan 20 sampel uji *destructive* dan 20 sampel uji *non destructive*, sehingga keseluruhan hanya adalah 40 sampel *paving block*.

3.1. Uji Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas, yang penyebab beban benda uji beton hancur, jika dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan (SNI 03-1974). Uji

kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan *paving block porous* apakah sudah sesuai dengan kebutuhan struktur bangunan yang telah direncanakan. Semakin tinggi nilai kuat tekan yang dihasilkan, maka semakin baik kekuatan struktur dan mutu *paving block*.



Gambar 1. Hasil uji kuat tekan

Nilai pengujian kuat tekan *paving block* berbeda-beda pada setiap perlakuannya sebagaimana disajikan pada Gambar 1.. Pada perlakuan P1 dengan campuran batok kelapa sebanyak 3% dari volume cetakan sebesar $0,0014 \text{ m}^3$, mempunyai nilai kuat tekan paling tinggi pada setiap perlakuan lainnya. Pada saat uji kuat tekan kerusakan banyak terjadi pada sisi *paving block* yang mengalami kerusakan, retakan, dan kehancuran. *Paving block* perlakuan P1 tidak memenuhi standar mutu SNI 03-0691 (1996), sehingga tidak layak untuk digunakan.

Pada perlakuan P2 campuran batok kelapa yang digunakan lebih banyak daripada perlakuan P1 yakni sebanyak 6% dari volume cetakan sebesar $0,0014 \text{ m}^3$, nilai kuat tekan pada perlakuan P2 lebih kecil dari perlakuan P1. Pada saat uji kuat tekan kerusakan banyak terjadi pada sisi *paving block* yang mengalami kerusakan, retakan, dan kehancuran. *Paving block* perlakuan P2 tidak memenuhi standar mutu SNI 03-0691 (1996), sehingga tidak layak untuk digunakan.

Pada perlakuan P3 campuran batok kelapa yang digunakan lebih banyak daripada perlakuan P1, dan P2 yakni sebanyak 9% dari volume cetakan sebesar $0,0014 \text{ m}^3$, nilai kuat tekan pada perlakuan P3 lebih kecil dari perlakuan P2 dan P1. Pada saat uji kuat tekan kerusakan banyak terjadi pada sisi *paving block* yang mengalami kerusakan, retakan, dan kehancuran. *Paving block* perlakuan P3 tidak memenuhi standar mutu SNI 03-0691 (1996), sehingga tidak layak untuk digunakan.

Pada perlakuan P4 campuran batok kelapa yang digunakan lebih banyak daripada perlakuan P1, P2, dan P3 yakni sebanyak 12% dari volume cetakan sebesar $0,0014 \text{ m}^3$, nilai kuat tekan pada perlakuan P4 lebih kecil dari perlakuan P3, P2, dan P1. Pada saat uji kuat tekan kerusakan banyak terjadi pada sisi *paving block* yang mengalami kerusakan, retakan, dan kehancuran. *Paving block* perlakuan P4 tidak memenuhi standar mutu SNI 03-0691 (1996), sehingga tidak layak untuk digunakan.

Nilai kuat tekan terlihat jelas bahwa dengan bertambahnya persentase tambahan campuran tempurung kelapa dan serbuk kelapa nilai kuat tekan beton mengalami penurunan hasil kuat tekan dari hasil kuat tekan beton normalnya. Sehingga penambahan bahan yang menghasilkan kuat tekan optimum tidak mencapai target yang telah ditargetkan untuk mutu B sebesar 170 kg/cm^2 , tetapi dengan komposisi penambahan bahan sebesar 20% SK dan 15% TK mampu menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 140 kg/cm^2 mampu mencapai kuat tekan beton pada mutu C sebesar 125 kg/cm^2 . Diperkirakan untuk mencapai kuat tekan optimum dapat ditarik garis dari perpotongan kuat tekan dengan rencana kuat tekan yaitu diperoleh campuran sebesar 16% TK dan 12% SK

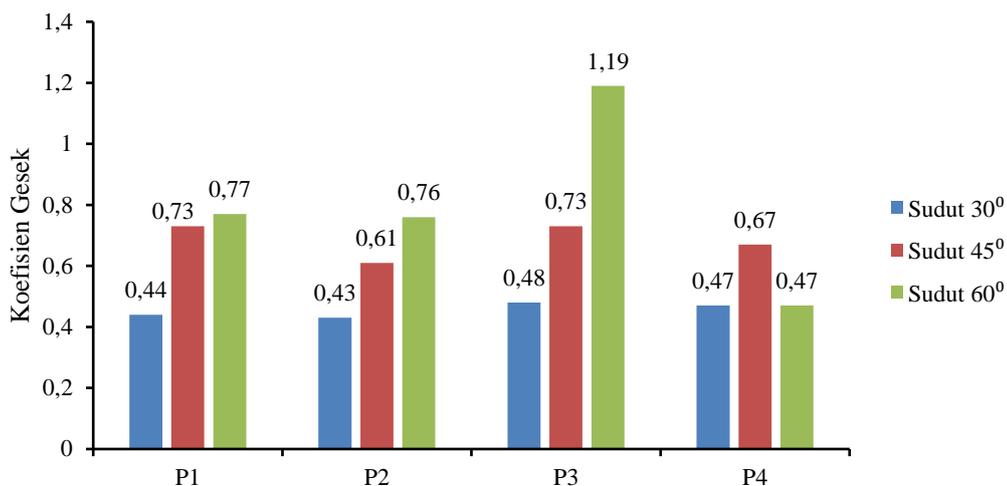
untuk bisa mencapai kuat tekan optimum yang direncanakan (Agnes, et al. 2018).

3.2. Uji Koefisien Gesek

Pengujian untuk mendapatkan nilai koefisien gesek dari *paving block* ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar gaya yang dihasilkan dari *paving block* dengan bahan baku plastik dan batok kelapa. Dari pengujian ini diperoleh hasil P1 dengan menggunakan sudut 30° rata-rata hasil sebesar 0,44 ; lalu dengan menggunakan sudut 45° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,73 ; kemudian dengan menggunakan sudut 60° diperoleh data rata-rata sebesar 0,77. Kemudian pada P2 dengan menggunakan 30° di peroleh rata-rata hasil sebesar 0,43 ; selanjutnya dengan menggunakan sudut 45° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,61; kemudian dengan menggunakan sudut 60° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,76. Selanjutnya pengujian pada *paving blok* P3 dengan menggunakan sudut 30° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,48; selanjutnya dengan menggunakan sudut 45° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,73; kemudian dengan menggunakan sudut 60° diperoleh rata-rata hasil sebesar 1,19. Lalu pada pengujian *paving block* P4 dengan menggunakan sudut 30° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,47; selanjutnya dengan menggunakan sudut 45° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,67; kemudian dengan menggunakan sudut 60° diperoleh rata-rata hasil sebesar 0,47.

Nilai koefisien gesek pada pembebanan 1kg, 3kg, dan 5kg cenderung meningkat sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Pada beban 1 kg rata-rata 0,16-0,25, pada beban 3 kg rata-rata 0,16–0,24, dan pada beban 5 kg rata rata 0,2 – 0,27. Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa selain soal penampang, berat dari benda yang akan di uji nilai koefisien geseknya dapat mempengaruhi nilainya (Ruben. 2016).

Berikut merupakan diagram hasil rata-rata dari pengujian koefisien gesek *paving block* pada masing-masing perlakuan (Gambar 2).



Gambar 2. Hasil uji koefisien gesek

3.3. Uji Tampak

Sifat tampak menurut SNI03-0691(1996), *paving block* harus memiliki permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Uji tampak warna dilakukan dengan cara *paving* disusun di atas permukaan yang rata sebagaimana pada pemasangan yang sebenarnya.

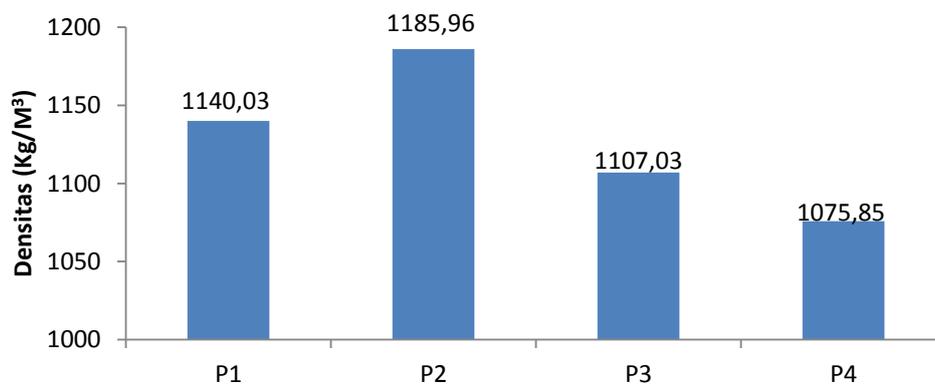
Hasil tampak *paving block* P1, P2, P3 dan P4, menunjukkan perlakuan P1 dengan menggunakan limbah plastik dan batok kelapa sebanyak 3% mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retakan, bagian sudutnya juga tidak mudah di repihkan. Pada gambar P2 dengan menggunakan limbah plastik dan batok kelapa sebanyak 6% mempunyai permukaan yang rata,

tidak terdapat retakan, bagian sudutnya juga tidak mudah di repihkan. Kemudian, pada gambar P3 dengan menggunakan limbah plastik dan batok kelapa sebanyak 9% mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retakan, bagian sudutnya tidak mudah direpihkan. Sedangkan, pada gambar P4 yang terbuat menggunakan bahan limbah plastik dan batok kelapa dengan volume paling banyak yaitu 12%, bahan pasir dan limbah plastik yang digunakan lebih sedikit, memiliki permukaan rata, tidak terdapat retakan, bagian sudutnya

Selanjutnya uji warna menggunakan RGB melalui website <https://imagecolorpicker.com> berdasarkan gambar. Uji warna menggunakan RGB, memperoleh hasil pada P1 dengan nilai RGB : rgb (37, 150, 190), kemudian pada perlakuan P2 memperoleh nilai RGB : rgb (37, 150, 190), selanjutnya pada perlakuan P3 memperoleh nilai RGB : rgb (37, 150, 190), dan pada perlakuan P4 memperoleh nilai RB : rgb (37, 150, 190).

3.4. Uji Densitas

Uji densitas dilakukan untuk mengetahui massa pada setiap sampel. Densitas dihitung dengan cara yaitu kita harus mengetahui nilai massa dan nilai volume *Paving Block Porous* terlebih dahulu, lalu nilai densitas dapat kita temui dengan cara massa dibagi dengan volume (m^3). Pengujian densitas pada *paving* berpori ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *paving* berpori.



Gambar 3. Hasil uji densitas

Berdasarkan diagram hasil rata-rata uji densitas, dapat dijelaskan bahwa nilai densitas setiap perlakuan berbeda-beda (Gambar 3). Nilai densitas paling tinggi terdapat pada perlakuan P2 dengan nilai rata-rata sebesar $1185,96 \text{ kg/m}^3$ dengan campuran batok kelapa sebanyak 6%, selanjutnya pada perlakuan P1 dan P3 memiliki nilai rata-rata uji densitas sebesar $1140,03 \text{ kg/m}^3$ dan $1107,03 \text{ kg/m}^3$ dengan campuran batok kelapa sebanyak 3% dan 9%, kemudian nilai densitas paling kecil didapatkan pada perlakuan P4 dengan nilai rata-rata uji densitas sebesar $1075,85 \text{ kg/m}^3$ dengan konsentrasi batok kelapa sebanyak 12%. Menurut Trisna (2012), semakin tinggi persentase serat yang digunakan, maka densitas papan semakin kecil, sedangkan daya serap air papan semakin besar. Hal ini sama halnya dengan penggunaan batok kelapa sebagai bahan campuran *paving block*.

Semakin banyak serbuk tempurung kelapa yang ditambahkan, maka fraksi volume seratnya semakin besar. Pada setiap sampel komposit dengan volume total yang sama, seiring dengan makin banyaknya serbuk tempurung kelapa yang ditambahkan maka komposit akan semakin ringan dibandingkan dengan poliester murni tanpa penambahan serat. Hal ini disebabkan perbedaan densitas yang cukup besar antara serbuk tempurung kelapa dan poliester. Serbuk tempurung kelapa memiliki densitas $0,65 \text{ kg/liter}$ sedangkan poliester murni memiliki densitas sebesar $1,21 \text{ kg/liter}$. Maka semakin banyak serbuk tempurung kelapa yang ditambahkan, fraksi volume serat akan semakin besar dan berbanding terbalik dengan menurunnya berat dari komposit (Sijabat, et al.

2013).

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Penggunaan limbah plastik dan batok kelapa sebagai bahan baku pembuatan *paving block* sangatlah bermanfaat selain dapat mengurangi jumlah limbah plastik serta limbah oli, penggunaan limbah tersebut juga dapat sebagai inovasi dari pengolahan limbah yang bermanfaat dan dapat menjadi sumber penghasilan jika di kembangkan dengan baik.
2. Penggunaan limbah plastik dan limbah batok kelapa sebagai bahan baku pembuatan *paving block* kurang baik dikarenakan dari data hasil pengujian semakin banyak limbah batok kelapa yang digunakan maka kualitas dari *paving block* tersebut akan menurun.
3. Dari penelitian ini dianalisa untuk penggunaan limbah batok kelapa terhadap limbah plastik sebaiknya digunakan sedikit saja agar kualitas dari *paving block* tersebut bagus, dan sesuai dengan standar SNI.

Daftar Pustaka

- Agnes Yuanita Bintoro, Arthur Daniel Limantara, S. W. (2018). Halus Dan Agregat Kasar Dari Tempurung Kelapa. *Jurmateks*, 1(1), 160–171.
- Ruben Simatupang. (2016). Studi Eksperimen Analisa Koefisien Gesek Pada Saat Terjadi Fenomena Stick-Slip Friction Pada Reciprocating Contact Pada Saat Terjadi Fenomena Stick-Slip. In Intitut Teknologi Sepuluh November.
- Sijabat, F. I., & Saragih, J. (2013). Komposit Poliester Tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik. 2(4), 31–37.
- Suhartana. (2006). Baku Arang Aktif Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur Di Desa Belor. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa.*, 9(3), 151–156.
- Syukur Sebayang I Wayan Diana, A. P. (2011). Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal. *Jurnal Rekayasa*, 15(2), 139–150.
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., Astuti, A. D., Perencanaan, B., Daerah, P., & Pati, K. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif The Utilization Of Plastic Waste As Raw Material For. XIV(1), 58–67