

Karakteristik Fisis dan Mekanis Genteng Polimer dengan Penambahan Serat Sisal Sebagai Pengisi

Physical and Mechanical Characteristics of Polymeric Rooftile Added with Sisal Fibers as Fillers

Delovita Ginting*, Romi Fadli Syahputra, dan Suci Ramadhani

Received 17 November 2020
Accepted 03 December 2022
Published January 2023

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru 28290, Indonesia

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat genteng polimer menggunakan pengisi serat sisal, pasir dan perekat limbah botol plastik *polyethylene terephthalate* (PET) dan aspal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik sifat fisis dan sifat mekanis genteng polimer dengan melihat pengaruh penggunaan jumlah pengisi yaitu pasir dan serat sisal. Perbandingan massa bahan yang digunakan adalah 10% aspal: 55% PET untuk variabel tetap, sedangkan variabel bebas untuk perbandingan persentase pasir dan serat sisal yaitu GP1 (0:87,5), GP2 (21,87:65,63), GP3 (43,75:43,75), GP4 (65,63:21,87), GP5 (0:87,5). Proses pembuatan dan pencetakan genteng menggunakan metode *hotpress* dengan tekanan 60 bar. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisis yaitu kerapatan, dan daya serap air menggunakan standar ASTM C830-00, sedangkan sifat mekanis meliputi uji kuat lentur dan uji kuat tarik dengan menggunakan standar ASTM D-790. Hasil pengujian menunjukkan bahwa genteng dengan penggunaan 100% pasir menghasilkan genteng yang mudah rapuh atau getas, hal ini dikarenakan pasir memiliki ukuran butir yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan pengisi 100% serat sisal, namun apabila penggunaan serat sisal digabungkan dengan penggunaan pasir dengan persentase komposisi 21,87% pasir : 65,63% serat sisal maka akan menghasilkan genteng polimer yang lebih baik lagi dibandingkan genteng dengan penggunaan 100% serat sisal atau pasir. Hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa genteng polimer yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI baik uji fisis maupun uji mekanis kecuali pada uji tarik.

Abstract. This study aimed to prepare polymer rooftile using residual fiber fillers, sand and adhesives of *polyethylene terephthalate* (PET) plastic bottle waste and asphalt. This study was conducted to determine the characteristics of physical properties and mechanical properties of polymeric tiles by looking at the influence of the use of the amount of filler, namely sand and sisal fibers. The mass ratio of the materials used was 10% asphalt: 55% PET for fixed variables, while the free variables for the ratio of percentage of sand and sisal fiber were GP1 (0:87,5), GP2 (21,87:65,63), GP3 (43,75:43,75), GP4 (65,63:21,87), GP5 (0:87,5). The process of making and printing tiles used the *hot-press* method with a pressure of 60 bar. The characterizations carried out include physical properties, density, and water absorption using the ASTM C830-00 standard, while mechanical properties include bending strength tests and tensile strength tests using the ASTM D-790 standard. The test results showed that rooftile with the use of 100% sand produce tiles that are easily fragile or brittle, this was because sand has a larger grain size compared to the use of filler 100% sisal fiber, but if the use of sisal fiber was combined with the use of sand with a percentage composition of 21.87% sand: 65.63% sisal fiber it would produce even better polymer rooftile than rooftile with the use of 100% sisal fiber or sand. The test results could be concluded that the polymeric tiles prepared herein have met the ASTM standards, both in terms of the physical and mechanical properties, except the tensile property.

Keywords: Polymeric rooftile, sisal fiber, *Polyethylene terephthalate* (PET)

Pendahuluan

Genteng polimer merupakan salah satu genteng yang banyak dikembangkan karena memiliki keunggulan antara lain fleksibel, ringan dan mudah dipasang (Milawarni, 2013). Genteng jenis lain memiliki kekurangan seperti genteng seng yang mudah berkarat dan genteng tanah liat yang berat dan mudah berlumut, sehingga genteng polimer dapat dijadikan alternatif yang dapat menutupi kekurangan dari kedua genteng tersebut (Romanova, 2017). Genteng berbasis polimer yaitu genteng aspal atau bitumen. Penggunaan genteng aspal di Indonesia masih sangat sedikit karena pembuatannya menggunakan bahan

yang relatif mahal yaitu aspal dan pasir yang merupakan sumber daya alam yang sangat terbatas (Milawarni, 2013).

Alternatif yang diperlukan untuk mengubah dan mengganti bahan baku genteng polimer dengan material yang lebih murah, namun memiliki kualitas yang baik salah satunya dengan menambahkan serat alam (Yusniyanti, 2019). Penggunaan serat alam sebagai pengisi untuk mengurangi komposisi pasir, karena serat alam memiliki kandungan selulosa tinggi yang berfungsi sebagai penguat dan mampu meningkatkan kuat tarik, menambah ketahanan retak terhadap genteng polimer yang dihasilkan (Malkapuram, 2009). Penelitian sebelumnya yang memanfaatkan serat alam sebagai bahan

baku dalam pembuatan genteng polimer antara lain Rambe (2016) menggunakan serat ampas tebu, Yusniyanti (2019) menggunakan serat panjang sabut kelapa, serta Milawarni (2013) menggunakan serat sabut kelapa. Salah satu serat alam yang memiliki potensi selain serat ampas tebu dan serat sabut kelapa yang digunakan sebagai pengisi adalah serat sisal.

Sisal (*Agave Sisalana*) merupakan tanaman yang mengandung lignoselulosa yang memiliki sifat fisik yang baik sehingga berpotensi sebagai bahan baku pengisi genteng polimer. Komposisi kimia serat sisal telah dikaji oleh beberapa peneliti antara lain, Hulle (2015) yang melaporkan bahwa sisal mengandung 68-80% selulosa, 15% hemiselulosa, 5-17% lignin, dan 0.26% wax. Adapun menurut Joseph (1996), melaporkan bahwa sisal mengandung 85% - 88% selulosa. Aplikasi penggunaan serat sisal sudah banyak dilakukan, contohnya untuk bidang keamanan seperti pada rompi anti peluru, pada industri otomotif digunakan sebagai penguat 'body' yang berfungsi sebagai pengaman dari terjadinya benturan benda keras, dan bidang konstruksi.

Usaha lain untuk mengurangi komposisi aspal sebagai bahan baku pembuatan genteng polimer yaitu dengan menggunakan polimer lain yang jumlahnya berlimpah yaitu limbah plastik. Pengurangan aspal dikarenakan aspal harganya mahal dan sulit didapat. Penggunaan limbah plastik sudah banyak digunakan sebagai perekat untuk bahan struktur bangunan. Penelitian sebelumnya melaporkan limbah PET dapat digunakan sebagai pengganti untuk polimer baru membawa peningkatan yang signifikan dalam sifat termal dan mekanik dari komposit polimer (Afgan, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mempersiapkan genteng polimer yang berbahan baku serat sisal, aspal, pasir, dan PET yang bersifat ramah lingkungan dan mudah diperbarui. Proses pembuatan genteng polimer menggunakan metode *hot-press* pada suhu 100 °C. Genteng polimer yang dibuat akan diuji karakteristik sifat fisis (kerapatan, porositas dan daya serap air) dan sifat mekanisnya (uji lentur dan uji tarik).

Metodologi

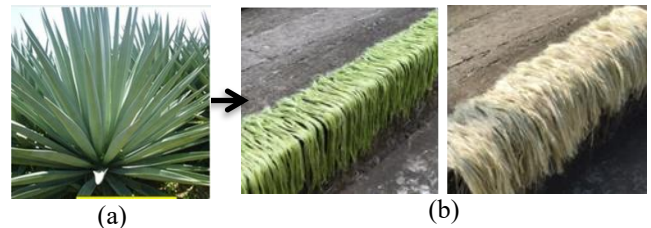
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beaker glass*, neraca digital, spatula, ayakan 100 Mesh, cetakan plat besi berukuran 20 cm × 15 cm × 2 cm, *hot plate*, wadah kaleng, *hot-press*, *Universal testing machine* (Hung Ta HT-8503), jangka sorong, pisau, penggaris, gelas ukur 1000 mL, botol reagen 500 mL, gerinda, mesin amplas, dan *grinding machine*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat sisal, pasir, limbah botol plastik *polyethylene terephthalate* (PET), dan aspal.

Preparasi Serat Sisal

Daun sisal diambil dari perkebunan sisal di Blitar kemudian dimasukkan ke dalam mesin dekortikator untuk memisahkan serat dan ampasnya. Proses pemisahan serat

dari daun sisal menjadi dapat dilihat pada Gambar 1. Setelah itu, serat sisal dicuci dengan akuades untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada serat, kemudian serat dijemur di bawah sinar matahari selama 24 jam. Setelah itu serat direndam dengan larutan NaOH 5% selama 2 jam untuk menghilangkan zat lignin yang terkandung dalam serat sisal, selanjutnya serat dicuci bersih menggunakan akuades. Kemudian serat dikeringkan di bawah sinar matahari selama 24 jam. Selanjutnya serat sisal dihaluskan menggunakan grinding machine. Kemudian serat sisal disaring menggunakan ayakan 100 mesh.



Gambar 1 Daun sisal (a) and serat sisal (b) yang telah dipisahkan dari ampasnya

Preparasi Botol Plastik

Jenis plastik yang digunakan yaitu botol mineral bekas dengan kode PET. Persiapan yang harus dilakukan adalah plastik merek yang melekat pada botol plastik dilepaskan dan botol plastik dibelah menjadi 4 bagian. Kemudian plastik PET direndam menggunakan air sabun selama 30 menit, setelah itu disikat untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada plastik PET tersebut. Selanjutnya, plastik PET ditiriskan dan dijemur di panas matahari sampai kering. Plastik PET yang telah kering kemudian di potong-potong menjadi bagian-bagian kecil yang berukuran 1 cm.

Preparasi Pasir Sungai

Pasir yang digunakan sebagai pengisi genteng yaitu pasir sungai yang berada di Kampar. Pasir yang telah diambil kemudian dikeringkan lalu diayak menggunakan ayakan 100 Mesh.

Proses Pencetakan Sampel

Tahapan pertama yang harus dilakukan sebelum pembuatan genteng polimer yaitu semua bahan dilakukan penimbangan terlebih dahulu sesuai dengan komposisi bahan yang dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah itu menggunakan hot plate pada suhu 100°C, platik PET ditimbang sesuai dengan komposisi bahan yang ditetapkan kemudian dicampur ke dalam satu wadah yang sama. Selanjutnya diaduk menggunakan spatula sampai tercampur rata. Kemudian pasir dan serat sisal ditambahkan ke dalam campuran aspal dan botol plastik dan diaduk menggunakan spatula dengan suhu pemanasan 100°C selama 10 menit, bahan yang telah tercampur kemudian dituang ke dalam cetakan besi yang telah dilapisi aluminium foil berukuran 20 cm × 15 cm × 2 cm, selanjutnya bahan yang berada dicetakan kemudian

ditekan menggunakan hot press dengan tekanan 60 bar selama 30 menit, setelah itu cetakan didiamkan selama 1,5 jam. Kemudian sampel yang telah jadi didiamkan selama

5 hari untuk dilakukan pemotongan sampel. Setelah itu sampel siap dilakukan pengujian.

Tabel 1 Komposisi bahan genteng polimer

Sampel	Aspal (%)	PET (%)	Pasir (%)	Serat Sisal (%)	Massa Aspal (g)	Massa PET (g)	Massa Pasir (g)	Massa Serat sisal (g)
GP1	10	55	0	35	25	137,5	0	87,5
GP2	10	55	8,75	26,25	25	137,5	21,87	65,63
GP3	10	55	17,5	17,5	25	137,5	43,75	43,75
GP4	10	55	26,25	8,75	25	137,5	65,63	21,87
GP5	10	55	35	0	25	137,5	87,5	0

Uji Kerapatan (Density Test)

Pengujian kerapatan dilakukan untuk mengetahui kerapatan dari genteng polimer. Uji kerapatan pada genteng polimer dilakukan dalam keadaan kering dengan ukuran masing-masing sampel yaitu 5 cm × 5 cm. Nilai kerapatan pada genteng dapat ditentukan dari volume genteng dan dihitung menggunakan Persamaan 1.

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

dimana : ρ = massa jenis zat (g/cm^3), m = massa benda uji (g), dan V = volume benda uji (cm^3)

Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui besarnya persentase air yang diserap oleh masing-masing sampel yang telah direndam selama 24 jam. Pengujian ini mengacu pada ASTM C830-00. Perhitungan uji daya serap air menggunakan Persamaan 2.

$$WA (\%) = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100 \quad (2)$$

Dimana: WA = daya serap air (%), M_j = massa benda uji sesudah perendaman (g), dan M_k = massa benda uji sebelum perendaman (g)

Uji Lentur

Sampel uji berbentuk persegi panjang disesuaikan dengan standar ASTM D-790. Pengujian kekuatan lentur dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan polimer terhadap pembebanan. Menghitung nilai kuat lentur dapat menggunakan Persamaan 3.

$$UFS = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3)$$

Dimana: UFS Kuat lentur (N/cm^2), P = Beban yang diberikan (N), dan L = Jarak sangga (cm)

Uji Tarik

Kuat tarik merupakan kemampuan suatu material menahan suatu beban dan mengalami deformasi.

Pengujian kuat tarik bertujuan untuk mengetahui regangan, tegangan, modulus elastisitas bahan dengan cara memberikan beban tarik secara perlahan sampai genteng polimer mengalami putus. Perhitungan kuat tarik dapat menggunakan Persamaan 4.

$$\sigma_f = \frac{P_f}{A} \quad (5)$$

Dimana: σ_f = Kekuatan tarik bahan (kgf/mm^2), P_f = Tegangan maksimum (kgf), dan A = Luas penampang mula-mula (mm^2).

Uji Morfologi SEM (Scanning Electron Microscope)

Uji SEM dilakukan untuk melihat struktur morfologi permukaan dari sampel genteng polimer (Nugroho, 2017). Gambar SEM dianalisa menggunakan *software* imageJ guna untuk melihat ukuran partikel yang ada pada pori/partikel genteng polimer. *Flowchart* tahapan analisis analisis mikrogafi SEM genteng polimer dengan *software* imageJ dapat dilihat pada Gambar 2.

Hasil Penelitian

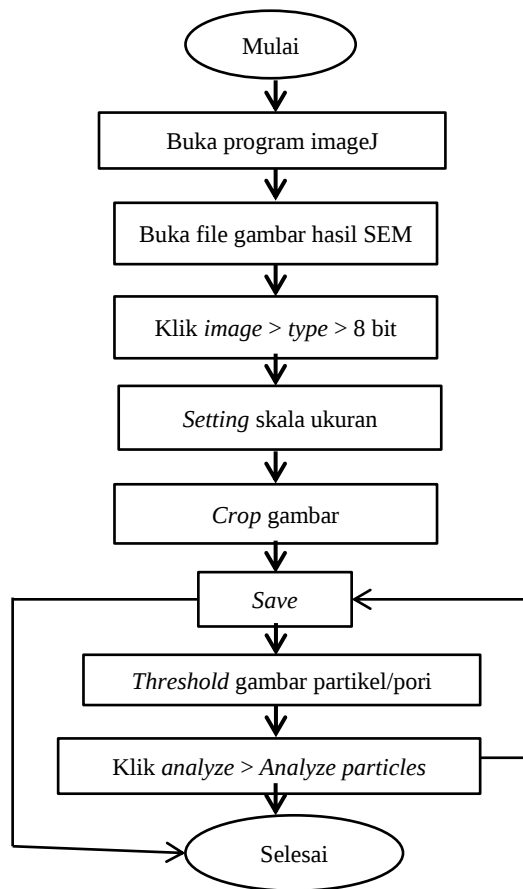
Hasil Uji Kerapatan

Pengujian kerapatan tidak masuk dalam parameter uji genteng polimer sesuai SNI 0096: 2007 tetapi tetap dilakukan untuk melihat pengaruh nilai kerapatan pada genteng terhadap nilai daya serap air yang dihasilkan genteng polimer. Pengujian sampel ini dihitung menggunakan standar pengujian ASTM C 830-00 dan dilakukan tiga kali pengulangan. Hasil dari pengujian kerapatan dapat dilihat pada Gambar 3.

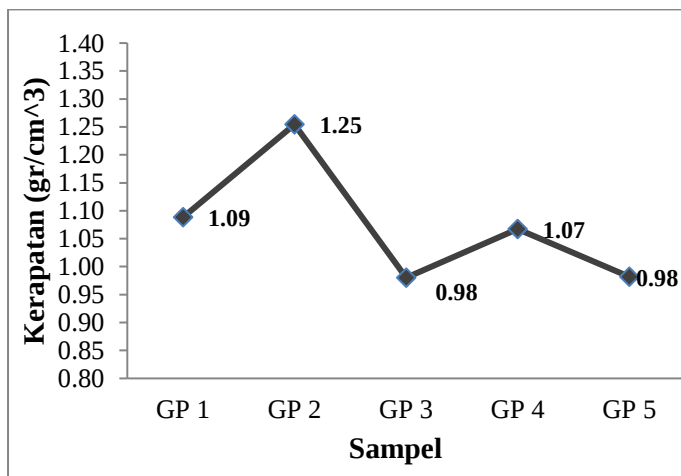
Gambar 3 memperlihatkan hubungan nilai kerapatan dengan komposisi serat sisal yang digunakan. Sampel yang mempunyai nilai kerapatan yang paling tinggi adalah GP2 dengan nilai kerapatan sebesar 1,2543 g/cm^3 sedangkan nilai kerapatan terendah terdapat pada GP5 sebesar 0,9819 g/cm^3 .

Penambahan serat sisal pada komposisi pembuatan genteng polimer mempengaruhi nilai kerapatannya. Nilai kerapatan dapat terlihat pada GP1 dengan perbandingan komposisi 0% pasir: 87,5% serat sisal dan GP5 dengan perbandingan 87,5% pasir: 0% serat sisal, bahwa GP1 memiliki nilai kerapatan lebih tinggi

dibandingkan GP5. Hal ini dikarenakan GP1 memiliki jumlah serat sisal yang lebih banyak dan memiliki ukuran butir yang lebih kecil dibandingkan pasir sehingga mampu menutupi rongga yang ada pada genteng polimer.



Gambar 2 Flowchart tahapan analisis mikrofafi SEM genteng polimer dengan Software ImageJ



Gambar 3 Hubungan kerapatan dengan komposisi serat sisal

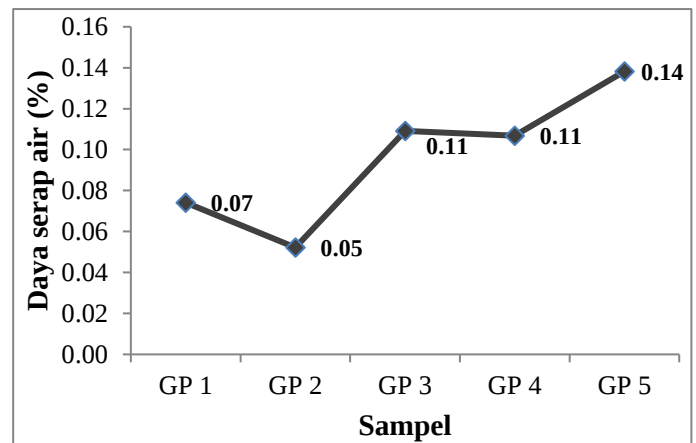
Hasil Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air bertujuan untuk mengetahui kemampuan genteng polimer dalam menyerap air selama perendaman di dalam air selama 24 jam. Pengujian ini

mengacu pada standar ASTM C 830-00 dan dilakukan dengan 3 kali pengulangan.

Gambar 4. memperlihatkan pengaruh komposisi serat sisal terhadap nilai daya serap air pada genteng polimer. Nilai penyerapan terkecil berada pada genteng polimer dengan GP2 dengan perbandingan 21,87% pasir : 65,63% serat sisal yaitu sebesar 0,052 % dan nilai penyerapan tertinggi berada pada genteng dengan sampel 5 dengan perbandingan 65,63% serat sisal : 21,87% pasir yaitu sebesar 0,138%.

Nilai daya serap air sebanding dengan nilai porositas genteng polimer. Nilai porositas yang kecil akan menghasilkan nilai daya serap air yang kecil juga. Pembuatan genteng menggunakan serat sisal yang lebih banyak daripada pasir mampu menghasilkan nilai daya serap yang kecil dibandingkan genteng tanpa penambahan serat sisal.



Gambar 4 Hubungan Daya Serap Air dengan Komposisi Serat Sisal

Hasil Uji Lentur

Uji lentur dilakukan untuk mengetahui kekuatan genteng polimer apabila terjadi pembebanan secara perlahan terhadap genteng. Pengujian kuat lentur telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai kuat lentur genteng polimer pada penelitian ini yaitu 0 Mpa – 2,77 MPa.

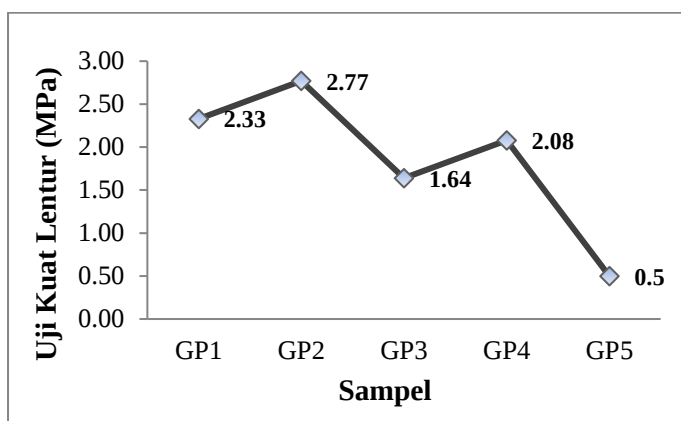
Nilai kuat lentur pada GP1 dengan perbandingan 0% pasir: 87,5% serat sisal lebih tinggi sebesar 2,33 MPa dibandingkan GP5 dengan perbandingan 87,5% pasir: 0% serat sisal dengan nilai sebesar 0 MPa, hal ini dikarenakan pada genteng GP5 menggunakan 100% pasir sehingga genteng yang dihasilkan getas atau rapuh dan tidak dapat menahan beban yang diberikan saat dilakukan pengujian. Nilai uji lentur pada penelitian ini lebih baik dibandingkan dengan penelitian Rambe (2016) dengan nilai uji lentur sebesar 0,012 MPa dan penelitian Fawaid (2014) dengan nilai uji lentur sebesar 2,27 Mpa.

Hasil Uji Kuat Tarik

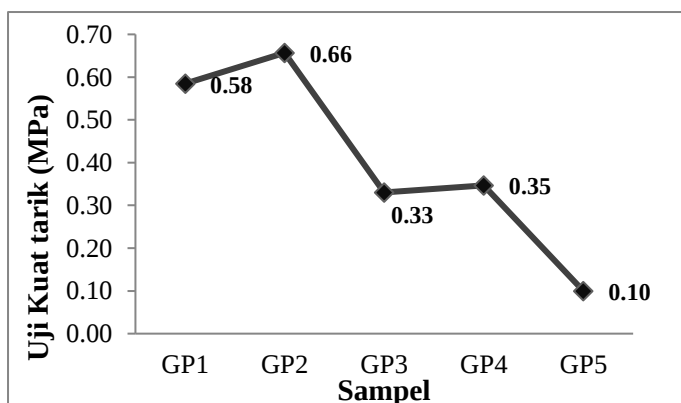
Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui elastisitas sampel dengan cara memberikan beban tarik secara perlahan sampai sampel genteng putus. Pengujian kuat

tarik telah dilakukan dan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. menunjukkan hubungan nilai kuat tarik genteng polimer dengan serat sisal sebagai pengisi. Sampel genteng yang mempunyai nilai kuat tarik tertinggi adalah GP2 dengan perbandingan komposisi 21,87% pasir: 65,63% serat sisal dengan nilai sebesar 0,66 Mpa, sedangkan nilai kuat tarik terendah adalah GP 5 dengan perbandingan komposisi 87,5% pasir: 0% serat sisal sebesar 0 Mpa.



Gambar 5 Hubungan nilai kuat lentur genteng polimer dengan komposisi serat sisal



Gambar 6 Hubungan nilai kuat tarik genteng polimer dengan komposisi serat sisal

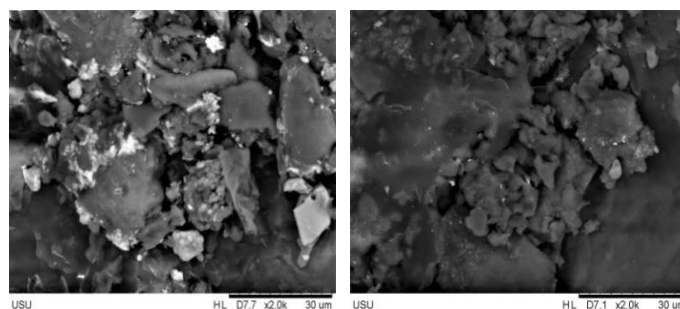
Hasil Uji SEM (Scanning Electron Microscope)

Uji SEM dilakukan untuk melihat struktur morfologi permukaan dari sampel genteng polimer (Nugroho, 2017). Analisis menggunakan imageJ diperoleh luas pixel GP1 sebesar 6978,700 dan GP5 sebesar 700,084.

Hasil uji SEM tersebut didapati bahwa GP1(Sisal) memiliki pori permukaan yang lebih kecil sekitar 2,1% dibandingkan dengan GP5 (Pasir) dengan persentase 2,8%. Hasil kerapatan menunjukan bahwa permukaan GP1 lebih rapat dengan daya serap air yang lebih rendah dibandingkan dengan GP5 yang memiliki daya serap air yang tinggi.

Genteng dengan daya serap air yang tinggi akan menghasilkan genteng dengan bobot yang lebih berat dan tidak tahan lama hal ini tidak sesuai dengan syarat mutu SNI 0096:2007, sedangkan genteng yang memiliki rongga

lebih sedikit memiliki daya serap air yang rendah sehingga menghasilkan genteng polimer yang ringan dan tahan lama. GP1 jauh lebih kuat dibandingkan GP5 dikarenakan GP5 memiliki pori yang lebih sedikit dan struktur yang lebih kompak.



a. Pasir

b. Sisal

Gambar 7 Morfologi SEM pada a. GP1 (pasir) dan GP5 (sisal) dengan pembesaran 2.0k×.

Kesimpulan

Pembuatan genteng polimer dengan bahan baku serat sisal, botol plastik PET, pasir dan aspal telah berhasil dipreparasi. Penggunaan serat dan pasir sebagai pengisi mampu meningkatkan sifat fisis dan sifat lentur jika jumlah serat sisal yang digunakan lebih banyak daripada pasir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa genteng yang mempunyai hasil paling optimum adalah genteng dengan perbandingan variabel bebas 21,87% pasir : 65,63% serat sisal pada GP2 dengan nilai kerapatan 1,2543 g/cm³, porositas 0,065%, daya serap air 0,052%, uji lentur 2,77 MPa, dan uji tarik 0,66 Mpa.

Pengujian fisis pada penelitian ini yang meliputi uji kerapatan, porositas, dan daya serap air telah memenuhi SNI 0096:2007. Pengujian mekanis pada penelitian ini yang meliputi uji lentur telah memenuhi SNI 2095:1998 sedangkan pada uji tarik belum memenuhi ASTM D 638 03.

Referensi

- Afgan, S., Ullah, N., Sulaiman, M., Ali, I., Iqbal, T., Younas, M., & Rezakazemi, M. (2022) High strength insulating polymeric composite based on recycled/virgin polyethylene terephthalate (PET) reinforced with hydrous magnesium silicate (talc). *Journal of Materials Research and Technology*. 21(1):3579-3593.
- ASTM C 830-00. Standard Test Methods for Apparent Porosity, Liquid Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Refractory Shas by Vacuum Pressure. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM D 790-10. Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials
- Baloyi, Rivalani B., Sizo Ncube., Mufaro Moyo., Londiwe Nkiwane., and Pethile Dzingai (2021) Analysis of the

- Properties of a Glass/Sisal/Polyester. *Composite Scientific Reports* 11(1):1–11.
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012) Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010 *Progress in polymer science*. 37(11):1552-1596.
- Fawaid, M. (2014) Penggunaan Serbuk *Ipomoea Carnea* Pada Proses Pembuatan Alternatif Bahan Genteng Komposit. *IENACO (Industrial Engineering National Conference)* 2(1):257-264.
- Hulle, Ashish, Pradyumkumar Kadole, & Pooja Katkar. (2015) Agave Americana Leaf Fibers. *Fibers*. 3(1):64–75.
- Joseph, Kuruvilla, Sabu Thomas., & C. Pavithran (1996) Effect of Chemical Treatment on the Tensile Properties of Short Sisal Fibre-Reinforced Polyethylene Composites. *Polymer*. 37(23):5139–49.
- Lubis, H. A., Sembiring, K., dan Achiruddin (2013) Analisis dan Pembuatan Genteng Polimer dengan Memanfaatkan Limbah Karet Industri Serta High Density Polyethylene (HDPE) Bekas. *Saintika Fisika*. 2(1):1-5.
- Malkapuram, Ramakrishna, Vivek K., & Yuvraj Singh Negi (2009) Recent Development in Natural Fiber Reinforced Polypropylene Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*. 28(10):1169–89.
- Massijaya, M. Y. (2005) Pengembangan Papan Komposit Berkualitas Tinggi Dari Sabut Kelapa Dan Plastik Polipropilen Daur Ulang. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*. 18(2):91-101.
- Milawarni (2013) Pembuatan Genteng Komposit Polimer dari Campuran Polypropilena, Aspal, Pasir dan serat panjang Sabut Kelapa. *Jurnal Portal*. 5(1):8-15.
- Mujiarto & Iman (2005) Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif. *Traksi*. 3(2):65–74.
- M. Waikambo. (2015) Chemical Modificationn of Hemp, Sisal, Jute, and Kapok Fibers by Alkalization. *Journal of Applied Polymer science*. 84(12):2222-2234.
- Nugroho, F., (2017) Pengaruh Kandungan Partikel Serbuk Genteng Sokka Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Impak Pada Komposit Bermatriks Epoxy. *In Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*. 3(1):21-28.
- Rambe, Mis Ariska AJ, Fiqih Fauzi., and Siti Khanifa. (2016) Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Limbah Serat Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) Sebagai Bahn Baku Genteng Elastis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 5(2):61-74.
- Badan Standardisasi Nasional. (2007). Genteng Beton. SNI 0096.
- Romanova, I., & Skanavi, N. (2017). The selecting of roofing material for pitched roofs by the analytic hierarchy process. *In MATEC Web of Conferences*. 117(1):1-6.
- Wardani, L., Massijaya, M.Y., and Machdie, M.F. (2013). Utilization of Petiole Oil Palm Wates an Recycled Polyopylene as Raw Materials. *Jurnal Hutan Tropis*. 1(1):46-53.
- Widyawati, Fauzi. (2020) Pemanfaatan Serat Sisal (Agave Sisalana L.) Dan Limbah Plastik Pet Untuk Pembuatan Bata Ringan Clc (Cellular Lightweight Concrete). *Jurnal Tambora*. 4(1):21–25.
- Yudhanto, Ferriawan, Andika Wisnujati, & Kusmono (2016) Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Dan Wettability Serat Alam Agave Sisalana Perrine. *Prosiding Seminar Nasional XI Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi*. 11(1):318–323.
- Yusniyanti, Erna, & Abdullah Irwansyah. (2019) Analisa Sifat Mekanik Genteng Komposit Polimer Dari Penambahan Serat Panjang Sabut Kelapa. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. 3(1):103–8.