

Karakterisasi Sifat Tarik Komposit Polipropilen dengan Penguat Serat Kenaf dan CaCO_3

Rahmawanto^a, Harini Sosiati^b, Cahyo Budiyanoro^c

^a Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
e-mail: wawan.rh11@gmail.com

^{b,c} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
e-mail: hsosiati@ft.umy.ac.id, cahyo_budi@umy.ac.id

Abstract

Composite is a material made of two or more different materials with different properties in which they are not dissolving each other. Kenaf fibers reinforced polypropylene (PP) composite is used in automotive applications such as for set and door trim products. This research aims to produce the PP composite with three kinds of reinforcing materials: i.e. raw kenaf, alkalized kenaf and mixed kenaf and CaCO_3 powder, and to compare the effect of alkalization and the addition of CaCO_3 on the tensile properties of the composites.

The kenaf/PP composites were fabricated using a hot press machine at 161-166°C and 25-30 kg/cm³ with the fiber content of 30% (w/w) and a fiber length of 6 mm. Ten (10%) CaCO_3 was also added into the kenaf/PP composite. Before composite fabrication, kenaf fibers were alkalized by soaking the fibers in 6% NaOH solution at room temperature for 4 h. CaCO_3 powder used in this work was sieved with a 200 mesh sieve. The composite specimens were tensile tested and tensile test specimen was prepared according to ASTM D638-02. The tensile fracture surface was characterized by scanning electron microscopy (SEM). An optical microscope was used for characterizing the fiber distribution from cross-section view.

The results showed that tensile properties are 46.82 MPa (tensile strength), 0.17 (tensile strain) and 458.77 MPa (tensile modulus) for raw kenaf/PP composite, 54.99 MPa (tensile strength), 0.18 (tensile strain) and 577.36 MPa (tensile modulus) for alkalized kenaf/PP composite and 42.46 MPa (tensile strength), 0.17 (tensile strain) and 424.74 MPa (tensile modulus) for CaCO_3 -kenaf/PP composite. Bonding strength between the fiber and the matrix and fiber distribution within the matrix due to alkalization is better than by the addition of CaCO_3 . These lead to be the higher tensile strength of alkalized kenaf/PP composite than that of CaCO_3 -kenaf/PP composite.

Keywords: kenaf fiber, polypropylene, CaCO_3 , composite, tensile properties, SEM

1. PENDAHULUAN

Teknologi dewasa ini mengalami perkembangan yang pesat, contohnya penggunaan material komposit diberbagai bidang diantaranya otomotif, kedokteran, industri, dan konstruksi bangunan. Material komposit dipilih karena memiliki beberapa kelebihan yaitu relatif ringan, murah, kuat, pembuatannya mudah, tahan terhadap korosi, dan ketersediaan bahan baku yang melimpah di alam. Material yang banyak digunakan pada bidang otomotif adalah serat sintesis (*syntetic fiber*) dan serat alam (*natural fiber*). Serat alam memiliki banyak kelebihan yaitu ringan (*lightweight*), terbarukan (*renewable*), tersedia melimpah dialam, kekuatan mekanik cukup tinggi, dan dapat terdegradasi secara alami (*biogradable*) sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Sedangkan serat sintesis lebih kuat dari serat alam namun serat sintesis dinilai kurang ramah lingkungan.

Pesatnya perkembangan dunia otomotif menjadikan pelaku industri berlomba-lomba dalam mencari trobosan yang terbaik, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan tetap efisien. Untuk itu dikembangkan material komposit yang berasal dari serat alam, yang salah satunya serat kenaf. Tanaman kenaf (*Hibicus cannabinus L*) merupakan tanaman herbal yang kulit

batangnya menghasilkan serat. Serat yang dihasilkan adalah serat alam yang ramah lingkungan dan tanaman kenaf mampu menyerap CO₂ [1]. Menurut Sudjindro serat kenaf memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan dapat dijadikan sebagai bahan pengemas, karpet, tekstil, *geo-textile*, *fibre-drain*, *hardboard*, *interior* mobil, dan komposit. Salah satu contoh di dunia otomotif saat ini yaitu pengembangan serat kenaf sebagai bahan pembuatan mobil *hybrid* karena dianggap lebih ramah lingkungan dan mampu menghemat energi. PT Toyota Boshoku Indonesia (PT TBINA) menggunakan serat kenaf sebagai bahan baku untuk pembuatan produk berupa *set* dan *door trim*. Tanaman kenaf dapat mengikat CO₂ dengan baik, sehingga mampu mengurangi polusi udara dan dengan penanaman kenaf dalam jumlah banyak dapat mengurangi pemanasan global [2]. Penelitian yang dilakukan oleh Akil dkk, menunjukkan bahwa komposit kenaf/ polipropilen menggunakan variasi serat dalam persen berat (wt%) diperoleh nilai kekuatan tarik yang optimum yaitu pada variasi 30% sebesar 46 MPa dan variasi 40% sebesar 44 MPa [3].

Namun, serat alam memiliki sifat hidrofilik yang cenderung rentan terhadap kelembaban, sedangkan matriks polimer bersifat hidrofobik. Hal ini mengurangi potensi serat alam sebagai penguat polimer, karena ikatan antar muka dengan polimer yang rendah [4]. Ada berbagai macam cara untuk mengatasi lemahnya ikatan tersebut, diantaranya yaitu dengan perlakuan *steam*, *alkali*, dan kombinasi *steam-alkali* [5]. Metode modifikasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode *alkalisasi* yaitu perendaman serat menggunakan 6% NaOH dengan suhu 100°C selama 1 jam. Mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Sosiati dkk, nilai konsentrasi NaOH yang optimum adalah 5-6% [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Edeerozey dkk, yaitu memodifikasi serat kenaf dengan perbandingan konsentrasi larutan NaOH 3% (suhu kamar), 6% (suhu kamar), 6% (perlakuan temperatur), 9% (suhu kamar). Konsentrasi NaOH 6% (suhu 95°C) dan 6% (suhu kamar) didapat peningkatan hasil yang signifikan dibandingkan dengan konsentrasi NaOH 3% (suhu kamar) dan 9% (suhu kamar) [7].

Selain itu, penggunaan CaCO₃ sebagai bahan pengisi komposit polipropilen semakin banyak diteliti karena mudah ditemukan dan harganya murah [8]. CaCO₃ digunakan sebagai bahan pengisi komposit polipropilen dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan tarik komposit. Pada penelitian ini mengacu pada hasil penelitian sebelumnya yaitu pembuatan komposit CaCO₃/polipropilen dengan variasi 10%, 20%, 30% CaCO₃, didapat hasil kekuatan mekanis paling tinggi dengan penambahan CaCO₃ 10% sebesar 24,390 MPa.

Perdana dkk, meneliti tentang pengaruh fraksi volume penguat terhadap kekuatan lentur *green composite* untuk diaplikasikan pada *body* kendaraan. Matriks yang digunakan adalah *resin polyester* sedangkan filler menggunakan serbuk kalsium karbonat (CaCO₃) dan serat ampas tebu (*bagasse*). Fraksi volume serat ampas tebu dan kalsium karbonat adalah 10:20, 15:15 dan 20:10. Fraksi volume filler dan matriks adalah 30:70. Pengujian bending mengacu pada ASTM-790. Hasil uji bending menunjukkan bahwa kekuatan bending komposit berbasis *bagasse* dan kalsium karbonat tertinggi pada fraksi volume penguat 20:10 yaitu sebesar 59,76 MPa [9].

Berdasarkan hasil penelitian diatas, penelitian mengenai komposit polipropilen berpenguat serat alam masih diteliti secara komprehensif untuk mencapai kekuatan mekanik tinggi dengan memahami faktor-faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik komposit. Pada penelitian ini telah dibuat komposit polipropilen berpenguat serat kenaf dengan panjang serat 6 mm dan kandungan serat 30 % menggunakan orientasi serat acak.

Pada penelitian ini telah dibandingkan perlakuan alkali terhadap permukaan serat kenaf dan penambahan CaCO₃ untuk meningkatkan sifat tarik komposit polipropilen. Perubahan nilai sifat tarik komposit dianalisis dari struktur mikro hasil patahan uji tarik menggunakan *scanning electron microscope* (SEM).

2. METODE

2.1. Material yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah polipropilen berbentuk lembaran dengan ukuran 17 cm x 2 cm sebagai matriks. Serat kenaf dengan panjang 6 cm sebagai penguat (*reinforcement*) dan kalsium karbonat dengan ukuran partikel 200 mesh sebagai bahan pengisi.

2.2. Pembuatan komposit

Langkah pertama dalam pembuatan komposit adalah menyiapkan bahan-bahan berupa serat kenaf tanpa perlakuan dan serat kenaf yang sudah dialkalisasi dengan panjang serat 6 mm.

Alkalisasi dilakukan selama 4 jam direndam pada larutan NaOH 6%. Siapkan juga serbuk CaCO₃ yang disaring menggunakan ayakan ukuran 200 mesh dan *polypropylene* dipotong sesuai ukuran cetakan yaitu 17 cm x 2 cm. Bahan-bahan tersebut terlebih dahulu ditimbang menggunakan timbangan digital sesuai dengan perhitungan fraksi volume 70:30.

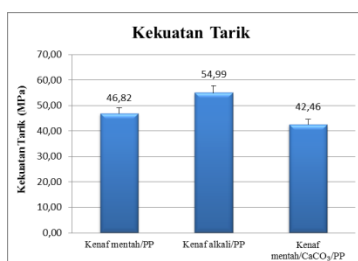
Pembuatan komposit ini menggunakan metode laminate atau *layer* yang terdiri dari 12 lapis *polypropylene* dan 11 bagian serat kenaf/ CaCO₃ yang disusun didalam cetakan dari lapisan pertama yaitu matriks kemudian filler berulang sampai susunan terakhir.

Langkah selanjutnya adalah proses pemanasan menggunakan *hot press* dengan tekanan 25-30 kg/cm² pada suhu 161 - 166°C. Setelah mencapai suhu yang diinginkan kemudian didinginkan menggunakan blower hingga dingin. Langkah terakhir yaitu melepas komposit dari cetakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sifat Tarik Komposit Kenaf Mentah/PP, Kenaf Alkali/PP dan Kenaf Mentah/CaCO₃/PP

3.1.1 Kekuatan tarik komposit kenaf mentah/PP, kenaf alkali/PP dan kenaf mentah/CaCO₃/PP



Grafik 1.1 Kuat tarik komposit dengan variasi bahan penguat

Gambar 1.1 merupakan grafik hubungan kekuatan tarik komposit tertinggi diperoleh dari komposit kenaf alkali/PP sebesar 54.99 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan alkali NaOH 6% selama 4 jam dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit dibandingkan dengan komposit kenaf mentah/PP sebesar 46.82 MPa.

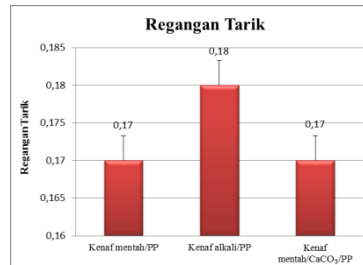
Dari grafik hubungan kekuatan tarik dengan variasi filler yang diperoleh pada penelitian ini, untuk membandingkan dengan penelitian terdahulu mengenai komposit kenaf/PP yang dilakukan oleh Akhtar dkk, yaitu alkalisasi serat kenaf dengan NaOH 6%. Penelitian tersebut menggunakan mesin *injection molding* dengan variasi filler 10, 20, 30 dan 40. Pada penelitian tersebut membandingkan komposit serat mentah dengan komposit serat kenaf alkali. Dari hasil pengujian diperoleh hasil setiap variasi mengalami peningkatan kekuatannya, semakin banyak kandungan serat kenaf alkalisasi yang digunakan semakin meningkatkan kekuatannya. Namun pada variasi dengan kandungan serat kenaf alkali 10% peningkatannya tidak terlalu signifikan. Kekuatan tarik yang diperoleh secara berturut-turut adalah 21.618 MPa, 22.908 MPa, 23.709 MPa, 25.186 MPa [10].

Pada penelitian ini serat kenaf dengan treatment alkali yang berperan sebagai bahan penguat terlihat mempunyai kontribusi yang baik pada komposit polipropilen. Hal tersebut terlihat pada meningkatnya kekuatan tarik yang diperoleh dan analisis foto optik menunjukkan distribusi serat kenaf homogen.

Sedangkan untuk komposit kenaf/PP dengan penambahan CaCO₃ menunjukkan penurunan kekuatannya sebesar 42.46 MPa dibandingkan dengan kekuatan tarik komposit kenaf mentah/PP yaitu sebesar 46.82 MPa. Hasil kekuatan tarik komposit kenaf/CaCO₃/PP dan komposit CaCO₃/PP sama, namun komposit yang dibandingkan memiliki komposisi yang berbeda dan tanpa menggunakan serat kenaf seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Nezhad dkk, yang menyatakan kekuatan tarik komposit polipropilen mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya fraksi volume CaCO₃. Fraksi volume nano-CaCO₃ yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari hasil tersebut diperoleh kekuatan tarik sebesar 36.04 MPa, 35.67 MPa, 34.64 MPa dan 33.80 MPa. Perlu pengkajian ulang dalam penggunaan CaCO₃ sebagai bahan penguat komposit polipropilen baik dalam segi pemilihan CaCO₃, dan treatment CaCO₃ [12].

Pada penelitian ini CaCO_3 yang berperan sebagai bahan pengisi komposit polipropilen/kenaf terlihat mempunyai kontribusi sangat rendah pada komposit hibrida. Hal tersebut terlihat pada hasil kekuatan tarik yang diperoleh yaitu sebesar 42.46 MPa dan dari analisis foto optik dan SEM seperti pada gambar 5 dan 8.

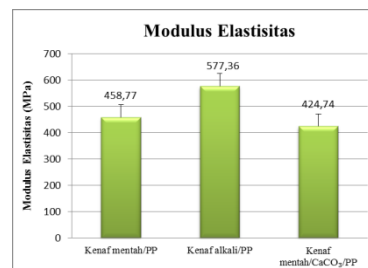
3.1.2 Regangan tarik komposit kenaf/PP/ CaCO_3



Grafik 1.2 Regangan tarik komposit dengan variasi bahan penguat

Gambar 2 menunjukkan nilai regangan tarik kenaf mentah/PP sebesar 0.17, kemudian regangan yang paling tinggi pada komposit kenaf alkali/PP yaitu sebesar 0.18 dan komposit kenaf mentah/ CaCO_3 /PP sebesar 0.17. Dari data regangan tarik tersebut komposit kenaf mentah/PP dan komposit kenaf mentah/ CaCO_3 /PP menunjukkan bahwa regangan yang diperoleh sama.

3.1.3 Modulus elastisitas komposit kenaf/PP/ CaCO_3



Grafik 1.3 Modulus elastisitas komposit dengan variasi bahan penguat

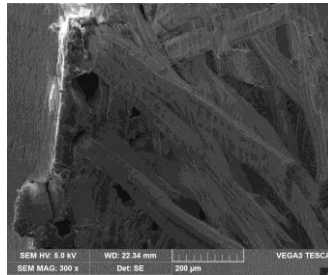
Gambar 1.3 menunjukkan nilai modulus elastisitas yang diperoleh dari uji tarik yang dilakukan. Nilai modulus elastisitas yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang cukup besar, pada komposit kenaf mentah/PP sebesar 458.77 MPa lebih rendah jika dibandingkan dengan komposit kenaf alkali/PP sebesar 577.36 MPa. Komposit kenaf mentah/ CaCO_3 /PP sebesar 424.74 MPa adalah komposit dengan nilai modulus terendah jika dibandingkan dengan komposit kenaf mentah/PP dan komposit kenaf alkali/PP.

Pada penelitian ini nilai modulus yang diperoleh dari komposit kenaf alkali/PP sebesar 577.36 MPa lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Akhtar dkk, nilai modulus komposit kenaf alkalisasi/PP dengan menggunakan mesin *injection molding* dengan fraksi volume 30/70 sebesar 1877.432 MPa. Pada penelitian tersebut semakin banyak fraksi volume serat kenaf yang digunakan maka semakin tinggi modulus yang diperoleh.

Sedangkan pada komposit serat kenaf/PP dengan penambahan CaCO_3 modulus elastisitasnya sebesar 484.20 MPa, jauh lebih rendah dari penelitian yang dilakukan oleh Nezhad dkk. Pada penelitian tersebut diperoleh nilai modulus elastisitas dengan kandungan CaCO_3 10% sebesar 983.94 MPa. Nilai modulus elastisitas yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan CaCO_3 .

3.2 Morfologi permukaan patahan hasil uji tarik

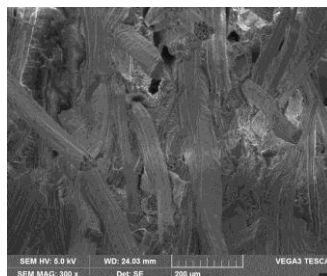
3.2.1 Patahan komposit kenaf mentah/PP



Gambar 1.1 Foto SEM permukaan patahan komposit kenaf mentah/PP

Gambar 1.1 menunjukkan distribusi serat kenaf cenderung bergerombol, hal ini kemungkinan disebabkan oleh proses penyisiran serat yang kurang sempurna sehingga pada saat fabrikasi serat kenaf belum sepenuhnya menjadi serat tunggal. Selain itu, terdapat adanya “*debonding*” dan “*void*”. Kemungkinan juga disebabkan oleh permukaan serat yang masih terdapat kotoran-kotoran yang menghalangi ikatan antar muka serat kenaf dan *polypropylene*, hal ini mengakibatkan terlepasnya serat kenaf dari matriks. *Debonding* disebabkan oleh lemahnya ikatan antara matriks dengan serat kenaf, namun serat kenaf belum tercabut dari matriksnya. *Void* biasanya terjadi karena pada saat pengepresan masih terdapat gelembung-gelembung udara yang terperangkap didalamnya.

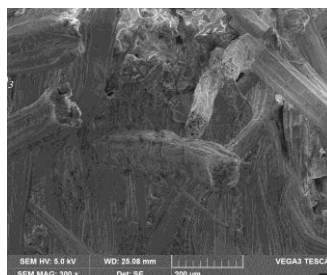
3.2.2 Patahan komposit kenaf alkali/PP



Gambar 1.2 Foto SEM permukaan patahan komposit kenaf alkali /PP

Dibandingkan dengan hasil uji tarik komposit kenaf tanpa perlakuan/PP, nilai kekuatan tarik kenaf alkali/PP lebih tinggi yaitu sebesar 54.99 MPa, walaupun pada penampang patahan komposit kenaf alkali/PP juga terdapat *void*, *fiber pullout*. Pada komposit ini serat kenaf terlihat terpisah satu dengan yang lain tidak bergerombol, namun distribusi secara keseluruhan pada komposit belum sepenuhnya merata, masih terdapat ruang matriks yang belum terisi serat kenaf.

3.2.3 Patahan komposit kenaf mentah/CaCO₃/PP



Gambar 1.3 Foto SEM permukaan patahan komposit kenaf tanpa perlakuan/PP/CaCO₃

Hasil pengujian tarik komposit kenaf mentah/ CaCO_3 /PP seperti pada gambar 1.3, merupakan komposit dengan nilai kekuatan tarik paling rendah yaitu 42.46 MPa. Kemungkinan ini terjadi karena distribusi serat dan CaCO_3 yang tidak merata keseluruh bagian komposit. Faktor lain yaitu adanya gelembung udara (*void*) yang cukup banyak sehingga dapat menurunkan kekuatan tarik. Patahan juga terjadi pada area CaCO_3 yang cenderung saling bertumpukan seperti yang terlihat pada gambar 1.3, sehingga pada area tersebut cenderung lebih awal. Gumpalan CaCO_3 kemungkinan terjadi karena beberapa faktor antara lain yaitu pada proses penyusunan dengan cara penaburan secara manual mengakibatkan CaCO_3 tidak dapat terdistribusi merata ke seluruh bagian komposit.

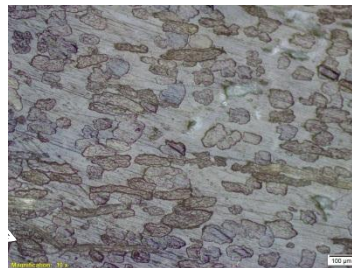
3.3 Hasil Pengujian Optik Permukaan Patahan

Uji optik dilakukan untuk mengkonfirmasi distribusi serat didalam matriks dengan cara mengamati penampang lintang sampel menggunakan mikroskop optik.



Gambar 1.4 Foto optik permukaan patahan komposit kenaf mentah /PP

Gambar 1.4 adalah foto optik distribusi serat mentah. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa distribusi serat dan matriks kurang merata, akan tetapi pada ruang matriks hampir sepenuhnya terisi serat. Hasil optik ini berbanding lurus dengan hasil analisa SEM, sehingga dapat menguatkan hasil pengujian tarik komposit serat kenaf mentah/PP ini memiliki kekuatan tarik yang relatif tinggi yaitu sebesar 46.82 MPa.



Gambar 1.5 Foto optik permukaan patahan komposit kenaf alkali/PP

Gambar 1.5 merupakan hasil uji optik patahan komposit kenaf alkali/PP. Pada komposit ini distribusi serat kenaf terlihat merata (homogen), dimana matriks terisi oleh serat kenaf. Hal ini terbukti mampu menaikkan kekuatan tarik dan kekuatan tarik yang diperoleh paling tinggi dibandingkan dengan komposit kenaf mentah/PP yaitu sebesar 55.018 MPa. Namun, pada komposit kenaf alkali/PP juga terdapat *void* yang seperti pada komposit kenaf mentah/PP dan kenaf mentah/ CaCO_3 . Hal ini kemungkinan terjadi karena gelembung udara yang terjebak pada waku pengepresan.



Gambar 1.6 Foto optik permukaan patahan komposit kenaf mentah/PP/ CaCO_3

Gambar 1.6 menunjukkan hasil foto optik. Hasil ini terlihat bahwa distribusi serat kenaf tidak merata. Hasil ini sama dengan analisa foto SEM bahwa distribusi serat yang tidak merata, hal ini kemungkinan yang menyebabkan kekuatan tarik yang diperoleh lebih kecil dari komposit kenaf mentah/PP yaitu sebesar 42.46 MPa.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

- a) Komposit *polypropylene* dengan penguat serat kenaf dan dengan penambahan CaCO_3 telah dibuat menggunakan perbandingan serat/matriks 30:70. Kekuatan paling tinggi diperoleh pada komposit kenaf alkali/PP dengan nilai kekuatan tarik sebesar 54.99 MPa, nilai regangan tarik 0.18 dan nilai modulus elastisitas sebesar 577.36 MPa.
- b) Hasil uji tarik dan analisis SEM komposit polipropilen dengan penguat serat kenaf dan CaCO_3 menunjukkan bahwa perlakuan alkali terhadap permukaan serat terbukti mampu meningkatkan ikatan serat dan distribusi serat lebih homogen, sehingga kekuatannya juga mengalami peningkatan dibanding dengan serat kenaf tanpa perlakuan. Sedangkan untuk komposit kenaf/ CaCO_3 /PP kuat tariknya rendah.

REFERENCES

- [1] Natasa, A. A., dan Zuhry, E. Pertumbuhan dan Kandungan Serat Beberapa Varietas Kenaf (*Hibiscus Cannabinus* L). Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau, 3(2), 1-7.
- [2] Miyagawa dan Tranggono. 2015. Kebutuhan Serat Kenaf Sebagai Bahan Baku Industri PT TBINA. 54-57.
- [3] Akil, H., Omar, M. F., Mazuki, A. A. M., Safiee, S. Z. A. M., Ishak, Z. M., and Bakar, A. A. 2011. *Kenaf fiber reinforced composites: A review*. Materials & Design, 32(8), 4107-4121.
- [4] Saba, N., M. Jawaid, M., Alothman, O. Y., Inuwa, I. M and Hassan, A. 2017. *A Review On Potential Development Of Flame Retardant Kenaf Fibers Reinforced Polymer Composites*. Polymers for Advanced Technologies, 28(4), 424-434.
- [5] Sosiati, H., Wijayanti, D. A., and Widyorini, R. 2014. *Properties of the treated kenaf/polypropylene (PP) composites*. In Advanced Materials Research (Vol. 896, pp. 566-569). Trans Tech Publications.
- [6] Sosiati, H, Pratiwi, dan D, A, Wijayanti. 2015. *The Influence of Alkali Treatments on Tensile Strength and Surface Morphology of Cellulose Microfibrils*. In Advanced Materials Research (Vol. 1123, pp. 147-150).Trans Tech Publications.
- [7] Edeerozey, A. M., Akil, H. M., Azhar, A. B., and Ariffin, M. Z. (2007). *Chemical modification of kenaf fibers*. Materials Letters, 61(10), 2023-2025.
- [8] Diharjo, Kusharjanta, B., Tarigan, R. A. P., and Andhika, A. R. 2013. Pengaruh Kandungan Dan Ukuran Serbuk Genteng Sokka Terhadap Ketahanan Bakar Komposit Geopolimer. Rekayasa Mesin, 4(1), 27-34.
- [9] Perdana, M. (2016). Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekuatan Lentur Green Composite Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan. Jurnal Ipteks Terapan, 9(4).
- [10] Akhtar, M. N., Sulong, A. B., Radzi, M. F., Ismail, N. F., Raza, M. R., Muhamad, N., & Khan, M. A. 2016. *Influence of alkaline treatment and fiber loading on the physical and mechanical properties of kenaf/polypropylene composites for variety of applications*. Progress in Natural Science: Materials International, 26(6), 657-664.