

Analisis Uji Tarik dan Impak Pada Komposit Sekam Padi Perlakuan NaOH dan Pengisi Plastik Polypropylene (PP) dengan Matriks Resin BQTN-157

Isro Nurul Hadi¹, Sri Hastuti^{1*}, Nurhadi¹, Anaya Putri Riskia², Ridwan Afandi³, Roy Aries Permana Tarigan⁴

¹Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang

²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Magelang

³Departemen Teknologi Rekayasa Perancangan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Ceper, Klaten

⁴Departemen Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap

Jl. Kapten Suparman No. 39, Magelang

*E-mail: hastutisrimesin@untidar.ac.id

Diajukan: 07-11-2022; Diterima: 08-08-2023; Diterbitkan: 21-08-2023

Abstrak

Pemanfaatan sekam padi banyak digunakan sebagai media kompos untuk tanaman. Material komposit berpenguat sekam padi dapat digunakan untuk pembuatan interior dan bodi mobil listrik dengan bobot yang ringan dan tahan korosi. Tujuan penelitian ini menganalisis sifat mekanik hasil pengujian tarik dan impak komposit berpenguat sekam padi dengan pengisi plastik Polypropylene. Matriks komposit menggunakan resin Unsaturated Polyester BQTN-157 dengan katalis 1-2%. Sekam padi diberikan perlakuan kimia NaOH 15% selama 5 jam. Penelitian ini menggunakan fraksi volume perbandingan Matriks : Sekam Padi : Polypropylene (80% : 15% : 5% , 80% : 10% : 10% , dan 80% : 5% : 15%). Pengujian tarik mengacu standar ASTM A370 dan uji impak mengacu standar ASTM E23. Kekuatan tarik terbesar terdapat pada fraksi volume 80% : 15% : 5%, dengan nilai 42,13 Mpa. Modulus elastisitas terjadi penurunan pada fraksi volume 80% : 10% : 10% dan 80% : 5% : 15%, dengan selisih penurunan 5% sekam padi sebesar 1.916,46 Mpa. Penurunan modulus elastisitas terjadi, karena penyusunan arah serat secara acak. Hasil uji impak didapat harga impak terbesar pada fraksi volume 80% : 15% : 5% , dengan nilai 10320,04 J/mm².

Kata kunci: sekam padi; polypropylene; komposit; uji tarik; uji impak

Abstract

Utilization of rice husk is widely used as a compost medium for plants. Rice husk reinforced composite materials can be used to manufacture electric car interiors and bodies with light weight and corrosion resistance. The purpose of this study was to analyze the mechanical properties of the results of tensile and impact testing of rice husk reinforced composites with polypropylene plastic fillers. The composite matrix uses Unsaturated Polyester BQTN-157 resin with 1-2% catalyst. Rice husk was chemically treated with 15% NaOH for 5 hours. This study used a volume fraction comparison Matrix: Rice Husk: Polypropylene (80% : 15% : 5% , 80% : 10% : 10% , and 80% : 5% : 5%). The tensile test refers to the ASTM A370 standard and the impact test refers to the ASTM E23 standard. The greatest tensile strength is found in the volume fraction of 80% : 15% : 5%, with a value of 42.13 Mpa. The modulus of elasticity decreased in the volume fraction of 80% : 10% : 10% and 80% : 5% : 5%, with a difference of 5% decrease in rice husk of 1.916,46 MPa. The decrease in the elastic modulus occurs due to the random arrangement of fiber directions. The results of the impact test obtained the highest impact value at a volume fraction of 80% : 15% : 5% , with a value of 10320.04 J/mm².

Keywords: rice husks; polypropylene; composite; tensile test; impact test

1. Pendahuluan

Proses penggilingan padi sedikitnya menghasilkan beberapa luaran yaitu proses penggilingan padi menghasilkan 72% beras, 5% - 8% dedak, dan 20% - 22% sekam padi [1]. Penelitian dilakukan Prastiyo pada tahun 2012 pemanfaatan sekam padi banyak digunakan sebagai media kompos untuk tanaman. Ada beberapa industri pengolahan beras yang mengolah sekam padi dengan cara dibakar untuk mengurangi penumpukan dibagian pembuangan. Metode pembakaran sekam padi kurang efektif, karena dapat menghasilkan gas metana sebesar 0.7% - 7% volume sekam padi yang terbakar. Variasi kecepatan udara pada blower yang masuk ke reaktor dengan pengaturan dimmer yang diuji coba untuk nyala api syn-gas yang paling baik saat diberi pemantik korek api adalah variasi dengan kecepatan udara 5,0 m/s [2]. Bahaya gas metana sendiri yaitu dapat mengurangi kadar oksigen pada atmosfer. Hal tersebut disebut istilah gas rumah kaca yang merupakan

penyebab terbesar dari pemanasan global. Sekam padi mengandung bahan *lignuselulosa* yang membuatnya memiliki sifat kuat dan kaku, sehingga dapat diproses menjadi produk tertentu dan banyak dibutuhkan oleh industri [3].

Sampah berkaitan erat dengan pertambahan jumlah penduduk, maka dari itu jumlah sampah setiap tahun berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk. Metode dalam mengolah sampah disebut dengan 3R yaitu *Reduce* (mengurangi), *Reuse* (memanfaatkan kembali), dan *Recycle* (mendaur ulang) [4]. Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang susah untuk terurai, jika pun terurai akan membutuhkan waktu 100-150 tahun. Selama proses terurai, sehingga terdekomposisi dengan sempurna akan mencemari lingkungan dikarenakan mengandung zat kimia didalamnya. Oleh karena itu, penanganan sampah plastik harus mengikuti prosedur dan persyaratan agar tidak berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan [5]. Material limbah *polyethylene* menjadi permasalahan di Masyarakat, sehingga dapat direduksi melalui pemanfaatan sebagai material pengisi/ *filler* dalam komposit.

Komposit merupakan gabungan dua atau lebih material yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif untuk mengganti material logam ataupun non logam. Keuntungan material komposit antara lain: ramah lingkungan, dapat mencapai sifat mekanik dan sifat fisis yang diinginkan, serta dapat memiliki kualitas yang lebih baik [6]. Komposit saat ini sering digalakan sebagai pembuatan interior mobil listrik dan bodi mobil listrik. Hal tersebut dikarenakan mobil listrik memiliki konstruksi ringan dan tahan korosi, tanpa permesinan, jadi penggunaan material komposit dapat digunakan dalam industri otomotif [7].

Material serat alam pada komposit dapat meningkatkan kekuatan meknik dengan material matriks *Unsaturated Polyester* BQTN 157 dengan katalis Mexpo [8]. Sifat antar muka pada serat dan matriks harus diperhatikan untuk meningkatkan daya ikat. Kompatibilitas antar serat dengan matriks menjadi penting dalam sebuah ikatan material komposit. Perlakuan serat menggunakan alkali (NaOH) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan nilai *kompabilitas* serat alam terhadap matriks [9]. Perlakuan alkali pada permukaan serat akan memberikan pengaruh kekasaran pada permukaan serat alam. Topografi permukaan serat yang kasar menghasilkan *Mechanical Interlocking* yang lebih kuat dengan matriks. *Mechanical Interlocking* akan berpengaruh terhadap peningkatan ikatan serat – matrik [10]. Perlakuan serat melalui perendaman NaOH 20% akan berpengaruh terhadap daya serap sabut kelapa terhadap matriks poliester, dan sudut *wettability* menurun setelah perlakuan perendaman larutan NaOH selama 5 jam sebesar $15,32^\circ$ [11]. Perendaman sabut kelapa pada konsentrasi larutan NaOH 15% selama 5 jam mengalami prosentase pengecilan terbesar sebesar 56,08% [12].

Berdasarkan permasalahan kebutuhan akan material yang kuat, ringan, tahan korosi, dan sifat mekanik yang baik, maka diperlukan solusi permasalahan. Penyelidikan sifat mekanik komposit dengan variasi komposisi penguat serat sekam padi 15%, 10%, dan 5% pada matriks *Unsaturated Polyester* BQTN-157 dengan peningkatan pengisi/ *filler* *Polyethylene* 5%, 10%, 15% melalui pengujian mekanik uji tarik dan impak.

2. Material dan metodologi

Alat pendukung dalam penelitian ini antara lain: alat *press mold*, cetakan spesimen, jangka sorong, mesin *polishing/grinding*, mesin uji tarik, mesin uji impak, gelas ukur, dan gergaji.

Bahan penelitian digunakan antara lain: Sekam padi, Plastik *Polypropylene*, NaOH, Aquades, Resin *Unsaturated Polyester* BQTN-157 dan Katalis MEXPO.

2.1. Perlakuan Bahan Sekam Padi

Sekam padi digunakan sebagai bahan penguat serat alam pada komposit. Perlakuan kimia sekam padi direndam dengan larutan konsentrasi NaOH 15%. Waktu perendaman sekam padi selama 5 jam. Proses alkalisasi menghilangkan

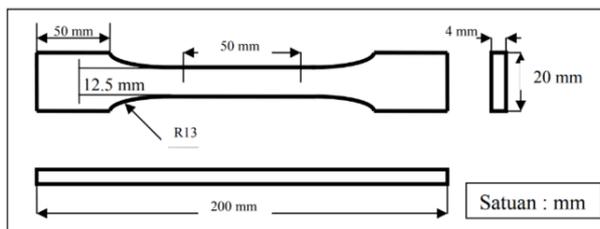
komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. *Hemiselulosa*, *lignin* atau *pektin*, *wetability* akan berkurang pada material serat, sehingga akan meningkatkan kekuatan antarmuka serat dan matriks [9]. Perlakuan NaOH dilanjutkan netralisir menggunakan air mengalir beberapa kali sampai bersih, sehingga lapisan NaOH yang masih menempel dapat terkikis keseluruhan. Pengeringan sekam padi dilakukan dibawah terik matahari berkisar 3-4 jam. Pengontrolan kadar air yang terkandung didalam sekam padi lakukan pengeringan dengan suhu 60° C selama 40 menit.

2.2. Perlakuan Plastik *Polypropylene*

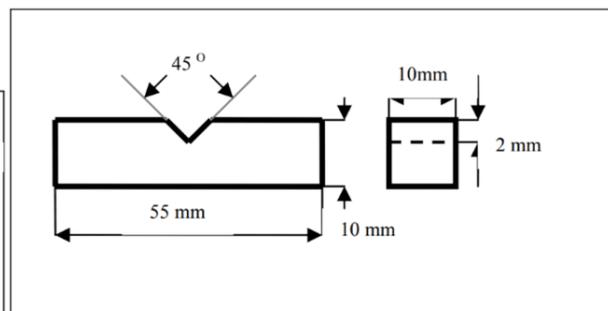
Plastik didapat dari industri daur ulang pencacah sampah plastik dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air sabun untuk menghilangkan kotoran. Material limbah plastik dipanaskan menggunakan tungku induksi pada suhu mencapai titik leleh plastik sampai semua bagian plastik meleleh. Material lelehan plastik tuangkan ke dalam cetakan baja. Diamkan lelehan plastik 12 jam, sehingga mengeras dan menyatu menjadi satu bagian. Bubut atau *milling* plastik yang telah dicetak dan *crushing* untuk mendapat serbuk plastik, ukuran serbuk pengisi diayak menggunakan saringan *mesh* 200.

2.3 Pembuatan dan Pengujian Spesimen

Spesimen dicetak dengan metode *Press mold* dan arah serat sekam padi acak. Perbandingan fraksi *volume* yaitu Matriks (M) : Sekam Padi (SP): *Polypropylene* (PP) menggunakan 3 campuran yaitu 80% : 15% 5% , 80% : 10% : 10% , dan 80% : 5% : 20%. Campuran katalis dalam resin 1-2 %. Spesimen uji tarik mengacu standar pengujian ASTM A-370 ditunjukkan pada gambar 1. Spesimen uji impact mengacu standar pengujian ASTM E-23 ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Standar uji tarik ASTM A370

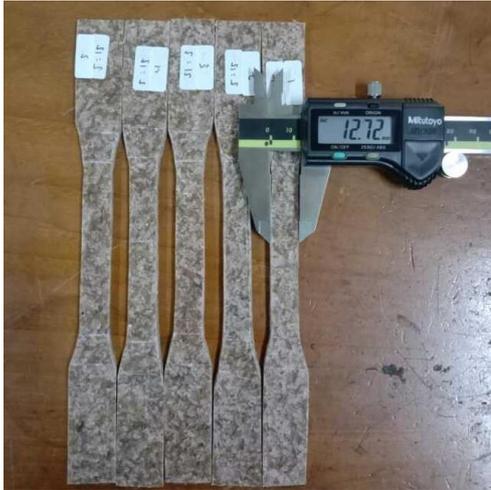


Gambar 2. Standar uji impact ASTM E23

Mesin uji Tarik menggunakan *Universal Testing Machine* dengan kekuatan maksimal 5 ton. Alat uji impact menggunakan impact izod memiliki panjang lengan 0.39 m, dan berat pendulum 1.35 Kg. Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian bahan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

3. Hasil dan Pembahasan

Spesimen uji tarik dengan lebar penampang uji tarik sebesar 12.72 mm ditunjukkan pada gambar 3. Spesimen uji impact dengan lebar spesimen sebesar 9.99 mm ditunjukkan pada gambar 4. Masing-masing sampel uji dipersiapkan sesuai dengan standar pengujian ASTM acuan dan dipersiapkan sebelum pengujian melalui pengukuran setiap sampel uji menggunakan jangka sorong.



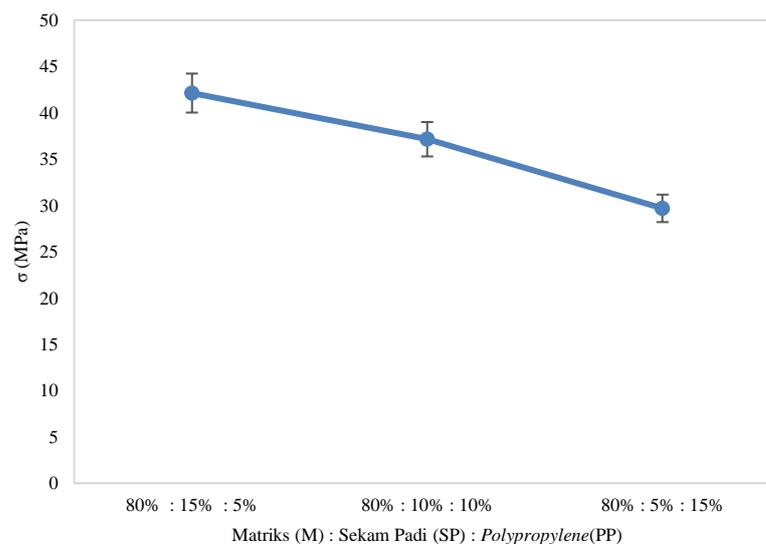
Gambar 3. Spesimen uji tarik



Gambar 4. Spesimen uji impak

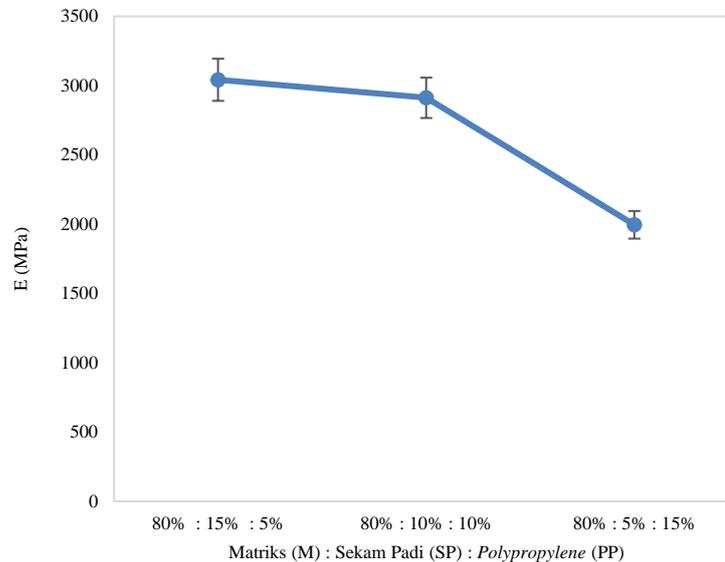
3.1. Hasil Uji Tarik

Kekuatan tarik mengindikasikan ketahanan dan kekuatan suatu material terhadap beban tarikan yang diberikan. Perbandingan komposisi specimen uji tarik material komposit sekam padi dengan pengisi plastik *Polypropylene* pada perbandingan 80% M : 15% SP: 5% PP, 80% M : 10% SP : 10% PP, dan 80% M : 5% SP : 15% PP. Pada Gambar 5 menunjukkan peningkatan fraksi volume sekam padi 5%, 10%, dan 15 % mengalami peningkatan kekuatan Tarik diiringi dengan penurunan *filler polypropylene* 15%, 10%, dan 5%. Hasil pengujian Tarik menunjukkan kekuatan tarik terkuat sebesar 42.13 Mpa pada variasi 80% M : 15% SP: 5% PP. Peningkatan tersebut juga didukung dengan adanya perlakuan kimia NaOH, sehingga meningkatkan daya ikat dan memberikan pengaruh *mechanical interlocking* antara sekam padi dengan matriks dan *filler polypropylene* [10]. Penurunan kekuatan tarik diiringi dengan pengurangan komposisi penguat sekam padi pada komposit. Hal tersebut dikarenakan berkurangnya ikatan antara sekam padi dengan resin yang disebabkan bertambahnya pengisi plastik *Polypropylene*. Fraksi volume serat sedikit mengakibatkan berkurangnya berkontribusi serat sebagai penguat dalam meningkatkan kekuatan tarik komposit [13].



Gambar 5. Kekuatan tarik komposit sekam padi

Modulus elastisitas pengujian tarik material komposit sekam padi dialami pada saat material mendapatkan beban tarik. Nilai modulus elastisitas mengalami penurunan bersamaan dengan pengurangan komposisi serat pada komposit. Pada selisih penurunan antara fraksi *volume* 80% : 15% : 5% dengan fraksi *volume* 80% : 10% : 10%, yaitu sebesar 130,24 MPa. Namun pada selisih penurunan antara fraksi *volume* 80% : 10% : 10% dengan fraksi *volume* 80% : 5% : 15%, terjadi penurunan yang sangat signifikan yaitu sebesar 1.916,46 Mpa ditunjukkan pada gambar 6. Hal tersebut juga dikarenakan penyusunan arah sekam padi yang dilakukan secara acak.



Gambar 6. Modulus elastisitas komposit sekam padi

Permukaan patahan spesimen hasil uji tarik secara makro dapat diamati pada gambar 7. Pada penampang patahan tidak terlihat sekam padi terputus, tetapi terlihat struktur patahan berupa pola sedikit *cup and cone* dan terjadi patahan pola patahan pada *face yield* [14] di ujung pinggir bagian spesimen. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan antar muka serat sekam padi terhadap *filler polypropylene* dan matriks *unsaturated polyester* sudah lebih baik [15] .

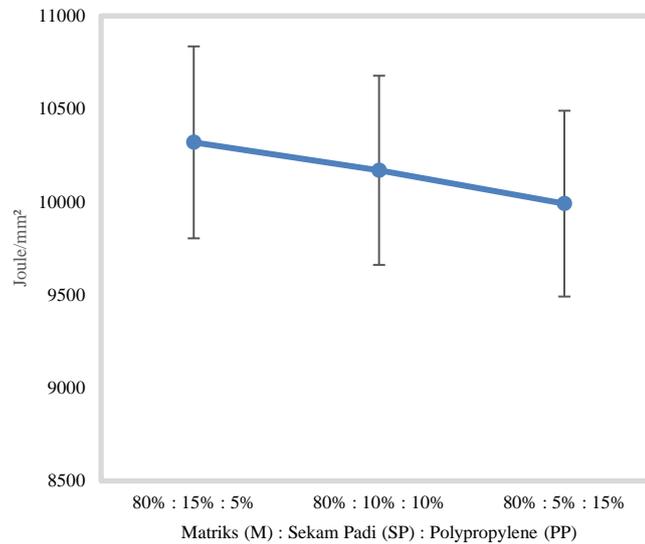


Gambar 7. Foto penampang patahan *cup and cone*

3.2. Hasil Uji Impak

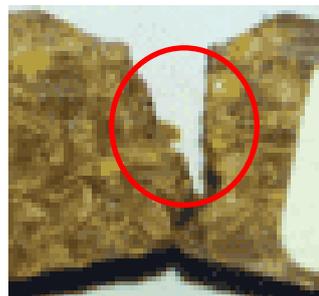
Hasil pengujian impact menunjukkan penurunan kekuatan impact pada material yang diberi penambahan pengisi plastik *Polypropylene* dan pengurangan sekam padi ditunjukkan pada gambar 8. Pada fraksi *volume* 80% : 15% : 5%, menunjukkan harga impact tertinggi dengan nilai 10320,04 Joule/mm². Pada fraksi *volume* 80% : 10% : 10%, menunjukkan penurunan harga impact dengan nilai 10169,85 Joule/mm², atau selisih 150,19 Joule/mm² dengan fraksi

volume sekam padi 15%. Pada fraksi *volume* 80% : 5% : 15%, menunjukkan penurunan harga impact dengan nilai 9990,62 Joule/mm², atau selisih 179,23 Joule/mm² dengan fraksi *volume* sekam padi 10%. Perbedaan harga impact rata-rata dari masing - masing fraksi *volume* komposit tidak begitu besar, dikarenakan matrik yang digunakan dengan jenis yang sama yaitu unsaturated polyester [16]. Hal ini bersesuaian bahwa fraksi *volume* berpengaruh terhadap harga impact [17]. Fraksi *volume* serat semakin meningkat dapat meingkatkan ketangguhan impact komposit sekam padi dalam menahan beban pendulum.



Gambar 8. Ketangguhan impact komposit sekam padi

Permukaan patahan spesimen hasil uji impact secara makro dapat diamati pada gambar 9. Ikatan antar muka sekam padi terhadap *filler polypropilen* dan matriks *unsaturated polyester* BQTN-157 kuat dan tangguh. Selain itu penambahan sekam padi memberikan pengaruh ketangguhan impact semakin tangguh. Penurunan ketangguhan impact yang disebabkan pengurangan fraksi *volume* serat sekam padi menyebabkan distribusi serat yang kurang merata sehingga energi yang diserap menjadi lebih kecil dan patahan yang terjadi adalah patahan getas [16].



Gambar 9. Foto penampang patah uji impact

4. Kesimpulan

Komposit dengan material berpenguat sekam padi dan matriks resin unsaturated polyester BQTN-157 dengan pengisi limbah plastik polypropylene memiliki potensi dalam penggunaan aplikasi interior dan body mobil listrik. Hal ini didasarkan dari hasil uji tarik dan impact komposit yang menunjukkan bahwa keselarasan peningkatan penguat sekam

padi dapat meningkatkan kekuatan mekanik uji tarik dan ketangguhan dampak komposit. Jenis patahan berupa patahan getas dengan pola patahan pada *face yield*. Kekuatan mekanik komposit ini terbesar yaitu pada fraksi *volume* jumlah sekam padi terbanyak yaitu pada perbandingan 80% M : 15% SP: 5% PP, dengan kekuatan tarik sebesar 42,13 Mpa dan ketangguhan dampak sebesar 10320,04 Joule/mm². Hal ini dipengaruhi oleh perlakuan kimia NaOH menyebabkan terjadinya *mechanical interlocking* antara sekam padi dengan matrik dan *filler polypropilen*.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk dukungan dana, perizinan penelitian, pengambilan data, serta yang utama atas dukungan yang diberikan oleh Universitas Tidar.

Daftar Pustaka

- [1] S. Warsito and D. Taslimah, "Pengaruh Penambahan Surfaktan Cetyltrimethylammonium bromide (n-CTMABr) Pada Sintesis Zeolit-Y (The Influence of Cetyltrimethylammonium bromide (n-CTMABr) Surfactant Addition On Zeolite-Y Synthesis)".
- [2] S. Suliono, F. Dionisius, and B. Sudarmanta, "Pengaruh Kecepatan Aliran Udara Dengan Pengaturan Dimmer Pada Tekanan Udara Masuk Pada Proses Gasifikasi Sekam Padi Terhadap Pembentukan Flamable Gas," *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 6, no. 1, p. 62, 2020, doi: 10.31884/jtt.v6i1.237.
- [3] U. Fathanah, "Kualitas papan komposit dari sekam padi dan plastik hdpe daur ulang menggunakan maleic anhydride (mah) sebagai compatibilizer," *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung.*, vol. 8, no. 2, pp. 53–59, 2011.
- [4] A. Apriyani, M. M. Putri, and S. Y. Wibowo, "Pemanfaatan sampah plastik menjadi ecobrick," *Masy. Berdaya dan Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 48–50, 2020, doi: 10.33292/mayadani.v1i1.11.
- [5] R. H. Wirasmita *et al.*, "Bahaya Sampah Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan," *ABSYARA J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 1, no. 2714–6286, pp. 1–8, 2020, doi: 10.29408/ab.v1i2.2749.
- [6] K. Kardiman, M. Marno, and J. Sumarjo, "Analisis Sifat Mekanik Terhadap Bentuk Morfologi Papan Komposit Sekam Padi Sebagai Material Alternatif Pengganti Serat Kaca," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2018, doi: 10.30595/jrst.v2i1.2344.
- [7] K. Diharjo *et al.*, "Adhesive nanosilica/aluminium powder-Epoxy for joint application on composite car body of electrical vehicle," *Proc. 2013 Jt. Int. Conf. Rural Inf. Commun. Technol. Electr. Technol. rICT ICEV-T 2013*, pp. 13–17, 2013, doi: 10.1109/rICT-ICeVT.2013.6741521.
- [8] S. Hastuti, C. Pramono, and Y. Akhmad, "Sifat Mekanis Serat Enceng Gondok Sebagai Material Komposit Serat Alam Yang Biodegradable," *J. Mech. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 22–28, 2018.
- [9] B. Maryanti, A. Sonief, and S. Wahyudi, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik," *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.
- [10] S. S. Todkar and S. A. Patil, "Review on mechanical properties evaluation of pineapple leaf fibre (PALF) reinforced polymer composites," *Compos. Part B Eng.*, vol. 174, no. May, p. 106927, 2019, doi: 10.1016/j.compositesb.2019.106927.
- [11] M. A. Habe, "Efek Perendaman Serat Sabut Kelapa dalam Larutan Alkali Terhadap Daya Serap Serat Sabut Kelapa pada Matriks Poliester," *INTEK J. Penelit.*, vol. 3, no. 1, p. 15, 2016, doi: 10.31963/intek.v3i1.4.
- [12] M. Arsyad and A. Salam, "Analisis Pengaruh Konsentrasi Larutan Alkali Terhadap Perubahan Diameter Serat Sabut

- Kelapa,” *INTEK J. Penelit.*, vol. 4, no. 1, p. 10, 2017, doi: 10.31963/intek.v4i1.90.
- [13] C. Pramono, S. Widodo, and M. G. Ardiyanto, “Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matriks Epoxy,” *J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.31002/jom.v3i1.1442.
- [14] S. Hastuti, C. Pramono, and P. Paryono, “Peningkatan Kekuatan Mekanik Komposit Sandwich Serat Kenaf dengan Core Kayu Albizzia Falcataria untuk Material Dinding Komposit,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 17, no. 2, p. 249, 2022, doi: 10.32497/jrm.v17i2.3216.
- [15] M. B. M, “Pengaruh Pembebanan Statik Terhadap,” vol. II, no. 4, pp. 46–52, 2009.
- [16] P. I. Purboputro, “Pengaruh Panjang Serat Terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matriks Poliester,” *Media Mesin Maj. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 70–76, 2017, doi: 10.23917/mesin.v7i2.3088.
- [17] R. C. A. Lumintang, R. Soenoko, and S. Wahyudi, “Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 145–153, 2011.