

DAMPAK WAKTU DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT POLIPROPILEN BERPENGUAT PARTIKEL TEMPURUNG KELAPA

by Muh Hanafi Muslim

Submission date: 19-Jan-2024 08:41AM (UTC+0700)

Submission ID: 2273594236

File name: FAKULTAS_TEKNIK_1421900067_Muh_Hanafi_Muslim.pdf (1.07M)

Word count: 2696

Character count: 16127



DAMPAK WAKTU DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT POLIPROPILEN BERPENGUAT PARTIKEL TEMPURUNG KELAPA

Dr. **I M A**le Kastiawan, S.T.,M.T, Muh Hanafi Muslim

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia
email: madekastiawan@untag.ac.id dan hanafimuslim99@gmail.com

ABSTRAK

Material alternatif yang ditemukan pada perkembangan saat ini biasa disebut dengan Material Komposit. Material komposit adalah material baru yang menggabungkan dua atau lebih material terpisah untuk membentuk satuan struktur yang mempunyai sifat mekanik dan sifat yang berbeda dengan material aslinya. Penelitian mengenai Material Komposit Polipropilen berpenguat serbuk tempurung kelapa dilakukan dengan pencampuran dan di cetak jadi material baru.

Penelitian ini meneliti dampak dari waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan terhadap kekuatan Material komposit polipropilen berpenguat serbuk tempurung kelapa. Adapun Variable adalah fraksi berat 10%, Variasi ukuran partikel serbuk tempurung kelapa 200-250 Mesh, Temperatur leleh Propilen 170°C, pengadukan dilakukan selama 10 menit, 20 menit dan 30 menit, Kecepatan pengadukan 15 rpm, 25 rpm dan 35 rpm. Dari pengujian Tarik, Impact dan SEM yang akan saya ujikan di beberapa Material Komposit yang saya cetak, saya bisa menyimpulkan Material Komposit mana yang paling bagus. Hasil penelitian saya untuk spesimen yang terbaik di dapat dari waktu pengadukan 10 menit dan kecepatan pengadukan 35 rpm. Spesimen yang terburuk dari waktu pengadukan 20 menit dan kecepatan pengadukan 15 rpm. Dapat saya simpulkan semakin cepat pengadukan akan semakin baik hasil yang didapatkan dan semakin lama proses pengadukan akan menurunkan kualitas dari specimen komposit polipropilen berpenguat partikel tempurung kelapa. Semoga hasil penelitian ini dapat dijadikan refrensi dalam pemanfaatan dan pengembangan material komposit serbuk alam dalam dunia industri.

Kata kunci: Material Komposit, Tempurung Kelapa, Polipropilen, Uji Tarik dan Uji Impact, SEM

ABSTRACT

Alternative materials found in current developments are usually called Composite Materials. Composite materials are new materials that combine two or more separate materials to form a structural unit that has mechanical properties and properties that are different from the original material. Research on Polypropylene Composite Material reinforced with coconut shell powder was carried out by mixing and molding it into a new material.

This research examines the impact of mixing time and mixing speed on the strength of polypropylene composite materials reinforced with coconut shell powder. The variables are

weight fraction 10%, variation in particle size of coconut shell powder 200-250 mesh, propylene melting temperature 170°C, stirring for 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes, stirring speed 15 rpm, 25 rpm and 35 rpm. From the Tensile, Impact and SEM tests that I will test on several Composite Materials that I print, I can conclude which Composite Material is the best. My research results for the best specimens can be obtained from a stirring time of 10 minutes and a stirring speed of 35 rpm. The worst specimen had a stirring time of 20 minutes and a stirring speed of 15 rpm. I can conclude that the faster the stirring, the better the results obtained and the longer the stirring process takes, the quality of the polypropylene composite specimen reinforced with coconut shell particles will decrease. Hopefully the results of this research can be used as a reference in the use and development of natural powder composite materials in the industrial world.

Keywords: *Composite Material, Coconut Shell, Polypropylene, Tensile Test and Impact Test, SEM*

PENDAHULUAN

Penggunaan komposit terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi manufaktur. Teknologi pengolahan seperti molding, laminating, dan curing terus ditingkatkan untuk memungkinkan produksi komposit dengan biaya yang lebih efisien dan kualitas yang lebih baik. Komposit dapat dirancang untuk memiliki sifat-sifat tertentu seperti ketahanan terhadap korosi, isolasi termal, atau konduktivitas listrik, tergantung pada kebutuhan aplikasi. Ini menjadikan mereka pilihan yang fleksibel untuk berbagai keperluan. Penggunaan material komposit menyebar ke berbagai sektor industri, termasuk otomotif, penerbangan, maritim, konstruksi, olahraga, dan teknologi. Mereka digunakan untuk membuat komponen kendaraan, struktur bangunan, peralatan olahraga, dan banyak lagi.

Pada masa ini dalam pemanfaatan kembali tempurung kelapa masih sangatlah minim, dimana Tempurung kelapa masih digunakan hingga saat ini sebagai pengganti kayu bakar dan berbagai kerajinan tangan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai kegunaan tempurung kelapa ini sebagai material komposit. Tempurung kelapa digunakan untuk bahan penguat di produksi material komposit karena mengandung lignoselulosa alami yang mempunyai potensi yang digunakan sebagai bahan penguat plastik, hal ini disebabkan karena terdapat lapisan keras selulosa, metoksil dan

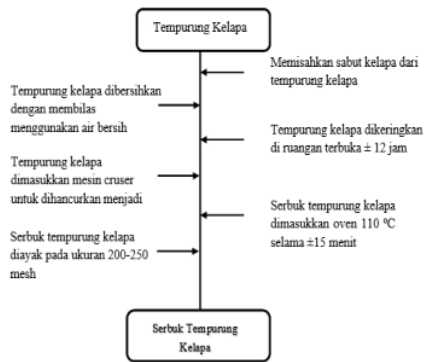
berbagai macam mineral lainnya. (Sudarsono et al., 2019).

Dengan keadaan ini mulai banyak penelitian yang menjadikan kelapa sebagai bahan penelitian material komposit. Pada penelitian ini bagian kelapa yang digunakan yaitu bagian tempurungnya, dengan memanfaatkan situasi saat ini tempurung kelapa yang menjadi sebuah limbah dalam lingkungan industri pengolahan pangan, lingkungan pasar dan keluarga akan menjadi sebuah tindakan yang ramah lingkungan dan pengurang kuantitas limbah.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Proses Pembuatan serbuk tempurung kelapa

Tahap pertama Tempurung kelapa dipisahkan dari sabut kelapa. Cuci dengan air bersih tempurung kelapa, setelah itu keringkan ±12 Jam. Tempurung kelapa dimasukkan di mesin crusher sampai jadi serbuk. Lalu cuci dan ayak serbuk tempurung kelapa dengan saringan 200-250 mesh. Keringkan dengan suhu 110° ±15 menit.



Gambar 3. 2 Diagram pembuatan serbuk tempurung kelapa

Proses Penekanan cetakan



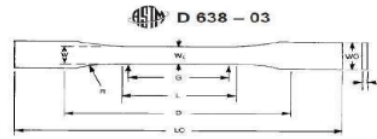
Proses cetak spesimen

Masuk Polipropilen ke mesin mixer hingga leleh di suhu 170°C, masukkan tempurung kelapa dengan fraksi berat 10% dan proses dengan variabel yang akan di teliti. Pengadukan dengan kecepatan 15, 25 dan 35 rpm selama pengadukan 10, 20 dan 30 menit.

Proses permesinan

Spesimen yang sudah dicetak akan di bentuk sesuai dengan standar ASTM D 638-03 untuk pengujian tarik, dan ASTM D 256-03 untuk uji impak dengan mesin milling.

Proses Pengayakan

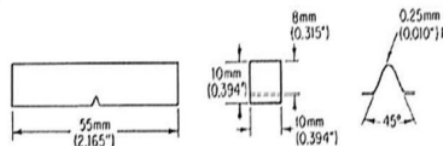


Specimen Dimensions for Thickness, 7, mm [in.]^a

| Dimensions (see drawings) | 7 [0.28] | Tolerances |
|--|-----------|-----------------------------|
| W—Width of narrow section ^{b,c} | 13 [0.50] | ±0.6 [±0.02] ^{e,g} |
| L—Length of narrow section | 57 [2.25] | ±0.6 [±0.02] ^e |
| WD—Width overall, min ^b | 19 [0.75] | +6.4 [+ 0.25] |
| W—Width overall, min ^b | 105 [0.5] | no max [no max] |
| G—Gage length ^f | 50 [2.00] | ±0.25 [±0.010] ^e |
| D—Distance between grips | 115 [4.5] | ±0.15 [±0.005] |
| R—Radius of fillet | 76 [3.00] | ±5 [±0.2] ^e |
| RC—Outer radius (Type IV) | | ±1 [±0.04] ^e |

Gambar 3. 3 standar spesimen uji ASTM D 638-03

Proses Pengadukan dan pencetakan spesimen



Gambar 3. 4 standar spesimen uji impak ASTM D 256-03

HASIL DAN PEMBAHASAN

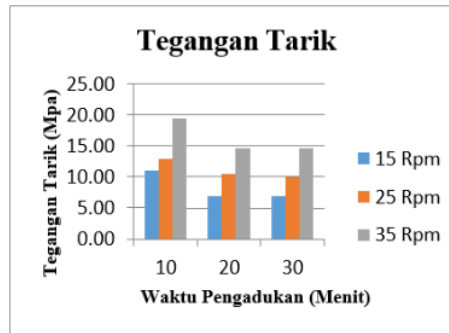
Hasil Uji Tarik

Dari data hasil uji tarik yang telah dilakukan pada tiap spesimen. Variable waktu pengadukan selama 10menit, 20menit, dan 30menit dengan kecepatan pengadukan 15 rpm, 25 rpm, 35 rpm dan menggunakan mesh 200-250. Maka diperoleh nilai tegangan tarik seperti pada grafik dibawah ini.

Proses Milling pada spesimen



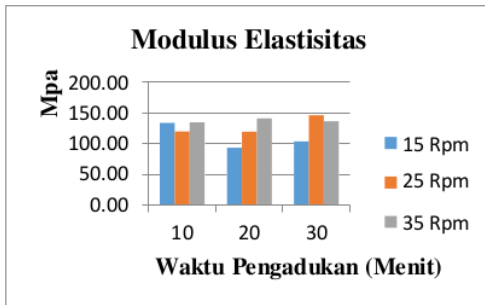
Proses Pengukuran dan Labeling



Gambar 4. 1 Grafik tegangan tarik antara kecepatan pengadukan dan lama pengadukan

Dari grafik diatas dida²itkan bahwa hasil uji tarik pada spesimen dengan waktu pengadukan selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dengan kecepatan 15 rpm, 25 rpm, 35 rpm. Peningkatan kecepatan dan waktu pengadukan selama 10 menit dapat memberi hasil yang lebih baik, dengan nilai tertinggi rata-rata 19,46 MPa selama 10 menit pengadukan, karena distribusi partikel lebih seragam pada kecepatan tinggi. Semakin lama waktu pengadukan maka tegangan tariknya semakin rendah.

Berdasarkan data hasil uji tarik yangtelah dilakukan p¹¹ tiap spesimen. Variable waktu pengadukan selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dan kecepatan 15 rpm, 25 rpm, 35 rpm dengan menggunakan mesh 200-250. Maka diperoleh nilai Modulus Elastisitas yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

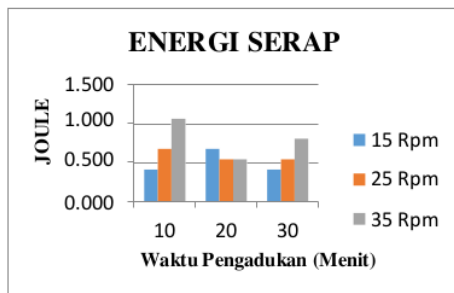


Gambar 4. 2 Grafik Modulus elastisitas antara waktu pengadukan dan kecepatan pengadukan

Dari grafik diatas spesimen yang memiliki nilai rata-rata terendah di kecepatan pengadukan 15 rpm dengan waktu pengadukan selama 20 menit yaitu 93,37 Mpa. Spesimen yang memiliki nilai tertinggi di kecepatan pengadukan 15 rpm dengan waktu pengadukan selama 10 menit yaitu 133,87Mpa. Pada variabel kecepatan pengadukan 25 rpm dengan waktu pengadukan selama 20 menit, memiliki nilai modulus elastisitas terendah sebesar 119,54Mpa. Spesimen yang memiliki nilai tertinggi di kecepatan 25 rpm dan waktu pengadukan 30 menit yaitu 146,47 Mpa. Pada Variabel kecepatan pengadukan 35 rpm memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu pada waktu pengadukan selama 20 menit yaitu sebesar 141,16 Mpa. Spesimen dengan nilai yang terendah kecepatan pengadukan 35 rpm dengan waktu pengadukan selama 10 menit yaitu 134,78 Mpa.

Hasil Uji Impak

Berikut grafik dari hasil uji impak yang telah dilakukan pada spesimen dengan pengisi serbuk tempurung kelapa dengan waktu pengadukan selama 10 menit, 20 menit, dan 30 menit dengan kecepatan 15 rpm, 25 rpm, 35 rpm.



Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Energi yang Diserap terhadap Waktu pengadukan dan Kecepatan pengadukan

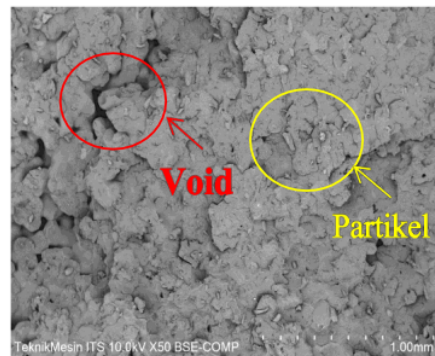
Dari grafik di atas, pada saat pembentukan serbuk tempurung kelapa, energi terserap tertinggi ada pada waktu pengadukan selama 10 menit dengan kecepatan 35 rpm sebesar 1,063 J, dan pada waktu pengadukan 10 menit dan kecepatan 15 rpm energi serapannya menurun drastis 0,410J. Begitu juga dengan waktu pengadukan 30 menit yaitu sebesar 0,807 j dan mengalami penurunan pada kecepatan pengadukan 15 rpm yaitu 0,410 j, sedangkan pada kecepatan 15 rpm tertinggi ada pada waktu pengadukan 20 menit yaitu 0,674 j dan pada waktu pengadukan 20 menit 25 rpm dan 30 rpm memiliki rata-rata yang sama yaitu 0,542 j. Menurunnya energi yang diserap disebabkan oleh lamanya waktu pada saat pengadukan terhadap campuran polipropilena dan serbuk tempurung kelapa sehingga menyebabkan penurunan energi serapan.

Hasil Uji SEM

Analisis morfologi rekahan menggunakan SEM digunakan untuk mengetahui struktur mikro komposit polipropilena dengan menggunakan serbuk tempurung kelapa sebagai bahan pengisi.

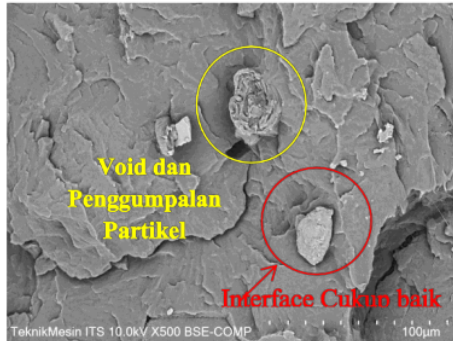
Hasil pengujian SEM pada Uji Tarik Terbaik

Pada pengujian spesimen dengan kecepatan pengadukan 35 Rpm dengan waktu pengadukan selama 10menit.



Gambar 4. 4 Sempel 35 rpm 10 menit di zoom x50

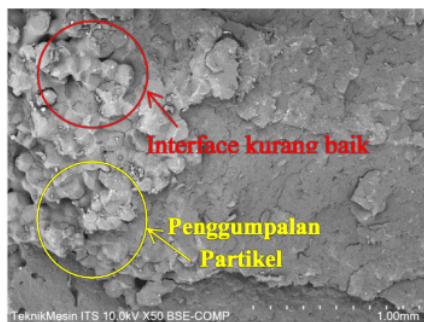
Dari hasil uji SEM yang sudah dilakukan pada spesimen kecepatan 35 rpm dengan pengadukan selama 10 menit dengan bahan pengisi serbuk tempurung kelapa yang mempunyai hasil tegangan tarik paling tinggi yaitu 19,46 Mpa. Dari hasil pengujian SEM terlihat ada void atau lubang yang amat kecil yang ada pada komposit.



Gambar 4. 3 Sampel 35 rpm 10 menit di zoom x500

Demikian pula, dengan interface antara polipropilena dan bubuk tempurung kelapa sangat baik, dan distribusi partikel 200-250 mesh di seluruh permukaan juga sangat baik. Ditemukan juga masih adanya rongga dan gumpalan partikel serbuk tempurung kelapa yang menyebabkan penurunan sifat mekanik material komposit.

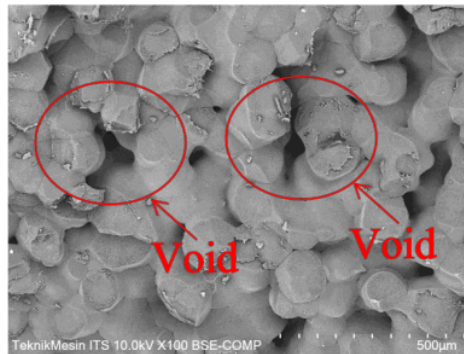
Hasil pengujian SEM pada Uji Tarik Terburuk pada spesimen dengan kecepatan pengadukan 15 Rpm dan waktu pengadukan selama 20 menit.



Gambar 4. 6 Sempel 15 rpm 20 menit di zoom x50

Dari hasil analisa SEM pada spesimen dengan bahan pengisi serbuk tempurung kelapa dengan kecepatan pengadukan 15 rpm dengan waktu selama 20 menit dengan nilai tagangan tarik 6,87 Mpa mempunyai titik interface yang kurang baik, akibat adanya penurunan kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit polipropilena dengan penguat serbuk tempurung kelapa yang disebabkan adanya ikatan matriks dan lepasnya serbuk tempurung kelapa pada saat uji tarik.

Ada juga faktor lain yang mempengaruhi adalah ikatan antara partikel dengan matriks tidak kuat dan kurang baik nya distribusi pencampuran partikel.



Gambar 4. 4 Sampel 15 rpm 20 menit di zoom x100

Dari hasil analisa SEM pada spesimen dengan bahan pengisi serbuk tempurung kelapa dengan kecepatan pengadukan 15 rpm dengan waktu pengadukan selama 20 menit dengan nilai tagangan tarik 6,87 Mpa. Terdapat banyak pori-pori yang ukurannya besar dan memiliki titik interface yang kurang baik di ketahui saat pengujian SEM.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa yang telah dilakukan didapatkan bahwa kecepatan saat pengadukan bisa mempengaruhi sifat mekanik komposit pada tempurung kelapa.

1. Dengan dilakukannya uji tarik didapatkan bahwa pengaruh kecepatan saat pengadukan bisa menaikkan kekuatan tarik. Terdapat pada (Gambar 4.1)
2. Berdasarkan data yang diperoleh dari uji impak diperoleh nilai tertinggi sebesar 1,063j/mm² pada pengadukan dengan kecepatan 35 rpm dengan waktu pengadukan selama 10 menit. Nilai terendah sebesar 0,410 (j/mm²) pada pengadukan dengan kecepatan 15 rpm dan waktu pengadukan selama 30 menit. terdapat pada (Gambar 4.3)
3. Dari hasil uji struktur mikro yang dilakukan pada beberapa sampel, dapat disimpulkan bahwa peningkatan kecepatan putaran dari 15 rpm menjadi 35 rpm dengan waktu pengadukan selama 10 menit menghasilkan ikatan partikel-matriks yang lebih baik dan lebih baik. Distribusi partikel ditingkatkan dan void pada spesimen juga berkurang. terdapat pada (Gambar 4.4) dan (Gambar 4.5)

Adapun saran yang dapat saya berikan kepada peneliti selanjutnya dengan bahan komposit polipropilene.

1. Waktu pengayakan dan pencucian serbuk tempurung kelapa dilakukan dengan baik supaya kotoran yang masih ada pada serbuk tempurung kelapa bisa terangkat, agar kotoran yang ada pada serbuk tempurung kelapa tidak ikut masuk pada saat proses pencetakan.
2. Memperhatikan dimensi cetakan yang sesuai dengan standar yang ada agar mencapai hasil yang bagus.
3. Diusahakan menggunakan metode Injection Molding untuk proses cetak spesimen.
4. Agar tidak menimbulkan pori pori pada permukaan spesimen, bisa memakai kayu yang bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- 11(1), 10–14.
<https://doi.org/10.36040/flywheel.v1i1l.2506>
- Aboudi, J., Arnold, S., & Bednarczyk, B. 2013. Micromechanics of Composite Materials. *InmMicromechanics of Composite Materials*. <https://doi.org/10.1016/C2011-0-05224-9>
- Arif, S., Irawan, D., & Jainudin, M. 2019. Analisa Sifat Mekanis Perbandingan Campuran Komposit Serbuk Gergaji Kayu Jati Dengan Matrik Epoxy Untuk Material Kampas Rem Cakram. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 7(2), 58–63.
<https://doi.org/10.30869/jtech.v7i2.385>
- ASTM D 256. Standart Test Methde for Determing Charpy Impact Strength af Plastic. American Society for Testing Materials.
- ASTM International. 2004. ASTM D638-03. Standart Test Method for Tensile Properties of Plastic. United States : ASTM International.
- Cheung, B. K. O., & Carey, J. P. 2017. Macromechanicsof composite materials. *In Handbook of Advances in Braided Composite Materials: Theory, Production, Testing and Applications* (pp. 307–319). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100369-5.00008-8>
- Ermawan, Agustinus Adi. 2018. Penambahan Persentase Serat dan Jumlah Lapisan (1- 3) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass-Polyester (Yukalac C-108 B Justus). Universitas Sanata Dharma.

- Ferdianto, F., & Suhardiman, S. 2020. Analisa Komposit Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa Bermatrik Epoxy Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 4(2), 78. <https://doi.org/10.30811/jmst.v4i2.2011>
- Gunawan, I., Handayani, A., Hertinvyana, E., Dan, S., Komposit, K., Serbuk, P., Gergaji, K., & Kerja, C. 2002. SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT POLIPROPILENA / SERBUK KAYU GERGAJI Analisis
- Hasyim, U. H., Yansah, N. A., & Nuris, M. F. 2018. Modifikasi Sifat Kimia Serbuk Tempurung Kelapa (STK) sebagai Matriks Komposit Serat Alam dengan Perbandingan Alkalisasi NaOH dan KOH. *E - Journal UMJ*, 015(3), 1–7.
- Juniarto, A. 2012. 'Pemanfaatan Limbah Plastik Polipropilen Sebagai Material Komposit Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Serbuk Ampas Aren', *UMSDigital Library*, 2(2), pp. 35–43.
- Noval, Rizki Imas and Sugiarto, Sigit. 2018. Analisa Pengaruh Temperatur Pemanasan Polipropilene Dan Waktu Penahanan (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanis Material Komposit Polipropilene Dengan Pengisi Abu Dasar (Bottom Ash) Batu Bara. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Nurhidayat, A. 2021. Analisis variasi ketebalan core komposit sandwich serbuk limbah tempurung kelapa terhadap sifat mekanik. 7(April), 21– 27.
- Oliver, J. 2013. Principal of composite mechanics. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Perdana, M. 2019. Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serbuk Cangkang Kelapa Sawit/Epoksi Terhadap Kekerasan Dan Laju Keausan. *Jurnal Ipteks Terapan*, 13(1), 45. <https://doi.org/10.22216/jit.2019.v13i1.3297>
- Riduan, M., & Suhardiman, S. (2019). Analisis Tingkat Keausan Komposit Polymer Yang Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa Sebagai. *Seminar Nasional Industri Dan ...*, 261–269. <https://snit-polbeng.org/eprosiding/index.php/snit/article/view/91>
- S. Sadi, M. W. Wildan, and S. Suyitno, "ANALISIS PENGARUH KANDUNGAN SIC, TEMPERATUR CAIRAN, KECEPATAN PUTAR DAN DURASI WAKTU PENGADUKAN PADA KEKUATAN TARIK KOMPOSIT AL-SIC," *ROTASI*, vol. 16, no. 1, pp. 7-13, Jan. 2014. <https://doi.org/10.14710/rotasi.16.1.7-13>
- Sifat Mekanik (Tensile Strength). *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 4(1), 20–25.
- Sudarsono, S. et al. 2019. 'Mechanical Properties of Particulate Coconut Shell and Palm Fiber Reinforced Polymer Matrix Composites'. doi: 10.4108/eai.1-4-2019.2287230.
- Tarsono, Y. P., Rahmalina, D., Studi, P., Teknik, M., Pancasila, U., Kelapa, T., & Pad, B. 2020. Pengaruh Karbon Aktif Dan Serbuk Tempurung Kelapa Matrik Aluminum Terhadap Kekerasan Brake Pad Komposit. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 11(2), 94–101.
- Widi, I. K. A., Sujana, W., Pohan, G. A., & Saskara, P. S. (2020). Analisa Uji Tarik Dan Impak Komposit Epoxy Rami - Agave – Karbon dengan Campuran

Epoxy-Karet Silikon (30%, 40%, 50%).
Jurnal Flywheel,

I Made Kastiawan et al 2020 IOP Conf. Ser.:
Mater. Sci. Eng. 988 012117. Effect of
Melt Temperature and Holding Time on
Mechanical Properties of Polypropylene
Composites Bottom Ash Reinforced

DAMPAK WAKTU DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT POLIPROPILEN BERPENGUAT PARTIKEL TEMPURUNG KELAPA

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | conference.untag-sby.ac.id Internet Source | 4% |
| 2 | repository.ar-raniry.ac.id Internet Source | 1% |
| 3 | ojs.unimal.ac.id Internet Source | 1% |
| 4 | jurnal.untag-sby.ac.id Internet Source | 1% |
| 5 | id.123dok.com Internet Source | 1% |
| 6 | garuda.kemdikbud.go.id Internet Source | 1% |
| 7 | ojs.uho.ac.id Internet Source | 1% |
| 8 | repository.untag-sby.ac.id Internet Source | <1% |

9

Internet Source

<1 %

10

repository.uksw.edu

Internet Source

<1 %

11

septidarliaputri.blogspot.com

Internet Source

<1 %

12

Ana Maria de Resende Machado, Maria das Graças Cardoso, Elissandro Soares Emídio, Vanessa de Menezes Prata et al.

"Experimental Design Methodology to Optimize the Solid Phase Microextraction Procedure Prior to GC/MS Determination of Ethyl Carbamate in Samples of Homemade Cachaça", *Analytical Letters*, 2012

Publication

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On