

Pengaruh Kadar Kalium Permanganat Pada Komposit Fiber Bambu Betung *Epoxy* Terhadap Kekuatan Tarik

Andriyansah^{a,1,*}, Zaid Sulaiman^{b,2},

^a Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

^b Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

¹ andri.yansah_tm20@nusaputra.ac.id*; ² zaid.sulaiman@nusaputra.ac.id;

* Corresponding Author

ABSTRAK

Komposit diartikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang mempunyai sifat atau struktur yang tidak sama yang dicampur secara fisik menjadi satu untuk menghasilkan material yang baru dan memiliki sifat unggul dari material pembentuknya. Pemilihan matriks dan serat berpengaruh dalam menentukan sifat kekuatan dari komposit. Pada penelitian ini menggunakan resin epoksi sebagai matriks dan serat bambu betung sebagai *filler*. Perlakuan alkalisasi pada serat bambu betung dengan menggunakan larutan $KMnO_4$. Dengan variasi kadar larutan $KMnO_4$ 3%, 5%, dan 7% dengan waktu perendaman 15 menit. Fabrikasi dilakukan dengan metode *hand lay up* dengan cetakan karet silikon yang kemudian dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik komposit. Perlakuan dengan larutan $KMnO_4$ yang bertujuan untuk meningkatkan sifat interface kekuatan dan ketahanan pada serat bambu betung dan matriks, sehingga sifat mekanik pada komposit lebih kuat. Pada kekuatan tarik yang paling tinggi ada pada kadar $KMnO_4$ 5% yaitu sebesar 33,55 MPa dan paling rendah pada spesimen tanpa kadar $KMnO_4$ yaitu sebesar 28,06 MPa.

KATA KUNCI

Komposit
Bambu Betung
 $KMnO_4$
Resin Epoksi
Tensile Properties

1. Pendahuluan

Dalam pembuatan kendaraan, terutama pada kendaraan pribadi seperti mobil, kerangka bodi mobil lebih sering menggunakan material dari logam, seperti baja dan aluminium. Material baja walaupun memiliki kekuatan material yang baik, sering kali mempunyai berat yang tidak ringan. Berat kendaraan ini akan berpengaruh langsung pada beberapa aspek kendaraan seperti kecepatan dan konsumsi energi pada kendaraan [1]. Untuk kendaraan yang ingin difokuskan kepada kehematan energinya (eg. mobil hemat energi), ini menjadi hal penting untuk dipelajari. Untuk itu, material lain seperti komposit yang memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan material logam dapat menjadi alternatif yang baik untuk digunakan [2].

Komposit untuk rangka mobil yang sering digunakan adalah komposit dengan serat karbon [2]. Akan tetapi, pembuatan bodi mobil dengan serat karbon membutuhkan harga yang relatif mahal. Serat alam dapat menjadi pengganti serat karbon dengan harga yang lebih murah dan lebih ramah lingkungan. Satu contoh yang ringan dan relatif kuat yaitu serat bambu betung yang memiliki potensi sebagai pengganti serat kaca dan ramah lingkungan [3].

Serat alam pada umumnya menghasilkan kekuatan yang tidak setara dengan serat karbon. Ini dikarenakan kelemahan utama bahan itu tidak kompatibel dengan termoplastik karena karakter hidrofiliknya. Ini mengakibatkan interaksi *interface* yang buruk antara serat dan matriks. Jadi serat alami harus dimodifikasi agar tidak terlalu hidrofilik [4].

Imoisili et. al. telah melakukan penelitian dengan menggunakan $KMnO_4$ pada serat alam pisang tanduk, dengan hasil uji tarik tertinggi sebesar 46 MPa dengan kadar $KMnO_4$ 0,05%, dibandingkan tanpa perlakuan kekuatan tarik sebesar 23 MPa. [5]

Mohammed et. al. juga telah melakukan penelitian terkait pengaruh kalium permanganat terhadap serat gula aren. penelitian tersebut menunjukkan perlakuan dengan kalium permanganat kadar 0,125% menghasilkan kekuatan tarik yang lebih kuat dibandingkan perlakuan alkalisasi dengan natrium hidroksida dengan kadar 6%. Adapun kekuatan tarik tertinggi sebesar 9 MPa, sedangkan dengan perlakuan alkalisasi natrium hidroksida kurang dari 6 MPa.[6]

Upaya yang dilakukan yaitu dengan dilakukannya perlakuan, yaitu perlakuan kimia kalium permanganat khusus untuk meningkatkan sifat *interface* kekuatan materialnya. Salah satu metode yang

digunakan untuk membuat komposit adalah *Hand Lay Up*. Proses *Hand Lay Up* dipilih karena menghasilkan kualitas komposit yang baik dan memiliki konsistensi yang bagus. Maka permasalahan yang didapat adalah bagaimana pengaruh kadar KMnO_4 terhadap kekuatan tarik komposit fiber bambu betung *epoxy*. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan judul pengaruh kadar kalium permanganat pada komposit fiber bambu betung *epoxy* dan metode *hand lay up*.

Komposit diartikan sebagai suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang mempunyai sifat atau struktur yang tidak sama yang dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan mekanik untuk menghasilkan material yang baru yang memiliki sifat unggul dari material pembentuknya.[7] Bambu merupakan salah satu serat alam yang jumlahnya melimpah di Indonesia, salah satu jenis bambu yang ada adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*), Bambu betung memiliki karakteristik yang cukup bagus, selain harganya yang cukup murah bambu ini juga ramah lingkungan untuk di aplikasikan dalam material komposit, selain itu juga kekuatan bambu ini cukup tinggi dan kekuatan lentur dan impaknya juga tinggi untuk diaplikasikan dalam interior kendaraan.

Proses perlakuan kalium permanganat pada bambu betung ini untuk meningkatkan sifat interface kekuatan materialnya. Perlakuan dengan kalium permanganat (KMnO_4) dengan kadar sedikit terbukti mampu meningkatkan kekuatan tarik dari pada tanpa perlakuan dan dengan perlakuan natrium hidroksida. [8]

Resin epoksi adalah salah satu jenis resin termoset atau plastik yang tidak bisa berubah karena panas (tidak bisa di daur ulang), plastik *termoset* bisa menahan suhu yang tinggi sehingga setelah mengeras tidak dapat dibentuk kembali atau didaur ulang tetapi resin jenis ini memiliki keunggulan dalam hal kekuatan yang tinggi dan penyusutan yang relatif kecil setelah proses *curing*. [9]

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian mekanik secara statis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan sebesar P (*Newton*). Tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat mekanik tarik (kekuatan tarik) dari komposit yang diuji. [9]

2. Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin epoksi (*Bisphenol A-Epichlorohydrin*) sebagai matriks, Hardener (Clycloaliphatic Amine) sebagai pengeras resin, bambu betung (*Dendrocalamus asper*) yang sudah berumur 2 tahun sebagai serat atau *filler* dalam pembuatan komposit, larutan NaOH digunakan untuk menghilangkan unsur lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif lainnya pada serat, larutan KMnO_4 digunakan untuk perendaman pada serat untuk memperkuat sifat interface kekuatan matriks dan serat pada komposit, *Silicon Rubber RTV-48* digunakan untuk membuat cetakan komposit, *Catalyst RTV – SB* digunakan untuk pengeras *silicon rubber*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, Pompa vakum dan resin trap untuk menghiangkan gelembung pada resin setelah di campur hardener, mesin rol untuk menghaluskan saat proses pembuatan serat, cetakan atau molding untuk proses pembuatan sampel komposit dengan metode *hand lay up*, *Universal Testing Machine (UTM)* Alat pengujian yang digunakan untuk mengetahui *tensile properties* suatu komposit bertempat di Laboratorium Polimer, BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional) Puspitek Serpong.

2.2. Proses Pembuatan Serat dan Perlakuan KMnO_4

Dalam proses pembuatan serat ini menggunakan bambu betung (*Dendrocalamus asper*), bambu betung dibuat menjadi lembaran dengan panjang 20 cm dengan diameter kurang lebih dengan ukuran 1 mm tiap lembaran, selanjutnya serat bambu betung di rendam menggunakan larutan NaOH sebanyak 20% selama 2 jam, dengan tujuan untuk melarutkan unsur-unsur seperti lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif lainnya, setelah itu pencucian serat bambu betung menggunakan larutan HCL sebanyak 2%, yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan larutan NaOH, serat bambu betung di rol menggunakan mesin rol yang bertujuan untuk meningkatkan kehalusan pada serat bambu betung, proses ini dilakukan berkali kali sampai serat menjadi lebih halus. Setelah serat selesai dibuat masuk ke proses Perlakuan larutan KMnO_4 untuk meningkatkan sifat interface kekuatan dan ketahanan

materialnya antara matriks dan serat, Adapun variasi kadar KMnO_4 dalam penelitian ini adalah 3%, 5%, dan 7% dengan waktu perendaman 15 menit lalu dikeringkan dalam waktu ± 1 hari.



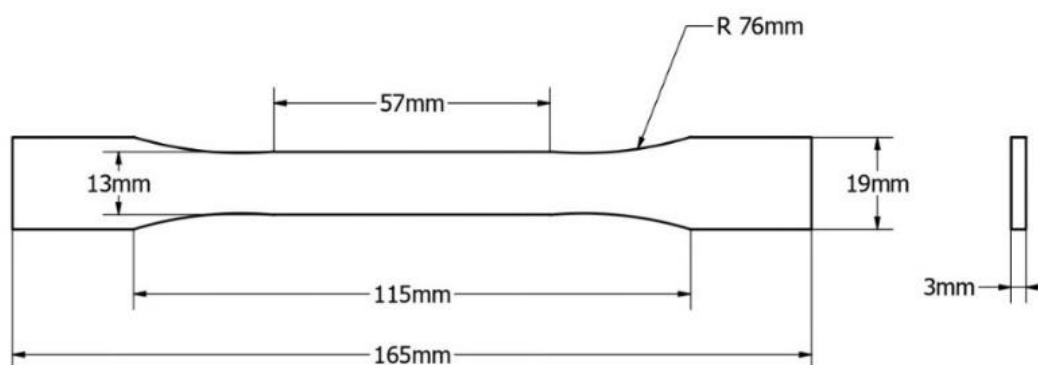
Gambar 1. Proses Pembuatan Serat

2.2. Proses Pembuatan Sampel

Dalam proses pembuatan sampel ada beberapa perhitungan komposit yaitu, $V_{\text{Komp}} = 7,52725 \text{ cm}^3$, Masa Jenis Serat Bambu Betung Kering $\rho_s = 0,78 \text{ g/cm}^3$. [10], Fraksi Volume Serat $V_s = 5\%$. Proses pembuatan menggunakan *metode Hand Lay Up* dengan material cetakan dari *Silicon Rubber RTV-48* dan *Catalyst RTV – SB* sebagai pengerasnya, dalam proses pembuatan cetakannya menggunakan perbandingan 10:1 dengan ukuran cetakan sesuai dengan sampel uji tarik, tahapan proses pembuatannya yaitu pertama cetakan di bersihkan lalu diberikan *mirror glass* agar komposit tidak merekat dengan cetakan ketika dibuka, lapisan serat di letakan pada cetakan sebanyak 5%, siapkan resin epoksi dan hardenernya secukupnya lalu campurkan sampai merata dengan perbandingan 2:1, setelah dicampurkan masukan ke resin trap untuk di vakum yang bertujuan untuk menghilangkan gelembung pada resin, proses ini dilakukan selama 2 kali 10 menit dengan jeda selama 5 menit dengan tekanan vakum sebesar 2, tuangkan resin kedalam cetakan hingga merata, tunggu sampai mengering, proses ini kurang lebih selama 1 hari, sampel komposit angkat dari cetakan lalu lakukan finishing untuk di uji.

2.3 Uji Tarik

Pengujian tarik digunakan untuk melihat kekuatan mekanik pada komposit yaitu *ultimate tensile strength*. Pengujian menggunakan prinsip hukum hooke. Mesin uji tarik akan mengukur beban yang diberikan berdasarkan defleksi dari spesimen yang mengalami penarikan. Pada pengujian ini menggunakan ASTM D-638-14 “*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*”. Dimensi spesimen yang digunakan pada pengujian tarik ini adalah tipe 1 yang ditunjukkan pada Gambar 2 Pengujian dilakukan dengan universal testing machine (UTM).[11]



Gambar 2. Sampel Uji Tarik Standar ASTM D-638-14 Tipe 1.[11]

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik maksimum, dengan cara menarik spesimen sampai putus. Tekanan dan tarikan saat terbentuknya sampel untuk aplikasi kendaraan menyebabkan kerusakan sehingga perlu pengujian kuat tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan membuat spesimen yang disesuaikan dengan standar pengujian tarik ASTM D-638-14 “*Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*”. Dimensi spesimen yang digunakan pada pengujian tarik ini adalah tipe 1. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, data nilai kuat tarik maksimum, regangan dan modulus elastisitas tarik komposit epoksi serat bambu betung terhadap variasi konsentrasi KMnO_4 3%, 5%, dan 7%.

Untuk menghitung besarnya kekuatan tarik maksimum atau *Ultimate Tensile Strength* adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

dimana σ adalah kekuatan tarik (kg/mm^2), P adalah beban (kg), A = luas penampang (mm^2) = lebar x tebal.[9]

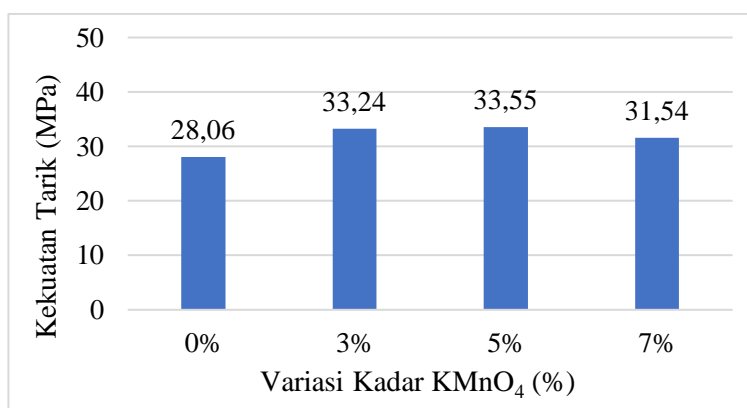
3. Analisis Data dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Uji Tarik

Pada pengujian tarik ini, data yang dihasilkan setelah pengujian yaitu berupa grafik kekuatan tarik yang di peroleh dari persamaan 1 diatas. Hasil yang didapat dari analisis grafik pengujian tarik disetiap variasi kadar KMnO_4 dapat dilihat pada Tabel 1, dan Gambar 3.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Sifat Mekanik Komposit

Sampel Spesimen	Beban (N)	Kekuatan Tarik (MPa)
Tanpa Kadar KMnO_4	1375	28,06
3% KMnO_4	2208	33,24
5% KMnO_4	1858	33,55
7% KMnO_4	1713	31,54



Gambar 3. Diagram Nilai Kekuatan Tarik Komposit

Berdasarkan gambar 4 diatas terlihat bahwa kekuatan tarik tertinggi pada kadar 5% KMnO_4 dengan nilai sebesar 33,55 MPa, kekuatan ini dipengaruhi oleh penambahan persentase perlakuan KMnO_4 sampai batas maksimum yaitu 5% yang dapat meningkatkan kekuatan tarik. Komposit serat bambu betung epoksi yang diberi perlakuan 5% KMnO_4 , kekuatannya paling tinggi dibandingkan dengan komposit serat bambu betung epoksi dengan kadar KMnO_4 3% dan 7% maupun dengan tanpa perlakuan KMnO_4 , sedangkan yang terendah adalah komposit bambu betung epoksi tanpa perlakuan KMnO_4 sebesar 28,06 MPa.

3.2. Pembahasan

Dari hasil pengujian kekuatan tarik didapatkan nilai tertinggi pada kadar 5% KMnO_4 dengan nilai sebesar 33,55 MPa, kekuatan tarik ini dipengaruhi oleh penambahan persentase perlakuan KMnO_4 sampai 5% yang dapat meningkatkan kekuatan tarik. Perlakuan 5% KMnO_4 memiliki kekuatan tarik paling tinggi dibandingkan kadar 3% KMnO_4 , 7% KMnO_4 dan tanpa perlakuan KMnO_4 , sedangkan yang terendah adalah komposit bambu betung tanpa perlakuan KMnO_4 sebesar 28,06 MPa.

Pada komposit yang diperkuat dengan serat bambu betung dengan kadar 5% KMnO_4 didapat nilai kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 33,55 MPa, ini karena dipengaruhi setelah dilakukannya perlakuan KMnO_4 sampai batas maksimum yaitu 5%, menyebabkan perubahan pada *interface* antara serat dan matriks yang baik, karena kekuatan komposit adalah gabungan antara kekuatan matriks dan serat, sehingga akan tergantung dari sifat *interface* tersebut, semakin baik ikatan antara serat dan matriks maka beban tarik yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat dengan baik, dan sebaliknya apabila *interface* serat dan matriks kurang kuat maka beban tarik hanya di tahan oleh matriks saja.[12]

Pada komposit yang diperkuat serat bambu betung tanpa dilakukannya perlakuan KMnO_4 menghasilkan nilai kekuatan tarik paling rendah dengan nilai 28,06 MPa, ini dikarenakan ikatan serat dan matriks kurang baik. Sehingga sifat *interface* pada komposit serat bambu betung tanpa perlakuan KMnO_4 kurang baik, karena terhalang oleh adanya lapisan yang menyerupai lilin atau biasa disebut lignin di permukaan serat, sehingga ketika diuji tarik kegagalan didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matriks yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat yang disebut dengan istilah "fiber pull out". Pada kondisi kegagalan ini, matriks dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar, tetapi karena ikatan antara serat dan matriks gagal, maka komposit mengalami kegagalan lebih awal.[13]

Pada komposit kadar KMnO_4 7% menghasilkan kekuatan tarik sebesar 31,54 MPa, ternyata kekuatan tariknya menurun dibandingkan dengan kadar 5% KMnO_4 . Hal ini disebabkan pada perlakuan KMnO_4 7% hemiselulosa, lignin dan pektin hilang sama sekali maka kekuatan serat alam akan menurun karena kumpulan microfibril penyusun serat yang disatukan oleh lignin dan pektin akan terpisah, sehingga serat hanya berupa serat-serat halus yang terpisah satu sama lain. Serat menjadi sedikit rapuh sehingga sifat kekuatan *interface* antara serat dan matriks kurang baik, sehingga besarnya regangan dan tegangan yang mampu ditahan oleh komposit menjadi menurun. Oleh sebab itu peningkatan kekuatan antar muka akan optimum pada penambahan larutan KMnO_4 tertentu, pada penelitian ini yaitu sebesar 5% KMnO_4 . [13]

4. Kesimpulan

Pada kekuatan tarik didapatkan hasil kekuatan tarik yang paling tinggi ada pada spesimen kadar KMnO_4 5% yaitu sebesar 33,55 MPa, karena dipengaruhi setelah dilakukannya perlakuan menggunakan KMnO_4 sampai batas maksimum yaitu 5%, menyebabkan perubahan pada *interface* antara serat dan matriks yang baik, dan paling rendah pada spesimen tanpa perlakuan kadar KMnO_4 yaitu sebesar 28,06 MPa, karena ikatan serat dan matriks kurang baik sehingga sifat *interface* pada komposit serat bambu betung tanpa perlakuan KMnO_4 kurang baik, karena terhalang oleh adanya lapisan lignin di permukaan serat, sehingga ketika diuji tarik kegagalan di dominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matriks yang diakibatkan oleh tegangan geser di permukaan serat yang disebut dengan istilah "fiber pull out".

Referensi

- [1] Government of Canada. Learn the facts: Weight affects fuel consumption. Natural Resources Canada. 2016.
- [2] Feraboli P, Masini A, Bonfatti A. Advanced composites for the body and chassis of a production high performance car. Int J Veh Des. 2007;44(3–4):233–46.
- [3] Refiadi G, Syamsiar YS, Judawisastra H. Sifat Komposit Epoksi Berpenguat Serat Bambu Pada Akibat Penyerapan Air. J Sains Mater Indones. 2018;19(3):98.
- [4] Popat TV, Patil AY. A Review on Bamboo Fiber Composites. IRE Journals. 2017;1(2):54–72

-
- [5] Imoisili PE, Jen TC. Mechanical and water absorption behaviour of potassium permanganate (KMnO₄) treated plantain (Musa Paradisiacal) fibre/epoxy bio-composites. *J Mater Res Technol.* 2020;9(4):8705–13
- [6] Mohammed AA, Bachtiar D, Rejab I and MRM, Hasany SF. Effect of Potassium Permanganate on Tensile Properties of Sugar Palm Fibre Reinforced Thermoplastic Polyurethane. *Indian J Sci Technol.* 2017;10(7):1–5.
- [7] A. Pambudi, “Proses manufaktur komposit berpenguat serat bambu betung (dendrocalamus asper) dan matriks unsaturated polyester dengan metode hand lay-up untuk aplikasi otomotif,” p. 102, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/43277/>.
- [8] Witono K, Irawan YS, Soenoko R, Suryanto H. Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap. *J Rekayasa Mesin.* 2013;4(January):227–34.
- [9] F. P. Aritonang, “Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Fraksi Volume 3%. 5%, dan 7%,” *Fak. Sains dan Tak. Univ. Sanata Dharma. Yogyakarta*, 2017.
- [10] F. T. Wulandari, “Karakteristik dan Sifat Fisik Bambu Petung (Dendrocalamus asper. Backer) di Kawasan Hutan Kemasyarakatan (HKM) Desa Aik Bual, Provinsi Nusa Tenggara Barat,” *Bul. LOUPE*, vol. 15, no. 01, pp. 44–49, 2019.
- [11] American Society for Testing and Materials, “ASTM D638-14, Standard Practice for Preparation of Metallographic Specimens,” *ASTM Int.*, vol. 82, no. C, pp. 1–15, 2016, doi: 10.1520/D0638-14.1.
- [12] J. Teknik, M. Universitas, and M. Jember, “Pengaruh Waktu Perlakuan Kalium Permanganate (KMnO₄) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Kosjoko, Achmad As’ad Sonief 2), Djoko Sutikno 2),” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 3, pp. 193–198, 2011.
- [13] B. Marya 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. nti, A. Sonief, and S. Wahyudi, “Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik,” *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.