

Rekayasa Kekuatan Tarik terhadap *Polymer Hybrid Composite* Variasi Penambahan Serat Daun Nanas dan Serbuk Arang

Engineering Of Tensible Strength of Polymer Hybrid Composite Variation Additional Fiber Leaves and Charcoal Powder

Harijono^{1*}, Fahmi Juhan Syah, S. ST², Hartono³

¹ Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

² Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

³ Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

* harijono@polije.ac.id

SUBMITTED : OCT 23, 2021

ACCEPTED : JAN 12, 2022

PUBLISHED : AUG 30, 2022

ABSTRAK

Pada saat ini permintaan bahan semakin meningkat dengan sifat mekanis yang baik serta ekonomis. Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka digunakanlah bahan komposit. Komposit adalah gabungan dua atau lebih material yang tercampur secara tidak homogen terdiri dari matriks dan penguat. Berbagai penelitian yang dilakukan umumnya menggunakan satu macam jenis serat sehingga sifat komposit bergantung pada satu serat yang digunakan. Oleh karena itu, penulis menggunakan kombinasi serat daun nanas dan serbuk arang sebagai bahan penguat *polymer hybrid composite* untuk menghasilkan sifat gabungan antara kedua penguat tersebut. Penelitian yang telah dilakukan memiliki tujuan mengetahui pengaruh variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impact *polymer hybrid composite*. Selain itu penelitian bermanfaat memberikan informasi kepada pembaca terkait kekuatan dan ketangguhan *polymer hybrid composite* dengan penguat serat daun nanas dan serbuk arang. Terdapat tiga variasi perbandingan serat daun nanas dan serbuk arang yaitu 10%:30%, 20%:20%, dan 30%:10% yang digunakan pada uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat daun nanas yang diakibatkan oleh pendistribusian beban yang baik serta kemampuan menahan beban tarik yang meningkat. Adapun hasil rata-rata *ultimate tensile strength* masing-masing 30,15 N/mm², 41,56 N/mm², dan 63,59 N/mm². Sedangkan nilai ketangguhan yang semakin menurun seiring dengan pertambahan serat daun nanas karena ikatan antara serat dengan matriks yang semakin melemah Adapun hasil rata-rata harga impact masing-masing 0,50 J/mm², 0,44 J/mm², dan 0,38 J/mm²

Kata kunci — Komposit , Polymer Hybrid Fiber Composite, ultimate tensile strength, Matriks.

ABSTRACT

At this time the demand for materials is increasing with good mechanical properties and is economical. In an effort to meet these needs, composite materials are used. Composite is a combination of two or more materials that are not homogeneously mixed consisting of a matrix and reinforcement. Various studies conducted generally use one type of fiber so that the properties of the composite depend on the one fiber used. Therefore, the authors use a combination of pineapple leaf fiber and charcoal powder as a polymer hybrid composite reinforcement material to produce the combined properties of the two reinforcements.

The research that has been carried out has the aim of knowing the effect of variations in the addition of pineapple leaf fiber and charcoal powder on the tensile strength and impact toughness of the polymer hybrid composite. In addition, this research is useful in providing information to readers regarding the strength and toughness of polymer hybrid composites with pineapple leaf fiber reinforcement and charcoal powder.

There are three variations of the ratio of pineapple leaf fiber and charcoal powder, namely 10%:30%, 20%:20%, and 30%:10% used in the tensile test. The results showed that the tensile strength increased along with the volume fraction of pineapple leaf fiber which was caused by a good load distribution and increased ability to withstand

 OPEN ACCESS

© 2022. Harijono, Fahmi Juhan Syah, S. ST, Hartono



Creative Commons
Attribution 4.0 International License



tensile loads. The average ultimate tensile strength results are 30.15 N/mm², 41.56 N/mm², and 63.59 N/mm², respectively. Meanwhile, the toughness value decreases with the addition of pineapple leaf fiber because the bond between the fiber and the matrix is getting weaker. The average impact price is 0.50 J/mm², 0.44 J/mm², and 0.38 J, respectively. /mm²

Keywords — Composite, Polymer Hybrid Fiber Composite, ultimate tensile strength, Matrix.

 **OPEN ACCESS**

© 2022. Harijono, Fahmi Juhan Syah, S. ST, Hartono



Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam industri Pertanian sangat pesat salah satunya pada bidang Ilmu Bahan. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bahan maju mendorong meningkatnya permintaan bahan dengan kualitas yang terbaik yakni bahan dengan berat yang ringan, tahan korosi, densitas rendah, kuat, tahan keausan dan *fatigue* serta ekonomis. Sebagai upaya memenuhi permintaan kualitas bahan yang semakin meningkat tersebut maka digunakanlah suatu bahan komposit. Penggunaan serat alam sebagai serat pada komposit sangat tepat di Indonesia khususnya serat daun nanas. Berdasarkan pusat data dan informasi pertanian (2015), Indonesia merupakan negara penghasil nanas terbesar ketiga se-Asia Tenggara setelah Filipina dan Thailand dengan kontribusi sekitar 23%. Selain itu terdapat limbah yang banyak tidak dimanfaatkan yaitu limbah hasil pembakaran kayu dan tumbuh-tumbuhan berupa arang. Arang dapat juga dimanfaatkan sebagai penguat komposit berbentuk partikel. Berbagai latar belakang di atas memunculkan gagasan untuk melakukan penelitian tentang variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang dalam pembuatan *polymer hybrid composite* terhadap kekuatan tarik.

2. Metodologi

2.1. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental karena menggunakan beberapa variabel bebas yang diterapkan pada tiap sampel uji kemudian untuk dibandingkan hasil dari pengujian tarik pada sampel uji tersebut.

2.2. Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian : Laboratorium Logam Politeknik Negeri Jember
- Waktu pelaksanaan : 25 Juli 2021 s/d 25 Oktober 2021

2.3. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

Resin bening 157	Rubber Silicon	Amplas kasar
Catalist Mekpo	Acrylic 6mm	Amplas Halus
Serat ijuk	Serbuk Arang	Detergen

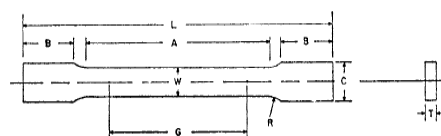
Alat yang digunakan adalah :

Gerinda mesin	Gelas ukur	Wadah
Ayakan Mesh 50	Stik pengaduk	Gunting
Cetakan/moulding	Jangka sorong	Kapi pvc
Pipet tetes	Neraca digital	Mistar ukur
Alat uji tarik	Kaca tipis	Kiln drum

2.4. Prosedur pembuatan specimen

- Pemilahan serat daun nanas
- Pembuatan serbuk arang tempurung kelapa
- Pembuatan spesimen

Pembuatan spesimen menggunakan metode *hand lay-up*. Pengujian tarik yang akan dilakukan dalam penelitian ini menggunakan ukuran standar menurut ASTM E8



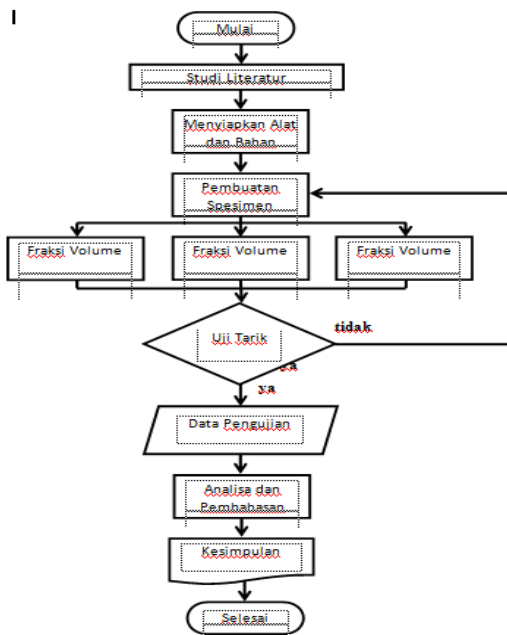
Gambar 1. Gambar Spesimen

Proses pembuatan spesimen uji tarik pada penelitian ini sebagai berikut.

- Menyiapkan cetakan sesuai dengan dimensi standar spesimen uji ASTM E8.
- Membuat campuran antara resin dengan katalis dengan konsentrasi katalis 1% dari jumlah resin.
- Mengaduk campuran resin katalis.
- Memasukkan serbuk arang yang telah diukur sesuai takaran yang telah ditentukan.
- Mengaduk campuran resin, katalis dan serbuk arang.
- Meletakkan mika pada dasar cetakan.
- Menuangkan campuran resin, katalis dan serbuk arang ke dalam cetakan yang disiapkan.

8. Menyisir serat daun nanas secara perlahan untuk menata posisi serat supaya lurus.
9. Memasukkan serat daun nanas sesuai takaran yang ditentukan ke dalam cetakan yang berisi campuran resin, katalis dan serbuk arang.
10. Meratakan resin pada serat daun nanas supaya resin memasuki rongga antar serat.
11. Tutup menggunakan mika dan kaca dan tunggu hingga 2 jam (adonan lunak).
12. Membuat kembali campuran antara resin dengan katalis dengan konsentrasi katalis 1% dari jumlah resin.
13. Mengangkat spesimen yang lunak dari cetakan.
14. Menuangkan kembali campuran matriks dan arang pada dasar cetakan.
15. Letakkan kembali spesimen lunak pada cetakan.
16. Menuang kembali adonan matriks dan serbuk arang di atas spesimen yang masih lunak.
17. Menutup cetakan dengan mika dan kaca supaya permukaan spesimen rata.
18. Memberi beban 3 Kg di bagian atas kaca untuk menekan spesimen yang sedang dicetak.
19. Menunggu spesimen kering.

2.5. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir

2.6. Parameter penelitian

Variabel terikat, dan variabel terkontrol.

2.6.1. Variabel bebas

Perbandingan volume *filler* antara serat daun nanas dan serbuk arang masing-masing 10%:30%, 20%:20%, 30%:10% dari volume spesimen.

2.6.2. Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil uji tarik.

2.6.3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah jumlah katalis yang digunakan yaitu 1% dari volume resin, ukuran partikel serbuk arang lolos *mesh*50,

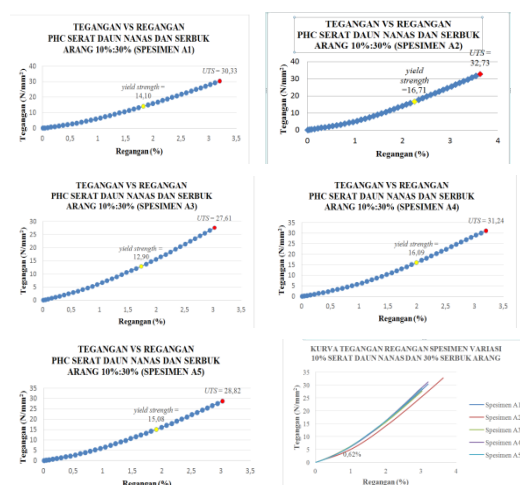
2.7. Analisis Data

Pada penelitian melakukan analisa yaitu analisa berdasarkan data hasil uji tarik.

3. Pembahasan

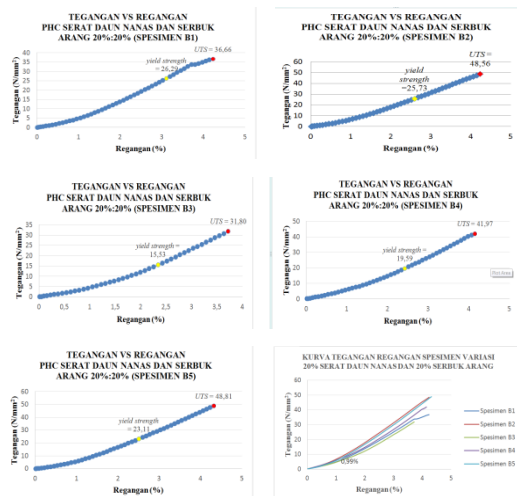
3.1. Hasil

Setiap spesimen uji menghasilkan hasil data uji tarik mulai dari awal pemberian gaya tarik hingga spesimen putus. Hasil data uji tarik tiap spesimen ini disajikan dalam bentuk grafik tegangan vs regangan.



Gambar 3. Hasil Uji

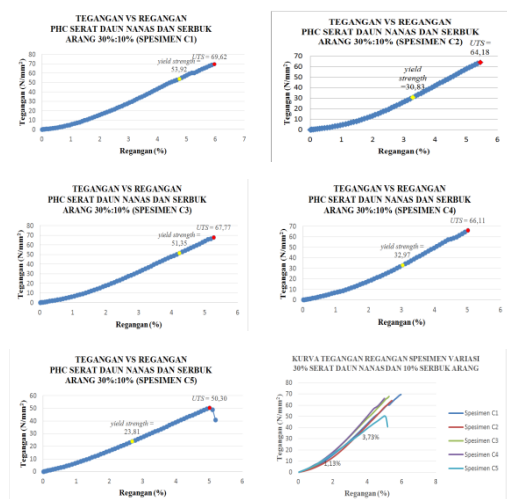
Pada gambar di atas diketahui kurva tegangan regangan spesimen A1, A3, A4, A5 memiliki bentuk kurva yang hampir sama. Dapat dilihat bahwa garis kurva tegangan regangan A1, A3, A4, A5 yang berimpitan. Terdapat perbedaan pada kurva spesimen A2 dibandingkan spesimen A1, A3, A4, A5 dimana pada saat regangan 0,62% kurva A2 berada di bawah keempat kurva tersebut. Perbedaan yang terjadi pada spesimen A2 disebabkan spesimen A2 yang mengalami peregangan yang lebih besar dengan nilai tegangan yang lebih kecil atau sama dibandingkan empat spesimen lainnya (spesimen A1, A3, A4, A5). Namun, kurva yang dimiliki oleh spesimen A2 memiliki bentuk yang sama dengan kurva spesimen A1, A3, A4, dan A5 yaitu berbentuk parabola terbuka ke atas yang menandakan kondisi spesimen saat menerima beban tarik adalah sama hingga spesimen terputus walaupun menghasilkan nilai *UTS* yang berbeda dengan nilai *UTS* tertinggi pada spesimen A2 sebesar 32,73 N/mm² dan terendah pada spesimen A3 yaitu 27,61 N/mm² seperti yang ditampilkan juga pada tabel di atas.



Gambar 4. Perbandingan dari beberapa kurva tegangan

Pada gambar di atas menunjukkan perbandingan dari beberapa kurva tegangan regangan pada spesimen B1 hingga B5. Kurva tegangan regangan ke lima spesimen (B1-B5) berbentuk parabola terbuka ke atas dan memiliki garis kurva yang sama sampai pada regangan 0,99% kemudian kurva mulai menjauh setelah melewati nilai regangan tersebut. Hal tersebut diakibatkan oleh kondisi yang berbeda pada tiap

spesimen pada saat mendapat beban tarik atau saat pengujian tarik berlangsung hingga patah. Kurva tegangan regangan spesimen B2 dan B5 memiliki kurva yang sangat dekat seperti ditunjukkan pada gambar 4.12. Hal ini menandakan spesimen B2 dan B5 memiliki kondisi yang mirip saat tertarik hingga patah dengan nilai *UTS* 48,56 N/mm² untuk spesimen B2 dan 48,81 N/mm² untuk spesimen B5. Selain itu juga terdapat kurva di bawah B2 dan B5 yaitu kurva tegangan regangan B3 dan B4 yang menunjukkan penambahan regangan yang besar dengan penambahan tegangan yang kecil dengan nilai *UTS* masing-masing 31,80 N/mm² dan 41,97 N/mm². Sedangkan pada kurva tegangan regangan spesimen B1 mengalami lekukan kecil saat hendak mencapai *UTS* yang disebabkan keretakan sebagian pada spesimen B1. Sehingga ketika grafik tersebut hendak mencapai *UTS* maka turun sesaat kemudian tegangan bertambah hingga material patah pada saat *UTS* dengan nilai 36,66 N/mm².

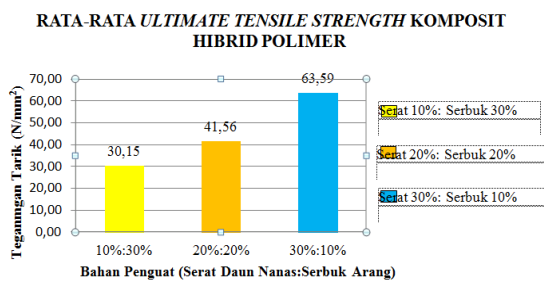


Gambar 5. Kurva tegangan regangan spesimen C1 sampai spesimen C5

Pada gambar di atas ditunjukkan kurva tegangan regangan spesimen C1 sampai spesimen C5 dengan variasi bahan penguat 30% serat daun nenas dan 10% serbuk arang. Pada gambar di atas menunjukkan kurva spesimen C1, C2, C3, dan C4 memiliki bentuk yang sama yang menandakan bahwa tiap spesimen saat dilakukan uji tarik memiliki kondisi yang serupa dengan nilai *UTS* yang berbeda dari spesimen C1, C2, C3, dan C4 yaitu 69,62 N/mm², 64,18 N/mm², 67,77 N/mm², 66,11 N/mm². Perbedaan bentuk

grafik terjadi pada kurva tegangan regangan spesimen C5. Dimana pada kurva tegangan regangan spesimen C5 memiliki bentuk kurva yang hampir lurus sehingga mengalami perpotongan sumbu dengan kurva spesimen C1 dan C2 pada regangan 3,73%. Perpotongan kurva ini dapat terjadi karena pada saat regangan 3,73% memiliki nilai tegangan yang berdekatan yaitu 38,99 N/mm² untuk spesimen C1, 37,52 N/mm² untuk spesimen C2 dan spesimen C5 dengan tegangan 35,63 N/mm². Kurva tegangan regangan spesimen C5 menunjukkan sifat spesimen C5 saat mendapat beban tarik ditunjukkan pada penurunan kurva tegangan regangan setelah mencapai tegangan 50,30 N/mm² yang disebabkan oleh kemampuan spesimen menahan tegangan yang semakin menurun dan regangan bertambah.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari tiap variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang terhadap kekuatan tarik pada material komposit hibrid polimer dengan menggunakan matriks *thermoset* resin 157. Pada gambar di bawah ditunjukkan terdapat tiga variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang yaitu 10%:30%, 20%:20%, dan 30%:10%. Setiap variasi penambahan menunjukkan perbedaan nilai *ultimate tensile strength* yang signifikan seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata *ultimate tensile strength*

Pada gambar 6 ditunjukkan perbedaan rata-rata *ultimate tensile strength* tiap variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang. Hal ini menunjukkan perbedaan tersebut sangat dipengaruhi oleh variasi volume dari penguatnya. Pada variasi penambahan serat daun nanas dan serbuk arang sebesar 10%:30% memiliki nilai rata-rata tegangan tarik maksimum 30,15 N/mm². Kemudian meningkat menjadi 41,56 N/mm² pada variasi penambahan

serat daun nanas dan serbuk arang sebanyak 20%:20%. Selanjutnya pada variasi yang terakhir dengan menambahkan serat daun nanas sebanyak 30% dan serbuk arang yang digunakan hanya 10% menghasilkan rata-rata nilai *ultimate tensile strength* 63,59 N/mm². Nilai rata-rata *ultimate tensile strength* semakin meningkat seiring dengan penambahan fraksi volume serat daun nanas dan berkurangnya fraksi volume serbuk arang. Rata-rata *ultimate tensile strength* yang meningkat disebabkan oleh kemampuan komposit yang semakin membaik saat menerima beban tarik seiring dengan bertambahnya serat daun nanas dan beban dapat didistribusikan dengan baik oleh matriks menuju serat. Pertambahan fraksi volume serat daun nanas dari 10% menjadi 30% mengakibatkan gaya tarik yang mampu ditahan oleh serat semakin besar sehingga kekuatan tarik meningkat. Pada hasil pengujian tarik yang dilakukan menunjukkan bahwa peran serat daun nanas mampu menutupi kelemahan serbuk arang saat menerima beban tarik.

3.2. Gambar Hasil

No	Perbandingan Serat:Arang	Pembahasan (F) (N)	Panjang Awal (Lo) (mm)	Perubahan Panjang (ΔL) (mm)	Luas Penampang (A) (mm ²)	UTS (σ=F/A) (N/mm ²)	Regangan* (ε=ΔL/Lo x 100%) (%)	Rata-rata UTS (N/mm ²)	Rati-Rata Regangan (%)
A1	10%:30%	1895,6	116	2	62,5	30,33	1,72	30,15	0,43
A2		2045,5	116	0	62,5	32,73	0,00		
A3		1725,8	116	0	62,5	27,61	0,00		
A4		1952,6	116	0,5	62,5	31,24	0,43		
A5		1801	116	0	62,5	28,82	0,00		
B1	20%:20%	2291,3	116	2	62,5	36,66	1,72	41,56	0,52
B2		3035,1	116	0	62,5	48,56	0,00		
B3		1987,3	116	0	62,5	31,80	0,00		
B4		2623,4	116	1	62,5	41,97	0,86		
B5		3050,7	116	0	62,5	48,81	0,00		
C1	30%:10%	4351	116	0	62,5	69,62	0,00	63,59	0,52
C2		4011,4	116	0	62,5	64,18	0,00		
C3		4235,4	116	1	62,5	67,77	0,86		
C4		4131,7	116	0	62,5	66,11	0,00		
C5		3143,7	116	2	62,5	50,30	1,72		

Gambar 7. Gambar hasil uji tarik komposit hibrid serat daun nanas dan serbuk arang

Pada Gambar 7 ditunjukkan bahwa tiap variasi perbandingan volume serat daun nanas dan serbuk arang tempurung kelapa memiliki perbedaan nilai tegangan dan regangan. Nilai tegangan dapat ditentukan dengan perhitungan menggunakan persamaan 2.5 yaitu membagi beban dengan luas penampang spesimen. Sedangkan besar regangan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.4 yaitu menghitung selisih panjang akhir dengan panjang awal dibagi panjang awal pada spesimen

kemudian diubah dalam satuan persen seperti ditunjukkan pada perhitungan pada lampiran 7. Berdasarkan nilai tegangan dan regangan dari hasil pengujian tiap spesimen diperoleh rata-rata nilai tegangan dan regangan. Nilai rata-rata *Ultimate Tensile Strength (UTS)* secara berturut-turut yaitu 30,15 N/mm², 41,56 N/mm², dan 63,59 N/mm² untuk variasi perbandingan serat daun nanas dengan serbuk arang 10%:30%, 20%:20%, dan 30%:10%. Sedangkan nilai rata-rata regangan secara berturut-turut adalah 0,43%, 0,52%, dan 0,52% untuk variasi perbandingan serat daun nanas dengan serbuk arang 10%:30%, 20%:20%, dan 30%:10%.

4. Kesimpulan

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada pengamatan, penelitian serta analisa hasil penelitian yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan yang sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat.

- Semakin bertambahnya serat mengakibatkan distribusi beban semakin membaik serta beban tarik yang mampu ditahan oleh spesimen semakin besar sehingga kekuatan tarik meningkat.

4.2. Saran

- Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan pengujian berupa uji kekerasan dan uji bending
- Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan perlakuan alkali pada serat dengan variasi konsentrasi cairan alkali (NaOH) karena mampu membersihkan permukaan serat dengan mengurangi kadar wax, lignin dan selulosa
- Supaya penelitian bermanfaat, penelitian dapat langsung dengan membuat benda uji berbentuk produk untuk dilakukan pengujian dengan beban sebagai pendekatan aktual. Karena kekuatan komposit serat daun nanas dan serbuk arang memenuhi standar bahan helm SNI yaitu 33.93 MPa

Daftar Pustaka

- Alfiandi, A. 2016. Kekuatan dan Ketangguhan Hybrid Fibre Composite Serat Ijuk Aren dan Serat Sekam Padi. Skripsi. Jember: Politeknik Negeri Jember
- Asmoro, R.W. 2012. Pengaruh Prosentase Serbuk Arang Batok Kelapa Bermatrik Polyester Pada Komposit Bahan Kampas Rem Sepeda Motor. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Astuti, N.J. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Genteng Polimer Menggunakan Aspal dan Polypropilen dengan Variasi Komposisi dan Serat Nanas Terorientasi. Thesis. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Chawla, K.K. 2013. Composite Materials Science and Engineering. 3rd ed. New York: Springer. P 82
- Fadlu, A., Setyoko, B. 2014. Studi Kelayakan Mekanik Komposit Serat Rami Acak-Polyester Sebagai Bahan Helm Standar SNI. Jurnal. Semarang: Universitas Diponegoro
- Firman, SH., Muris., Subaer. 2015. Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau dari Fraksi Massa dengan Orientasi Serat Acak. Jurnal. Makassar: Universitas Negeri Makassar
- Hartono, M., Rifai, H., Subawi. 2016. Pengenalan Teknik Komposit. Yogyakarta: Deepublish
- Lumintang, R.C.A., Soenoko, R., Wahyudi, S. 2011. Komposit Hibrid Polyester Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa. Jurnal. Malang: Universitas Brawijaya
- Nuryati, L., Novianti. 2015. Outlook Komoditas Pertanian Sub sector Hortikultura Nenas. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian 2015
- Perdana, M., R. Perdana Yursaldi. 2016. Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekuatan Lentur Green Composite Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan. Padang: Jurnal Ipteks Terapan. Hal 276-284
- Sriwita, D., Astuti. 2014. Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas Polyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat. Jurnal. Padang: Universitas Andalas
- Setyawan, P.D., Sari, N.H., Putra, D.G.P. 2012. Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (UP). Jurnal. Mataram: Universitas Mataram
- Susanah, Y., Widayani. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Menggunakan Arang dan Serat Bambu Apus dengan Matriks Epoxy Resin. Jurnal. Bandung: SNIPS 2011
- Wahyudyanto, J. 2016. Pengaruh Filler Mikro Partikel Karbon Tempurung Kelapa (CMP-CS) Terhadap Photo Makro dan Kekuatan Tarik Komposit Polyester. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

