

KEMAMPUAN TARIK DAN IMPAK KOMPOSIT *HYBRID* SERAT ALAM DENGAN PENAMBAHAN KARBON AKTIF

Rizkian Mubarak¹, Xander Salahudin², Nani Mulyaningsih³
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
rizkian111mb@gmail.com¹, xander@untidar.ac.id²,
nani_mulyaningsih@untidar.ac.id³

ABSTRAK

Serat ampas tebu (*bagasse*) dan limbah serat sabut kelapa merupakan limbah organik dengan potensi 1,5 ribu ton sabut kelapa dan 1 juta ton ampas tebu. Potensi tersebut belum dimaksimalkan penggunaannya dan belum digunakan menjadi produk teknis, salah satunya sebagai bahan komposit *hybrid*. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tarik dan impak komposit *hybrid* serat alam dengan penambahan karbon aktif. Metode awal pembuatan komposit yang dilakukan dengan perlakuan alkali menggunakan NaOH 5%. Menggunakan resin *polyester yucalac* BQTN 157 dengan katalis MEKPO. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Variasi yang digunakan yaitu persentase komposisi karbon aktif yang sebesar 0%, 1%, 3%, 6% dan 9%. Proses pengujian tarik menggunakan standar ASTM D 638 dan pengujian ketangguhan impak dengan standar ASTM D 265-03. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa hasil dari uji tarik terbaik pada variasi persentase karbon aktif 9% sebesar 15,80 MPa, untuk hasil pengujian ketangguhan impak terbaik pada variasi persentase karbon aktif 1% sebesar 0,043 J/mm² dengan energi terserap sebesar 4,6 J. Semakin besar variasi karbon aktif yang diberikan, semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang dihasilkan, sedangkan semakin tinggi variasi komposisi karbon aktif yang diberikan maka semakin kecil energi yang terserap sehingga harga impaknya menurun.

Kata kunci : komposit, karbon aktif, serat tebu, serat kelapa.

ABSTRACT

Bagasse fiber and coconut coir fiber waste are organic wastes with a potential of 1.5 thousand tons of coconut fiber and 1 million tons of bagasse. This potential has not been maximized and has not been used as a technical product, one of which is as a hybrid composite material. Based on this background, this research was conducted to determine the tensile and impact capabilities of natural fiber hybrid composites with the addition of activated carbon. The initial method of making composites was carried out by alkaline treatment using 5% NaOH. Using yucalac BQTN 157 polyester resin with MEKPO catalyst. Composites are made using the hand lay-up method. The variation used is the percentage of activated carbon composition which is 0%, 1%, 3%, 6% and 9%. The tensile testing process uses the ASTM D 638 standard and the impact toughness test uses the ASTM D 265-03 standard. Based on the results of the study, that the best tensile test results in the percentage variation of 9% activated carbon is 15.80 MPa, for the best impact toughness test results at 1% activated carbon percentage variation is 0.043 J/mm² with absorbed energy of 4.6 J. The greater the variation of activated carbon given, the higher the value of the resulting tensile strength, while the higher the variation in the composition of activated carbon given, the smaller the energy absorbed so that the impact price decreases.

Keyword: composite, activated carbon, sugarcane fiber, coconut fiber.

PENDAHULUAN

Serat ampas tebu (*bagasse*) termasuk limbah organik yang dihasilkan oleh pabrik pembuatan gula tebu. Selain sebagai hasil limbah pabrik tebu, serat ampas tebu (*bagasse*) juga memiliki nilai manfaat yang tinggi, mudah didapat, murah, tidak mengganggu kesehatan, dan dapat terdegradasi secara ilmiah [2]. Menurut data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia masih terdapat 40% serat ampas tebu (*bagasse*) yang belum digunakan [9]. Selain serat ampas tebu perlu juga adanya optimalisasi limbah serat sabut kelapa sehingga dapat digunakan untuk bahan baku penguat pada material komposit [3].

Penggunaan kayu dalam kapal menyebabkan berkurangnya sumber daya hutan dan membuat kemampuan hutan untuk menghasilkan kayu menurun, berdasarkan laporan *the state of the world's forest* 2020 menyatakan sejak 1990 diperkirakan sudah ada 420 juta hektar hutan telah hilang. Berdasarkan badan pusat statistik pada tahun 2016 terdapat sebanyak 183.139 kapal kayu dan kapal serat kaca (*fiber glass*) sementara itu, serat kaca (*fiber glass*) merupakan serat sintesis yang sulit terurai secara alami dan memiliki dampak pencemaran bagi lingkungan. Serat kaca (*fiber glass*) sebagai material kapal juga masih sering mengalami kerusakan karena serat gelas tidak dapat menahan gaya yang diterimanya dari terpaan gelombang laut dan menyebabkan serat gelas pecah [8].

Kekuatan material komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya dengan menggunakan NaOH sebagai penguat material komposit pada serat. Material komposit yang tidak dilakukan perlakuan alkali, maka akan terjadi ikatan antara serat dengan resin yang tidak sempurna dikarenakan terhalang oleh lapisan berupa lilin yang ada pada permukaan serat [9]. Perlakuan serat yang paling optimal pada komposit yaitu dengan perlakuan NaOH 5% pada serat selama 2 jam, semakin lama material serat direndam dengan NaOH dapat

menghilangkan lapisan lignin serta pengotor lainnya, sehingga dapat membuat ikatan *interface* antara serat dan resin semakin kuat [9].

Pada penelitian menggunakan serat ampas tebu sebagai material komposit kapal, dihasilkan kekuatan tarik sebesar 1,69 kg/mm² lebih kecil 83,50% dari standar Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) dan modulus elastisitas sebesar 115,85 kg/mm² lebih kecil 83,89% dari standar Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) yang telah ditetapkan. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan material *hybrid* yaitu dengan menggabungkan atau menyatukan dua serat atau lebih menjadi satu susunan material komposit. Komposit *hybrid* serat kelapa dengan tebu dapat menghasilkan ketangguhan impact dan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan serat ampas tebu dengan hasil uji tarik sebesar 11,73 kg/mm² dan 414,46 kg/mm² untuk modulus elastisitasnya dengan kekuatan impact sebesar 0,42 J/mm² data tersebut sudah lebih baik dari penelitian sebelumnya namun masih dibawah standar BKI yang ditetapkan, ini dikarenakan perlakuan NaOH pada serat mampu meningkatkan kekuatan tarik namun mengakibatkan kemampuan serat penguat terhadap modulus elastisitas menurun dan menjadikannya getas sehingga diperlukan penambahan karbon aktif dalam pembuatannya [7]. Penggunaan karbon aktif dalam pembuatan komposit dapat meningkatkan nilai tegangan-regangan komposit [6], dalam penelitiannya pada komposit *polyester* didapat nilai regangan maksimum dengan variasi karbon aktif 1%, 3%, 6% terdapat kenaikan, sedangkan untuk tegangan maksimum terjadi kenaikan pada variasi karbon aktif 1%.

Karbon aktif merupakan hasil karbonasi dan memiliki banyak kegunaan. Permukaan karbon aktif memiliki luas kurang lebih 300-3500 m²/gram, yang dapat menyebabkan sifat absorpsi. Jika sifat mekanik material komposit kurang baik, maka harus dilakukan tindakan untuk mengatasi dengan

menambahkan elemen penguat, salah satunya dengan menambahkan karbon aktif [6].

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu hasil dari komposit *hybrid* serat ampas tebu dan sabut kelapa menghasilkan nilai modulus elastisitas yang masih di bawah standar yang ditetapkan BKI, sedangkan penelitian mengenai komposit *polyester* karbon aktif memberikan kesimpulan bahwa dengan penambahan karbon aktif mampu meningkatkan modulus elastisitasnya [6], penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *hand lay up* dan penulis menambahkan variabel karbon aktif yang berbeda dengan komposit *hybrid* serat ampas tebu dan serat sabut kelapa. Dalam penelitian yang akan dilakukan yaitu variasi komposisi fraksi volume yang akan dilakukan yaitu 30% kelapa, 10% tebu, dan 60% resin *unsaturated polyester* 157 BQTN-EX dan katalis MEKPO dengan variasi karbon aktif yaitu 0%, 1%, 3%, 6% dan 9%. Perlakuan alkali yang digunakan yaitu 5% dengan perendaman 2 jam. Pengujian yang akan dilakukan peneliti adalah pengujian tarik dengan standar ASTM D638 dan pengujian impak dengan standar ASTM D256.

METODE

Metode penelitian yang dilakukan dengan percobaan secara langsung karena data-data yang dibutuhkan berasal dari sebuah percobaan. Penelitian diawali dengan pembuatan spesimen komposit *hybrid* serat alam ampas tebu (*bagasse*) dengan serat sabut kelapa (*coco fiber*). Serat dilakukan perendaman cairan NaOH 5% selama 2 jam. Komposisi fraksi volume yang digunakan yaitu 10% serat tebu (*bagasse*) 30% serat kelapa (*coco fiber*) 60% resin *polyester* BQTN 157 dengan perlakuan variasi karbon aktif sebesar 0%, 1%, 3%, 6% dan 9%. dengan *hardener* MEKPO. Percobaan yang dilakukan yaitu membuat komposit *hybrid* dengan komposisi karbon aktif pada resin *polyester* sebagai variasi. Serat dilakukan perendaman cairan NaOH 5% selama 2 jam.

Resin yang digunakan untuk pengikat komposit adalah resin *unsaturated polyester* 157 BQTN-EX dan *hardener* MEKPO pada proses pembuatan dengan variasi karbon aktif 0%, 1%, 3%, 6% dan 9%. Pencetakan komposit secara cetak tekan.

Untuk metode eksperimental terdapat beberapa tahapan pelaksanaan diantaranya sebagai berikut:

2.1. Alat Uji

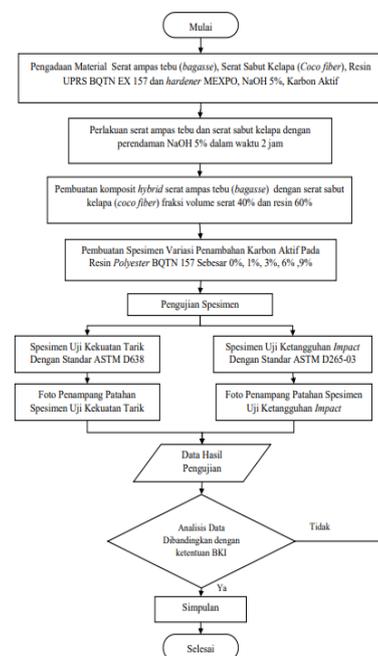
Alat uji yang digunakan untuk pengujian ini adalah mesin uji tarik atau dengan *universal testing standart* dengan ASTM D638 dan alat uji impak *charpy* dengan ASTM D256.

2.2. Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan untuk pengujian ini adalah mistar, jangka sorong, timbangan digital.

2.3. Prosedur Pengujian

Pengujian ini dilaksanakan pada bulan November 2021 sampai Desember 2021 bertempat di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang merupakan diagram alir prosedur penelitian:

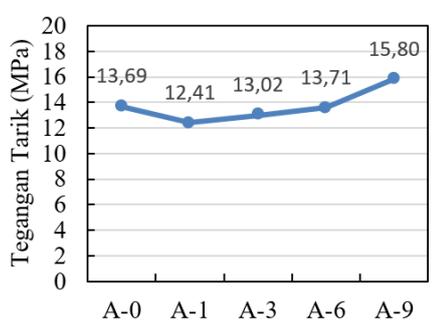


Gambar 2.1 Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Pengujian Tarik

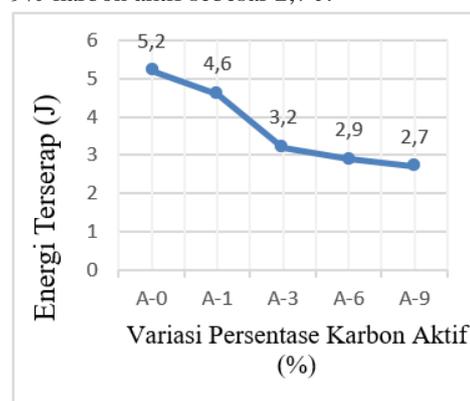
Berdasarkan hasil pengujian tarik komposit *hybrid* serat sabut kelapa dan ampas tebu dengan variasi penambahan karbon aktif pada resin menunjukkan nilai kekuatan tarik komposit mengalami pada perlakuan variasi 0% karbon aktif sebesar 13,69 MPa dan mengalami penurunan pada variasi 1% karbon aktif sebesar 12,41 MPa dikarenakan pada pembuatan spesimen dengan karbon aktif terjadi kerapatan yang belum maksimal sehingga ada penurunan nilai tegangan tarik dan terus mengalami kenaikan nilai tegangan tarik pada 3% variasi karbon aktif sebesar 13,02 MPa, pada 6% variasi karbon aktif sebesar 13,71 MPa dan pada 9% variasi karbon aktif sebesar 15,80 MPa. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pandu (2018) yang menyatakan partikel karbon aktif yang dicampur pada resin dapat menyatu dengan baik sehingga kekuatan tarik dari spesimen dapat meningkat. Penambahan karbon aktif memberikan dampak peningkatan nilai kekerasan dikarenakan karbon aktif memiliki ukuran *mesh* lebih rapat sehingga menutupi *void* yang ada di antara material. Semakin tinggi nilai kekerasan material maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk menimbulkan jejak pada permukaannya sehingga kekerasan material umumnya berbanding lurus dengan kekuatan tariknya seperti ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



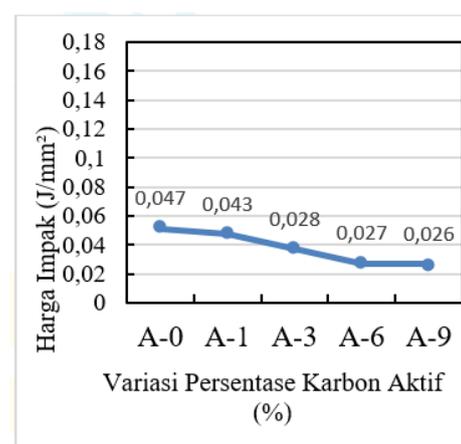
Gambar 3.1. Grafik Harga Tarik

3.2. Analisis Pengujian Impak

Berdasarkan hasil pengujian impak komposit *hybrid* pada gambar 3.2 menunjukkan grafik energi serap rata-rata komposit *hybrid* serat kelapa dan tebu dengan penambahan karbon aktif, diperoleh hasil tertinggi pada komposit variasi 0% karbon aktif sebesar 5,2 J dan terus menurun seiring bertambahnya persentase karbon aktif, ini menunjukkan spesimen semakin getas. Besar nilai energi yang terserap pada variasi 1% karbon aktif sebesar 4,6 J menurun pada variasi 3% karbon aktif sebesar 3,2 J dikarenakan ukuran *mesh* karbon aktif semakin rapat sehingga membuat komposit semakin getas dan membuat energi yang terserap semakin kecil, pada variasi 6% karbon aktif sebesar 2,9 J, dan pada variasi 9% karbon aktif sebesar 2,7 J.



Gambar 3.2. Grafik Energi Terserap



Gambar 3.3. Grafik Harga Impak

Pada gambar 3.3 menunjukkan nilai impak komposit *hybrid* serat kelapa dan tebu dengan penambahan karbon aktif, diperoleh variasi 0% karbon aktif memiliki nilai tertinggi sebesar 0,047 J/mm², pada variasi 1% karbon aktif sebesar 0,043 J/mm² dan terus menurun pada variasi 3% karbon aktif sebesar 0,028 J/mm² dikarenakan pada variasi 3% karbon aktif terjadi penurunan nilai energi yang terserap sehingga nilai impak turun, pada variasi 6% karbon aktif sebesar 0,027 J/mm², dan pada variasi 9% karbon aktif sebesar 0,026 J/mm². Pada nilai impak semakin bertambah komposisi variasi karbon aktif semakin rendah nilai impaknya dikarenakan material komposit semakin getas sehingga nilai harga impaknya juga semakin menurun.

3.3. Analisis Patahan Uji Tarik

Penampang patahan specimen uji tarik seperti pada gambar berikut:



Gambar 3.4. Variasi Karbon Aktif 0%



Gambar 3.5. Variasi Karbon Aktif 1%



Gambar 3.6. Variasi Karbon Aktif 3%



Gambar 3.7. Variasi Karbon Aktif 6%



Gambar 3.8. Variasi Karbon Aktif 9%

Berdasarkan gambar di atas merupakan patahan komposit uji tarik dengan perlakuan variasi penambahan karbon aktif terlihat pada patahan variasi 1% dibanding *raw material* terlihat terjadi perubahan warna lebih gelap dan tekstur patahan kaku, kemudian pada patahan 3% dan 6% terlihat warna semakin hitam pekat dan lebih getas dari patahan 1%, lalu pada patahan variasi 9% warna hitam sangat pekat hampir tidak terlihat susunan dari serat dan terlihat banyak terjadi *fiber pull out* dibandingkan dengan *fiber break*. Mekanisme *fiber pull out* ini menandakan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat sehingga membuat serat tertarik keluar, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan. Patah *fiber pull out* menunjukkan bahwa serat komposit semakin ulet dan beban terdistribusi sampai ke serat sehingga membuat komposit menjadi semakin tangguh dalam menyerap beban. *Fiber pull out* pada specimen disebabkan karena ketidakmampuan matrik menahan beban yang diterimanya sehingga menyebabkan serat terlepas kemudian patah karena gaya searah yang diterimanya (Wirawan dkk, 2017)

3.4. Analisis Patahan Uji Impak

Penampang patahan specimen uji impak seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.9. Variasi Karbon Aktif 0%



Gambar 3.10. Variasi Karbon Aktif 1%



Gambar 3.11. Variasi Karbon Aktif 3%



Gambar 3.12. Variasi Karbon Aktif 6%



Gambar 3.13. Variasi Karbon Aktif 9%

Pada pengamatan penampang patahan komposit uji impact pada gambar diatas terlihat pada patahan variasi 1% dibanding raw material terlihat terjadi perubahan warna lebih gelap dan tekstur patahan kaku, kemudian pada patahan 3% dan 6% terlihat warna semakin hitam pekat dan lebih getas dari patahan 1%, lalu pada patahan variasi 9% warna hitam sangat pekat hampir tidak terlihat susunan dari serat, hampir seluruh spesimen pada variasi pengujian menunjukkan patahan ulet. Patahan ulet ini ditunjukkan dengan banyaknya patah *fiber pull out* yang menunjukkan bahwa beban terdistribusi sampai ke serat yang menyebabkan serat tertarik keluar. Patah *fiber pull out* membuat komposit semakin tangguh dalam menyerap beban. Patahan komposit terus mengalami penurunan nilai

impact pada variasi 1% hingga 9% karbon aktif.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil kemampuan tarik dan impact komposit *hybrid* serat alam dengan penambahan karbon aktif adalah:

1. Variasi penambahan karbon aktif yang optimal pada pengujian tarik komposit *hybrid* serat kelapa dan serat tebu yaitu variasi 9% karbon aktif dengan rata-rata kekuatan tarik sebesar 15,80 MPa. Sedangkan variasi penambahan karbon aktif yang optimal pada pengujian ketangguhan impact pada variasi 1% karbon aktif dengan nilai rata-rata sebesar 0,043 J/mm². Semakin besar variasi karbon aktif maka semakin tinggi nilai kekuatan tarik yang dihasilkan, sedangkan semakin tinggi variasi karbon aktif yang diberikan maka semakin kecil energi yang terserap sehingga harga impactnya juga menurun.
2. Patahan pada pengujian tarik dan pengujian ketangguhan impact menunjukkan patahan ulet dengan adanya patah *fiber pull out* yaitu serat keluar karena beban terdistribusi secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dirgantara, P.I., Bintoro, C., 2018, Kaji Eksperimental Penentuan Ukuran Karakterisasi Mekanik Material *Polyester* Yang Diperkuat Dengan Partikel Karbon Submikro, *Industrial Research Workshop and National Seminar* ke-9
- [2] Fiqri, Abdurahman., Hartono Y., Untung B., 2017, Analisa Teknis Komposit Berpenguat Serat Daun Nanas (*Smooth Cayenne*) dan Serat Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum L*) Sebagai Alternatif Komponen Kapal Ditinjau Dari Kekuatan *Bending* dan *Impact*, Vol. 5, No. 2

- [3] Gundara, G., Rahman, M.B.N., 2019, Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume, *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, Vol.3, 10-19
- [4] Pramono, Catur., Sri W., Muhamad G.S., 2019, Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu Dengan Matrik Epoxy, *Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 3, No. 1
- [5] Pratama, Y.Y., Setyanto, R.H., Priadythama, I., 2014, Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-*Polyester*, *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, 8-15
- [6] Putra, Fredy Gustina., 2016, Pengaruh Variasi Berat *Filler* Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Struktur dan Kekuatan Tarik Komposit, *Publikasi Ilmiah Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta*
- [7] Rahmanto, Mochammad Heru., Aisyah E.P., 2019, Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Komposit Berpenguat Serat Kelapa dan Tebu Dengan Perendaman NaOH dan Menggunakan Resin Polyester, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.7, 31-40
- [8] Ramadhani, M.Z., Palupi, A.E., 2019, Pengaruh Susunan Komposit Matrik Serat Alam (Kelapa dan Tebu) Terhadap Kekuatan Tarik dan *Impact*, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol 7, 41-50
- [9] Rahman, M.B.N., Berli P.K., 2011, Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Undirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 14, 133-138