Pengaruh Jumlah Layer dan Jenis Matriks pada Serat Hibrida Sabut Kelapa/ *Woven* terhadap Kekuatan Tarik dan Impak

Frizka Vietanti[1*], Nugroho Basuki[2], Samsul Ma'arif[3]
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: frizka@itats.ac.id[1], nugrohobasuki28@gmail.com[2]*

ABSTRACT

A hybrid composite is a material composite formed from a combination of both or more types fillers in order to eliminate the shortcomings of the properties of the two types and combine their advantages. The aim of this study was to make a hybrid composite from E-glass fiber with woven type and natural fiber, which was made from coconut fiber with several layer variations: 3, 4, and 5 layers, which were arranged in a laminate using epoxy and polyester matrix as a comparison to the tensile strength and impact (Charpy) tests. Specimen tests used ASTM D 3039 for tensile tests and ASTM D 6110 for impact tests. The highest result for a tensile test was a 3 layers specimen on the epoxy matrix, which was 63.67 MPa. The lowest tensile strength on the 5 layers matrix polyester variations was 34.19 MPa. The lowest value in the impact test was found in the variation of the 3 layers polyester matrix of 7.81x10^{-2} J/mm^2 and the highest value in the variation of the 5 layers epoxy matrix of 32.4x10^{-2} J/mm^2.

Keywords: *hybrid composite, coconut fiber, woven fiber, tensile strength, impact strength*

ABSTRAK

Komposit hibrida merupakan material komposit yang terbentuk gabungan dari dua atau lebih jenis serat guna dapat mengurangi kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihannya. Tujuan penelitian ini yaitu membuat material komposit hibrida dari serat *E-Glass* tipe *woven* dengan serat alam terbuat dari serat sabut kelapa dengan variasi jumlah layer yaitu 3, 4, dan 5 Layer yang disusun secara lamina menggunakan matriks *epoxy* dan *polyester* sebagai pembanding terhadap uji kekuatan tarik dan uji kekuatan impact *(charpy)*. Pembuatan Pengujian spesimen menggunakan ASTM D 3039 untuk uji tarik dan ASTM D 6110 untuk uji impak. Hasil pengujian tarik tertinggi yaitu pada spesimen 3 layer di matriks *epoxy* sebesar 63, 67 MPa sedangkan kekuatan tarik terendah pada variasi 5 layer matriks *polyester* sebesar 34,19 MPa. Nilai terendah pada pengujian impak terdapat pada variasi 3 layer matriks *polyester* sebesar 7,81x10^{-2} J/mm^2 dan nilai tertinggi pada variasi 5 layer matriks *epoxy* sebesar 32,4x10^{-2} J/mm^2.

Kata kunci: komposit hibrida, serat kelapa, serat *woven*, kekuatan tarik, kekuatan impak.

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya pemanfaatan material polimer komposit disegala aspek kehidupan masyarakat seperti dibidang transportasi, infrastruktur, industri dan lain sebagainya, sehingga memunculkan inovasi untuk menciptakan material dengan efisiensi tinggi serta material yang ringan dan menghasilkan mekanika properti tinggi sebagai material alternatif pengganti logam maupun plastik setra mempertimbangkan aspek biaya, keamanan, dan perawatan. Komposit hibrida merupakan material komposit gabungan antara dua jenis penguat yang berbeda ataupun tipe serat acak yang berupa potongan serat pendek ataupun berupa partikel komposit dengan serat lurus berupa anyaman maupun berupa layer ataupun gabungan dari serat alam dengan serat buatan, hal ini dilakukan guna menyempurnakan sifat dari kedua jenis komposit.

Di dalam dunia industri global, banyak material yang diciptakan dengan efisiensi tinggi serta material yang ringan. Salah satu yang perlu dikembangkan adalah pembuatan material komposit dengan bobot yang ringan dengan nilai efisiensi tinggi, salah satu perkembangannya yaitu menggabungkan serat alam dan sintetis. Hingga saat ini pemanfaatan sabut kelapa masih terbatas didunia industri dan belum diolah menjadi produk teknologi. Serat sabut kelapa memiliki potensi sebagai penguat bahan baru pada komposit polimer sehingga mampu memberikan kontribusi terhadap krisis energi global yang sedang dihadapi.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sulton Abid Taufik dengan judul Penaruh *Silane Treatment* dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan *Impact* Komposit Serat Sabut Kelapa-*Polyester*. Semakin lama waktu perendaman larutan *silane* dan semakin tinggi fraksi volume serat, maka semakin tinggi kekuatan *impact* yang dihasilkan [1]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Sean Basar Sebastian dkk dengan judul Pengembangan Komposit Matriks Polimer Berpenguat Serat Serabut Kelapa. Hasilnya

menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat maka semakin rendah kekuatan tarik dan bending yang dihasilkan [2].

Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu membuat material komposit hibrida dengan menggunakan serat *E-Glass* tipe *woven* dan sabut kelapa sebagai serat alam. Variasi jumlah layer yang dilakukan yaitu 3 layer (woven-sabut kelapa-*woven*), 4 layer (woven-sabut kelapa-*woven*-sabut kelapa), 5 layer (woven-sabut kelapa-*woven*-sabut kelapa-*woven*), serta variasi matriks menggunakan *epoxy* dan *polyester*. Pembuatan material dilakukan dengan metode *hand lay up* serta pengujian spesimen menggunakan ASTM D 3039 untuk uji tarik dan ASTM D 6110 untuk uji impak.

TINJAUAN PUSTAKA

Komposit

Komposit merupakan suatu jenis material baru hasil paduan dari dua atau lebih material yang dimana memiliki sifat material berbeda dari segi sifat kimia maupun fisiknya tetap terpisah meskipun menjadi suatu material baru. Penguat atau disebut sebagai filler merupakan material yang pada umumnya terbuat dari serat ataupun partikel benda padat yang berfungsi sebagai penguat pada material. Matriks berfungsi sebagai pengikat filler agar gabungan dari filler tersebut tidak terurai, matriks pada umumnya berbentuk cairan (resin). Komposit hibrida merupakan material komposit gabungan antara dua jenis penguat yang berbeda ataupun tipe serat acak yang berupa potongan serat pendek ataupun berupa partikel komposit dengan serat lurus berupa anyaman maupun berupa layer ataupun gabungan dari serat alam dengan serat buatan, hal ini dilakukan guna menyempurnakan sifat dari kedua jenis komposit dan menghasilkan paduan yang ideal.

Serat

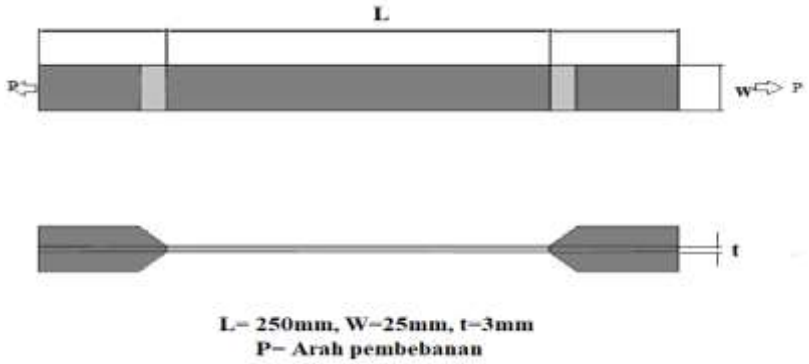
Serat *glass* merupakan serat sintesis yang memiliki komposisi kimia diantaranya kalsium, alumunium hidroksida, borosilikat, pasir silica, serta kandungan alkali rendah. Serat *e-glass* dikenal sebagai serat yang memiliki sifat isolator yang baik tetapi getas. Serat alam merupakan serat yang berasal dari tumbuhan, hewan, atau melalui proses penguraian alam. Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit telah meningkat dalam perkembangannya. Serat alam atau yang dikenal sebagai serat selulosa memiliki beberapa kelebihan diantaranya harganya murah, densitas rendah, jumlah yang melimpah, serta ramah lingkungan. Akan tetapi penggunaan serat selulosa sebagai penguat komposit memiliki kekurangan yaitu daya adhesi yang lemah terhadap matriks polimer sehingga menghasilkan sifat mekanik yang rendah. Seperti yang diketahui, sabut kelapa memiliki sifat hidrofilik yang tersusun atas gugus hidroksil. Sifat tersebut mengakibatkan ikatan antarmuka dengan matriks polimer yang bersifat hidrofobik akan relatif lemah. Oleh karena itu, apabila menggunakan serat selulosa sebagai penguat komposit harus diberikan *pre-treatment* yaitu dengan perlakuan basa untuk meningkatkan adhesi antarmuka matriks dan fiber [3].

Matriks

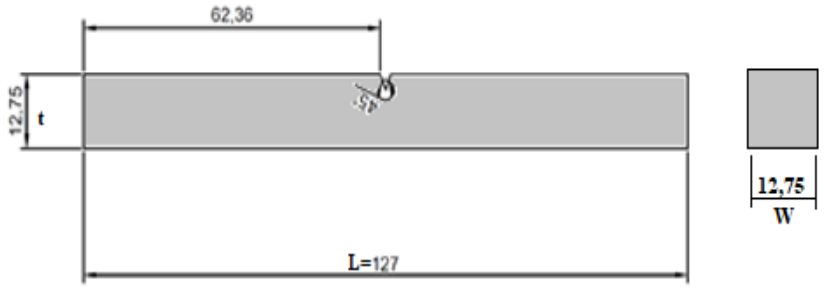
Matriks adalah bagian terbesar dari sebuah komposit. Fungsi matriks ada material komposit, yaitu sebagai pengikat serat untuk mendistribusikan beban. Terdapat berbagai macam matriks dalam struktur komposit diantaranya matriks polimer, logam, dan keramik. Matriks mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan) dalam penyusunan komposit. *Polyethylene Terephthalate* (PET) terbuat dari campuran *glicol* (EG) dan *terephtalic acid* (TPA) atau *dimetyl ester* atau asam terepthalat (DMT). PET resin memiliki beberapa kombinasi sifat antara lain kekuatan tinggi, kaku, dimensi stabil, tahan terhadap reaksi kimia serta temperatur tinggi, dan mempunyai sifat kelistrikan yang baik. Selain itu PET memiliki daya serap uap air yang rendah [4]. Epoxy merupakan jenis polimer yang berasal dari polimerisasi epoksida. Beberapa kelebihan epoxy antara lain sifat adhesif material yang baik, ketahanan kimia yang baik, serta memiliki sifat ketangguhan yang baik [5].

METODE

Pembuatan material komposit menggunakan metode *hand lay* up. Sebelumnya serat sabut kelapa dilakukan perendaman menggunakan cairan NaOH 5% selama 2 jam serta dikeringkan. Kemudian dilakukan pemotongan serat 0° sesuai dengan dimensi pengujian yang digunakan. Untuk uji tarik menggunakan ASTM D 3039 (Gambar 1a) dan uji impak menggunakan ASTM D 6110 (Gambar 1b).

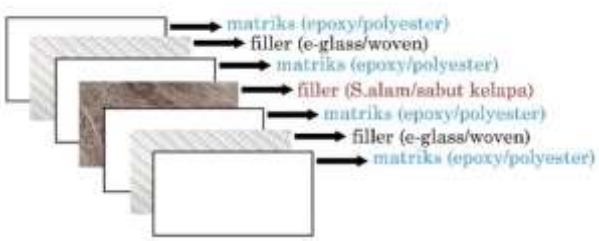


(a)

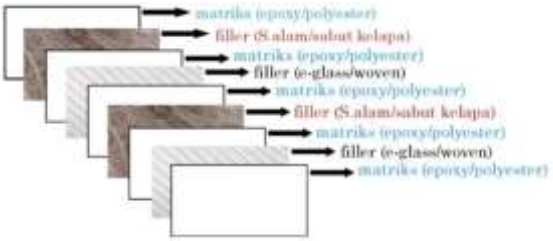


(b)

Gambar 1. (a) Dimensi ASTM D 3039 dan (b) Dimensi ASTM D 6110



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Susunan komposit lamina (a) 3 layer, (b) 4 layer, dan (c) 5 layer

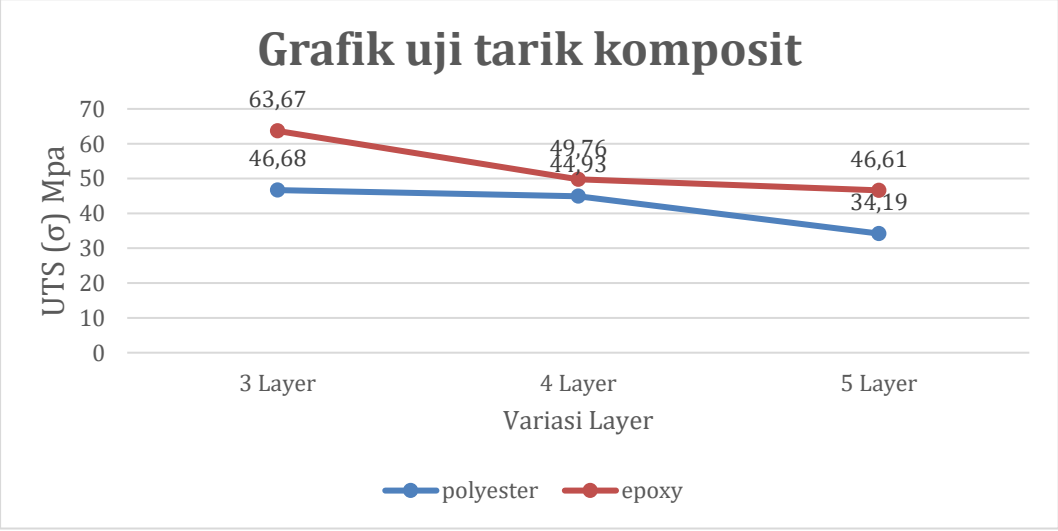
Sementara itu pencampuran resin dengan katalis dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan spesimen. Setelah itu resin yang sudah dicampur dengan katalis dengan perbandingan 3:1 dituang ke dalam cetakan secara merata. Selanjutnya serat yang sudah dipotong diletakkan di atas resin dan ditutup lagi dengan menggunakan resin katalis, begitu seterusnya hingga membentuk layer yang telah ditentukan. Variasi jumlah layer yang dilakukan yaitu 3 layer (woven-sabut kelapa-*woven*), 4 layer (woven-sabut kelapa-*woven*-sabut kelapa), dan 5 layer (woven-sabut kelapa-*woven*-sabut kelapa-*woven*) ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah itu dilakukan penekanan yang bertujuan untuk menghilangkan gelembung udara yang terperangkap di dalam cetakan. Kemudian dilakukan pengeringan selama semalam dan spesimen dikeluarkan dari cetakan, yang selanjutnya dilakukan pengujian spesimen. Untuk perbandingan fraksi volume matriks dan fraksi volume serat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan fraksi volume serat dan matriks

Jumlah Layer pada Matriks	Uji Tarik			Uji Impak		
	3 Layer	4 Layer	5 Layer	3 Layer	4 Layer	5 Layer
Fraksi Volume Serat Woven (%)	12,10	12, 48	18,69	1,61	1,64	2,46
Fraksi Volume Serat Sabut Kelapa (%)	3,60	7,20	7,71	0,81	1,61	1,62
Fraksi Volume Matriks (%)	84,30	80,32	73,60	97,58	96,75	95,92

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Tarik

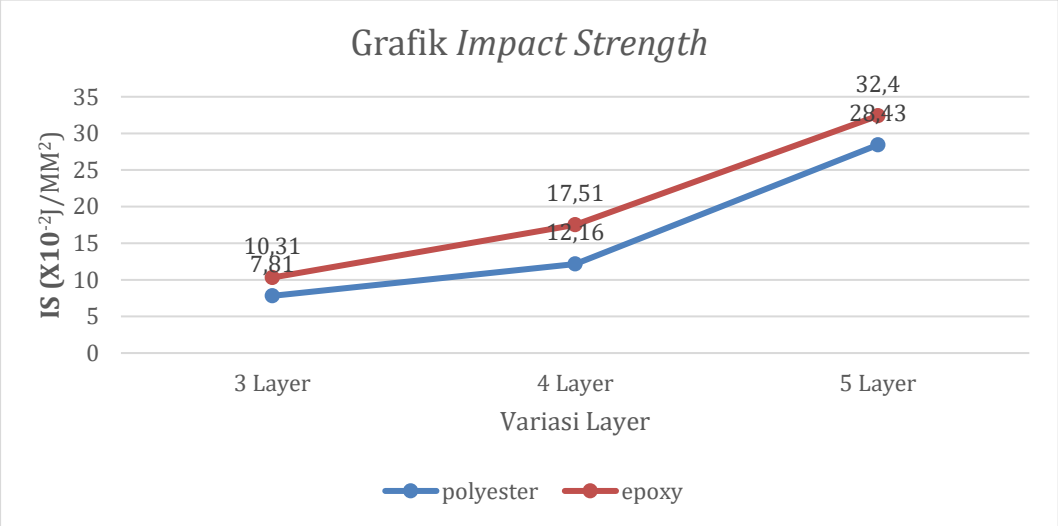


Gambar 2. Uji tarik komposit,

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan didapatkan kekuatan tarik pada matriks *epoxy* variasi 3 layer memiliki kekuatan tarik sebesar 63, 67 MPa, untuk 4 layer sebesar 49,76 MPa, dan untuk 5 layer sebesar 46,61 MPa. Sedangkan untuk kekuatan tarik pada matriks *polyester* variasi 3 layer memiliki kekuatan tarik sebesar 46,68 MPa, untuk 4 layer sebesar 44,93 MPa, dan untuk 5 layer sebesar 34,19 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi yaitu variasi 3 layer pada kedua matriks, hal ini disebabkan karena fraksi matriks lebih besar dibandingkan fraksi serat yang mengakibatkan spesimen tersebut memiliki kekuatan yang lebih tinggi. Penambahan jumlah layer pada kedua matriks terjadi penurunan kekuatan tarik, hal ini dikarenakan semakin tinggi fraksi volume serat terhadap komposisi komposit maka semakin rendah kekuatan tarik [2]. Semakin tinggi fraksi volume serat menyebabkan fraksi volume matriks semakin sedikit, mengakibatkan ikatan antara matriks dan serat semakin lemah [6]. Sedangkan pengaruh matriks terhadap kekuatan tarik diperoleh matriks epoxy pada variasi layer menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan polyester, hal ini dikarenakan epoxy memiliki ikatan permukaan yang baik antara matriks dan serat [7].

Pengujian Impak

Dari hasil pengujian impak didapatkan kekuatan impak pada matriks *polyester* variasi 3 layer sebesar $7{,}81x10^{-2}$ J/mm^2, untuk 4 layer sebesar $12{,}16x10^{-2}$ J/mm^2, dan untuk 5 layer sebesar $32{,}4x10^{-2}$J/mm^2. Sedangkan kekuatan impak pada matriks *epoxy* variasi 3 layer sebesar $10{,}31x10^{-2}$J/mm^2, untuk 4 layer sebesar $17{,}51x10^{-2}$ J/mm^2, dan untuk 5 layer sebesar $28{,}43x10^{-2}$J/mm^2. Pertambahnya volume serat mempengaruhi kekuatan impak, semakin tinggi volume serat maka semakin tinggi kekuatan impak [1,8]. Peningkatan fraksi volume serat akan meningkatkan energi serap terhadap beban kejut [7].



Gambar 3. Uji impak komposit,

KESIMPULAN

Material komposit hibrida dengan menggunakan serat *E-Glass* tipe *woven* dan sabut kelapa sebagai serat alam menggunakan metode *hand lay up.* Berdasarkan hasil pengujian didapatkan kekuatan tarik tertinggi yaitu pada spesimen 3 layer di matriks *epoxy* sebesar 63, 67 MPa sedangkan kekuatan tarik terendah pada variasi 5 layer matriks *polyester* sebesar 34,19 MPa. Nilai terendah pada pengujian impak terdapat pada variasi 3 layer matriks *polyester* sebesar $7{,}81x10^{-2}$ J/mm^2 dan nilai tertinggi pada variasi 5 layer matriks *epoxy* sebesar $32{,}4x10^{-2}$ J/mm^2.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pratama, Yudha Yoga, R. Hari Setyanto, and Ilham Priadythama. "Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat, dan Panjang Serat terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester." (2014).

[2] Sebastian, Sean Basar, Hendri Sukma, and Arif Riyadi Tatak. "PENGEMBANGAN KOMPOSIT MATRIKS POLIMER BERPENGUAT SERAT SERABUT KELAPA." *Jurnal Mekanikal* 15.1 (2020): 1-5.

[3] Setiawan, Adhi, Emie Santoso, and George Endri Kusuma. "Pemanfaatan Limbah Fiber Kelapa Sawit Sebagai Komposit Dengan Matriks Resin Epoksi." In *Seminar MASTER PPNS*, vol. 3, no. 1, pp. 95-98. 2018.

[4] Mawardi, Indra. *Proses Manufaktur Plastik dan Komposit: Edisi Revisi*. Penerbit Andi, 2020.

[5] Pulungan, Muhammad Anhar. "Analisis Kemampuan Rompi Anti Peluru yang Terbuat dari Komposit HGM-Epoxy dan Serat Karbon dalam Menyerap Energi Akibat Impak Peluru." PhD diss., Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.

[6] Rahman, M. Budi Nur, Bambang Riyanta, and Kuncoro Diharjo. "Pengaruh Fraksi Volume Serat dan Lama Perendaman Alkali terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester." *Semesta Teknika* 14, no. 1 (2011): 26-32.

[7] Nugroho, Afid, Kusmono Kusmono, and Hendri Hestiawan. "Sifat Tarik Komposit Serat Daun Agel Tanpa Perlakuan Kimia Dengan Matrik Polyester Dan Epoxy." In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ENERGI & TEKNOLOGI (SINERGI)*, pp. 297-306. 2019.

[8] Saduk, Melsiani Rosdiani Fillipin, and Fransisko Piri Niron. "Analisis Kekuatan Bending dan Kekuatan Impact Komposit Epoxy Diperkuat Serat Pelepah Lontar." *Jurnal Rekayasa Mesin* 8.3 (2017): 121-127.