



Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Bermatriks Poliester Tak Jenuh Dengan Filler Serat Batang Pisang

Riris Manihuruk dan Henok Siagian*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014

Abstrak

Penelitian ini menitikberatkan pada pemanfaatan serat batang pisang sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan papan komposit. Penggunaan serat batang pisang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi fraksi massa dan orientasi serat terhadap karakteristik komposit polimer. Matriks yang digunakan adalah *polyester* tak jenuh (*Unsaturated Polyester Resin*) dengan katalis *Methyl Ethyl Ketone Peroxida* (MEKPo) sebesar 1% dari massa *Polyester*. Sampel dibuat dengan komposisi antara matriks dengan filler dengan perbandingan: (100:0), (99,5:0,5), (99:1), (98,5:1,5), dan (98:2). Karakterisasi yang dilakukan meliputi pengujian mekanik (uji lentur dan uji tarik) dan pengujian termal (uji kemampuan nyala). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat batang pisang sebagai pengisi komposit polimer dapat memberikan peningkatan sifat mekanis dan termal. Dari hasil pengujian mekanik diperoleh kuat tarik tertinggi sebesar 181,64 kgf/cm² pada komposisi (98,5 : 1,5)% orientasi serat searah dan yang memiliki kuat lentur terbesar adalah serat searah dengan komposisi (99,5:0,5)% yaitu sebesar 119,22 kgf/cm². Sedangkan untuk kemampuan nyala, penambahan serat tidak memberikan hasil yang optimal, namun komposisi yang bernilai cukup baik yaitu (98,5:1,5)% yaitu sebesar 0,0418 mm/detik. Secara keseluruhan serat dengan orientasi searah adalah pengisi yang memberikan pengaruh positif pada sifat mekanis dan termal komposit. Fraksi massa yang memberikan nilai optimal secara keseluruhan pengujian adalah komposisi (98,5:1,5)%

Kata Kunci ; *Komposit bermatriks Poliester, serat batang pisang, kuat tarik, kuat lentur, dan kemampuan nyala.*

How to Cite: Riris Manihuruk dan Henok Siagian, (2015), Pembuatan Dan Karakterisasi Komposit Bermatriks Poliester Tak Jenuh Dengan Filler Serat Batang Pisang, *Jurnal Einstein Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 3 (2): 23-30.

*Corresponding author:

p-ISSN : I2338 - 1981

E-mail : ririsyanadevi@gmail.com

PENDAHULUAN

Teknologi komposit merupakan teknologi hijau dengan menggunakan material serat alam (*Natural Fiber*). Komposit diartikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, Komposisi kimianya dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya (Sriwita, D. dan Astuti., 2014)

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat jenisnya rendah kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah. Komposit diartikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, Komposisi kimianya dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur-unsurnya.

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat jenisnya rendah kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah. Unsur utama penyusun komposit yaitu pengisi (*filler*) yang berupa serat sebagai kerangka dan unsur pendukung lainnya yaitu matriks. Pengisi (*filler*) dan matriks merupakan dua unsur yang diperlukan dalam pembentukan material komposit.

Batang pisang merupakan limbah dari tanaman pisang yang telah ditebang untuk diambil buahnya dan merupakan limbah pertanian potensial yang belum banyak pemanfaatannya. Beberapa penelitian telah mencoba untuk memanfaatkannya antara lain untuk papan partikel dan papan serat (Rahman, 2006). Ketersediaan bahan baku kayu di alam mulai berkurang, maka tidak menutup

kemungkinan dikembangkan produk papan komposit dari limbah pertanian (agrobased-composite) dengan kualitas yang sama dengan bahan baku kayu. Limbah batang pisang merupakan salah satu alternatif bahan baku yang murah dan mudah diperoleh (Anonim, 2001). Pemberian perlakuan alkali pada bahan ber lignin selulosa mampu mengubah struktur kimia dan fisik permukaan serat. Jenis matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*.

Resin *polyester* merupakan salah satu resin termoset yang mudah diperoleh, selain harganya murah resin *polyester* ini juga mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam tanpa menimbulkan reaksi dan gas, tahan terhadap asam, daya tahan terhadap dampak, dan pembuatannya relative mudah. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada pengujian tarik komposit akan berakibat lolosnya serat dari matrik. Hal ini disebabkan karena kekuatan atau ikatan interfacial antara matrik dan serat yang kurang besar (Schwart, 1984)

Kayu memiliki tiga karakteristik penting : (a) Mempunyai rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi; (b) banyak dari antara sifatnya yang anisotropic; dan (c) mudah diproses sesuai ukuran yang diinginkan (Vlack, 1995). Sehingga papan komposit yang akan menggantikan peranan kayu ini nantinya haruslah memiliki sifat seperti itu. Adapun produk akhir dari penelitian ini adalah teknologi komposit di bidang papan komposit dengan matriks polimer. Standard Nasional Indonesia (SNI) yang mengulas mengenai standar papan serat/papan komposit adalah SNI 03-2105-2006.

Berdasarkan kebutuhannya, maka papan komposit yang telah dibuat akan

diberikan pengujian sifat mekanik dan sifat termal. Sifat mekanik meliputi kekuatan tarik dan kekuatan lentur, dan sifat termal meliputi kemampuan nyala bahan. Kekuatan tarik adalah salah satu sifat dasar dari bahan. Hubungan tegangan-regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan, temperatur, lembaban, dan seterusnya. Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam.

Kemampuan maksimum bahan dalam menahan beban disebut "*Ultimate Tensile Strength*" disingkat dengan UTS. Untuk semua bahan, pada tahap sangat awal uji tarik, hubungan antara beban atau gaya yang diberikan berbanding lurus dengan perubahan panjang bahan tersebut. Ini disebut daerah linier atau *linear zone*. Di daerah ini, kurva pertambahan panjang vs beban mengikuti aturan Hooke, yaitu rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan.

Pengujian kekuatan lentur (UFS) dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan polimer terhadap pembebanan. Dalam metode ini metode yang digunakan adalah metode tiga titik lentur yang ditentukan dalam ASTM D 790. Pengujian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui keelastisan suatu bahan (Schwart, 1984).

Sedangkan untuk kemampuan nyala, bahan polimer termasuk yang sangat mudah menyala seperti seluloid dan yang dapat habis terbakar sendiri secara spontan walau api dipadamkan setelah penyalaan, seperti pada polikarbonat. Sifat mampu nyala bahan polimer dapat ditentukan Dengan membakar bahan yang diletakkan mendatar .

Cara ini ditetapkan dalam JIS-K6911-1970 dan ASTM-D635-1974. Nyala api dari alat pembakar bunsen dipegang pada sudut 30°, menyalakan spesimen yang diletakkan mendatar untuk waktu selama 30 detik, dan api dijauhkan. Waktu yang diperlukan agar spesimen menyala disebut waktu penyalaan dan panjang specimen yang terbakar disebut jarak bakar. Harga-harga tersebut dipakai untuk menyatakan kemampuan nyala dari bahan.

1. Mampu nyala: terbakar lebih lama dari 180 detik dengan nyala.

2. Habis terbakar sendiri: jarak bakar lebih dari 25 mm tetapi kurang dari 100 mm
3. Tak mampu nyala: jarak bakar kurang dari 25 mm.

Dalam ASTM, laju bakar menyatakan jarak bakar persatuan waktu, yang dipakai sebagai kemampuan nyala (Surdia, 2000).

METODE PENELITIAN

Penelitian untuk pembuatan dan karakterisasi komposit polyester dengan serat batang pisang ini dilakukan di Laboratorium Kimia Polimer (Pembuatan komposit) dan Laboratorium Teknik Mesin (Karakterisasi komposit) Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Januari - Maret 2015. Alat yang digunakan adalah cetakan, *Hot Press*, neraca analitik, jangka sorong, gelas beker, pengaduk, dekortikator dan *Universal Testing Machine*. Bahan yang digunakan yakni, Matriks Polyester dalam bentuk cair seri Yukalac 157 BQTN-EX, katalis MEKPo, Aseton, akuades, NaOH 5% dan serat batng pisang.

Sampel dibentuk sesuai dengan ketentuan yang terdapat pada ASTM D 638 (Uji tarik), ASTM D 790 (Uji lentur), dan ASTM D-635 (Uji kemampuan nyala). Variasi komposisi perbandingan antar poliester dengan serat batang pisang yang digunakan dalam penelitian ini adalah (100:0)%, (99,5:0,5)%, (99:1)%, (98,5:1,5)% dan (98:2)%.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental. Secara umum urutan tahapan penelitian ini meliputi :

1. Penyediaan alat dan bahan
2. Pembuatan Filler (Dekortikasi, perendaman dengan NaOH 5%, dan pengeringan)
3. Pembuatan matriks (Resin Poliester + katalis MEKPo(1% massa resin)
4. *Mixing* (Matrik + Filler)
5. Pencetakan (dengan variasi serat acak dan searah untuk setiap komposisi)
6. Pendinginan
7. Pembentukan bahan uji
8. Pengkarakterisasian komposit

Orientasi	No. Sampel	Komposisi Sampel	P _{maks} (kgf)	Kuat Tarik (kgf/cm ²)	Elongation (%)	MOE (MPa)	Keterangan (Sesuai Acuan)
	1	100:0	8,962	54,95	2,73	310,499	Memenuhi
A	2	99,5:0,5	20,751	172,7	4,25	260,157	Memenuhi
C	3	99:1	24,637	175,27	4,37	279,184	Memenuhi
A	4	98,5:1,5	18,524	176,3	4,4	243,160	Memenuhi
K	5	98:2	29,293	180,24	4,4	349,814	Memenuhi
S E R A H	6	99,5:0,5	25,793	180,3	4,4	332,129	Memenuhi
	7	99:1	30,015	181,64	4,78	350,735	Memenuhi
	8	98,5:1,5	29,321	182,1	4,83	349,462	Memenuhi
	9	98:2	27,939	171,14	5,00	287,897	Memenuhi

kekuatan tarik minimum yang direkomendasikan untuk jenis papan biasa dan dekoratif adalah 3,1 kgf/cm². Hasil uji tarik komposit polimer bermatriks Poliester dengan filler serat batang pisang, ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekuatan Tarik

Kuat Lentur

Dari Pengujian Kekuatan Lentur diketahui ketahanan polimer terhadap pembebanan. Dalam metode yang digunakan adalah metode tiga titik lentur berdasarkan standar pengujian yang ditentukan oleh ASTM D 790. Berikut hasil Pengujian Kuat Lentur Komposit bermatriks Polyester dengan filler serat batang pisang.

Berdasarkan acuan SNI 03-2105-2006 kuat lentur minimum dan modulus elastisitas untuk jenis papan biasa dan dekoratif yang direkomendasikan berturut-turut adalah 92 kgf/cm² dan 3,06 x 10⁴ kgf/cm².

Pengujian Kuat Tarik

Sampel yang telah dicetak sesuai dengan ukurannya diletakkan pada kedua penjepit (*grid*) yang posisinya tegak lurus pada alat tarik. Saklar mesin tarik dan saklar pencatat grafik dihidupkan bersama-sama dimana kecepatan tarik mesin. Dari hasil pengujian mesin uji akan diperoleh hubungan antara gaa tarik terhadap pertambahan panjang.

Pengujian Kuat Lentur

Sampel yang telah dicetak, diletakkan pada kedua titik penahan dengan jarak span 120 mm. Pembebanan dilakukan pada tiga titik lentur. Hasil pengujian berupa grafik hubungan antara kakas (*gaya*) tekan terhadap defleksi diperoleh dari mesin uji.

Pengujian Kemampuan Nyala

Hasil pengujian berupa ketahanan nyala komposit diolah berdasarkan waktu penyalaan (detik) dan panjang spesimen yang terbakar (mm). sehingga satuan akhir ketahanan nyala yang diperoleh adalah mm/detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Kuat Tarik

Dari pengujian kekuatan tarik diketahui hubungan tegangan dan regangan yang dapat diterima oleh papan komposit. Hal ini berhubungan dengan tegangan maksimum yang bisa di tahan struktur pada kondisi tarik. Berdasarkan acuan yang digunakan yaitu SNI 03-2105-2006,

Tabel 2. Hasil pengujian Kuat Lentur

No. Sampel	Komposisi Sampel	P _{maks} (N)	Defleksi (mm)	Kuat Lentur (kgf/cm ²)	Modulus Elastisitas (10 ⁴ kgf/cm ²)	Keterangan (Sesuai Acuan)
1	100:0	17,6	1,83	86,84	4,27	TM
2	99,5:0,5	18,2	1,96	117,29	6,15	Memenuhi
3	99:1	17	1,89	109,55	5,96	Memenuhi
4	98,5:1,5	18	1,99	88,81	4,02	TM
5	98:2	18,7	2,05	120,51	6,05	Memenuhi
6	99,5:0,5	18,5	1,93	119,22	6,35	Memenuhi
7	99:1	18,7	1,97	92,267	4,215	Memenuhi
8	98,5:1,5	19,1	2,10	94,24	4,04	Memenuhi
9	98:2	19,3	2,18	124,3	5,86	Memenuhi

Kemampuan Nyala

Bahan polimer merupakan material yang sangat mudah menyala dan dapat habis terbakar sendiri. Berikut merupakan hasil pengujian ketahanan nyala komposit polimer dengan filler serat batang pisang

Tabel 3. Hasil Pengujian Ketahanan Nyala

Orientasi Serat	Nomor Sampel	Komposisi Sampel (%)	Kemampuan Nyala (mm/s)
A C A K	1	100:0	0,0508
	2	99,5:0,5	0,0692
	3	99:1	0,0601
	4	98,5:1,5	0,0582
	5	98:2	0,0564
S E A R A H	6	99,5:1,5	0,0529
	7	99:1	0,0536
	8	98,5:1,5	0,0418
	9	98:2	0,0507

Pembahasan

Kuat Tarik

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 1, dapat diperoleh hubungan antara fraksi massa serat dan orientasi serat dengan kuat tarik (*Tensile Strength*), regangan (*elongation*), dan modulus elastisitas (*Modulus of Elasticity*) dengan penggambaran melalui grafik. Berikut disajikan hubungan kuat tarik dengan massa serat acak dan searah.

Grafik 1. Hubungan kuat tarik dengan massa serat acak dan searah

Berdasarkan grafik, dapat diketahui bahwa tegangan maksimum terbesar yang dapat diterima bahan yaitu sebesar 181,64 kgf/cm² pada komposisi serat 1,5% dengan orientasi serat searah. Sedangkan untuk kuat tarik maksimum terendah terdapat pada polyester tanpa penambahan filler (serat batang pisang) yaitu 54,95 kgf/cm². Nilai kuat tarik tertinggi yang dihasilkan relatif lebih besar dari nilai kuat tarik serat nenas-poliester memiliki nilai kekuatan

tarik sebesar 5,12 Mpa atau sama dengan 52,19 kgf/cm² merupakan hasil dari penelitian (Delni Sriwita, Astuti, 2014), dan kuat tarik serbuk serat batang pisang dengan matriks PVC-CaCO₃ yang merupakan hasil penelitian (Supraptiningsih,2012) dengan hasil kuat tarik tertinggi sebesar 7,93 MPa atau sama dengan 80,80 kgf/cm².

Kuat Lentur

Pengujian kekuatan lentur yang disajikan pada table 2 membuktikan keberadaan serat dapat menambah kekuatan lentur material komposit. Tetapi variasi fraksi massa ini tidak memberikan perkembangan yang stabil pada papan komposit. Hal ini memberikan pengertian bahwa komposit polimer yang dibuat dengan penambahan serat batang pisang sebagai penguat harus lebih diutamakan pada percobaan komposisi terlebih dahulu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari grafik yang disajikan berikut

Grafik 2. Hubungan Kuat Lentur dengan massa serat acak dan searah

Berdasarkan grafik 2 hasil pengujian beban lentur komposit polimer memperlihatkan bahwa kuat lentur tertinggi pada serat dengan orientasi acak adalah pada massa serat 2% yaitu sebesar 120,51 kgf/cm². Dan kuat lentur terendah pada polyester murni (tanpa penambahan serat) yaitu sebesar 86,84 kgf/cm². Grafik menunjukkan bahwa penambahan massa serat memberikan perubahan kuat lentur yang tidak stabil.

Pada orientasi serat searah, kuat lentur tertinggi yang diperoleh pada komposisi massa serat 2% adalah yang tertinggi yaitu sebesar 124,3 kgf/cm². Dan yang terendah pada komposisi massa serat 1% yaitu sebesar 92,267 kgf/cm².

Secara kolektif, nilai kuat lentur yang terbaik diperoleh dengan orientasi serat searah. Walaupun tidak memberikan peningkatan kuat lentur yang signifikan, kuat lentur dengan

orientasi serat searah memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan serat orientasi acak. Nilai kuat lentur tertinggi yang dihasilkan lebih tinggi dari nilai kuat lentur serat pendek sabut kelapa memiliki nilai kekuatan lentur sebesar 8,96 Mpa atau sama dengan 91,3 kgf/cm² merupakan hasil dari penelitian (Erna Yusnianti, 2013), serat daun nenas memiliki kuat lentur sebesar 10,51 MPa atau sama dengan 107,01 kgf/cm² (Neni Astuti, 2012).

Kemampuan Nyala

Berdasarkan pengertiannya, semakin rendah kemampuan nyala suatu bahan, maka akan semakin baik penggunaannya. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya kebutuhan yang mengedepankan sifat anti api.

Grafik 3. Hubungan kemampuan nyala dengan massa serat acak dan searah

Pengujian kemampuan nyala ini ditujukan untuk mengetahui pengembangan serat-serat yang tak dapat nyala untuk kemajuan fungsi komposit tahan api. Berdasarkan grafik diatas, kemampuan nyala terendah diperoleh pada komposisi serat 1,5% dengan orientasi serat searah yaitu 0,0418 mm/s. Ini merupakan nilai terbaik karena semakin rendah kemampuan nyala bahan, maka semakin baik ketahanannya terhadap api. Sementara itu, bahan dengan kemampuan nyala tertinggi diperoleh pada komposisi serat 0,5% yaitu sebesar 0.0692 mm/s.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mekanik dan termal yang telah dilakukan pada komposit polimer matriks Polyester dengan filler serat batang pisang, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara umum, sifat mekanik (uji tarik dan uji lentur) yang diperoleh dari penambahan serat batang pisang meningkat dibandingkan dengan polyester tanpa penambahan serat (murni). Dan syarat mekanisnya

memenuhi acuan yaitu SNI 03-2105-2006 dengan jenis papan biasa dan papan dekoratif. Jika dilihat dari sifat termalnya, komposit polyester-serat batang pisang memiliki nilai yang kurang baik, karena polyester mengandung monomer yang memperbanyak oksigen ketika komposit menerima perlakuan panas.

2. Fraksi massa serat batang pisang cukup berpengaruh dalam menaikkan sifat mekanis komposit polimer. Untuk sifat mekanik, komposisi sampel yang memiliki kuat tarik terbesar adalah (98,5 : 1,5)% yaitu sebesar 181,64 kgf/cm² dan yang memiliki kuat lentur terbesar adalah (99,5:0,5)% yaitu sebesar 119,22 kgf/cm². Sedangkan untuk ketahanan nyala, penambahan serat tidak memberikan hasil yang optimal, namun komposisi yang bernilai cukup baik yaitu (98,5:1,5)% yaitu sebesar 0,0418 mm/detik.
3. Berdasarkan orientasinya, serat dengan orientasi searah memiliki pengaruh besar pada pengujian tarik dan pengujian kemampuan nyala, dan serat dengan orientasi acak memiliki nilai yang baik pada pengujian kuat lentur.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan :

1. Untuk mendapatkan komposit polimer yang optimal, sebaiknya fraksi massa maupun orientasi serat dibuat dengan teliti dan pencampuran (*mixing*) yang baik.
2. Untuk mendapatkan komposit polimer yang lebih elastis perlu penggunaan serat lain yang memiliki nilai kuat lentur yang lebih tinggi.
3. Jika akan melakukan pengujian ketahanan nyala

selanjutnya, sebaiknya menggunakan bahan yang mengandung gugus arang yang baik (polimer aromatik) ataupun dengan menginovasi cara untuk ketahanan nyala yang optimal sesuai *output* yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.,(2001), *Technical Data Sheet* , Justus Kimia Raya.
- ASTM D-638, ASTM D-790, dan ASTM D-635., (1990), *Standard and Literature References for Composite Materials*, 2nd, American Society for Testing Material, Philadelphia, PA.
- Rahman, H., (2006), *Pembuatan Pulp dari Batang Pisang Uter (Musa Paradisiaca Linn. Var uter) Pascapanen dengan Proses Soda.*, Skripsi, Fakultas Kehutanan, UGM, Yogyakarta.
- Schwartz, M.M., (1984), *Composite Material Handbook*, Mc Graw-Hill Book Co., New York
- Sriwita, D. dan Astuti., (2014), *Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Poliester ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat*, **Vol.3**, No.1, Januari 2014, ISSN 2302-8491.
- Surdia, T., (2000), *Pengetahuan Bahan Teknik*, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Vlack, L.H., (1995), *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Terjemahan Ir. Sriati Djaprie, Erlangga, Jakarta.