



PENGARUH VOLUME SERAT AREN TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO KOMPOSIT BERMATRIK RESIN POLYESTER

Ryan Ardhyta Irawan¹⁾, Fadelan²⁾, Munaji³⁾, Yoyok Winardi⁴⁾

¹⁻⁴⁾ Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jl. Budi Utomo No. 10, Ronowijayan, Ponorogo, 63471

e-mail: ryanardhityairawan@gmail.com

ABSTRAK

Komposit merupakan gabungan material yang terdiri dari dua atau lebih bahan dengan sifat yang berbeda untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih unggul dari sifat asli material dasar. Salah satu yang sering dijumpai komposit serat alam dimana komposit ini gabungan antara serat yang dapat dari alam dan digabungkan dengan resin. Komposisi serat sangat berpengaruh terhadap sifat yang dihasilkan maka tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro pada komposit serat aren dengan menggunakan empat variasi campuran resin polyester dan serat aren dengan perbandingan (100% : 0%, 75% : 25%, 65% : 35%, 55% : 45%) dan konfigurasi susunan serat acak. Pengujian spesimen menggunakan mesin uji tarik dan mesin uji struktur mikro. Dari hasil pengujian tarik didapatkan kekuatan tegangan tarik tertinggi pada variasi campuran resin polyester 55% : 45% serat aren dengan nilai 11,60 N/mm². Dengan penambahan volume serat aren dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat aren bermatrik resin polyester. Setelah dilakukan pengujian struktur mikro dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya volume serat aren maka dapat menurunkan/ meminimalisir terjadinya rongga atau cacat pada spesimen.

Kata Kunci: Serat Aren, Komposit, Uji Tarik

ABSTRACT

Composites are a combination of materials consisting of two or more materials with different properties to produce new materials with properties that are superior to the original properties of the base material. One that is often found is natural fiber composites where this composite is a combination of fibers that can be from nature and combined with resin. Fiber composition greatly affects the resulting properties, so this study aims to determine the tensile strength and microstructure of palm fiber composites using four variations of polyester resin and palm fiber mixtures with a ratio of (100%: 0%, 75%: 25%, 65%: 35%, 55%: 45%) and random fiber arrangement configuration. Specimen testing using a tensile testing machine and a microstructure testing machine. From the tensile testing results, the highest tensile stress strength was obtained in the variation of 55% polyester resin mixture: 45% palm fiber with a value of 11.60 N/mm². With the addition of palm fiber volume, it can increase the tensile strength of the polyester resin- matrix palm fiber composite. After testing the microstructure, it can be seen that by increasing the volume of palm fiber, it can reduce/minimize the occurrence of voids or defects in the specimen.

Keywords: Palm Fiber, Composites, Tensile Test

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang furniture, konstruksi sipil, dan industri manufaktur membutuhkan material dengan sifat mekanik seperti kekuatan dan keuletan yang baik. Berbagai jenis bahan telah banyak dikembangkan dan diteliti untuk menghasilkan bahan yang lebih inovatif, efisien, dan ramah lingkungan. Bahan komposit adalah bahan yang sedang diteliti dan dikembangkan.

Komposit merupakan jenis bahan yang terdiri dari dua atau lebih jenis material yang mempunyai karakteristik yang berbeda yang digabungkan secara mekanis untuk mendapatkan bahan baru yang memiliki karakteristik yang lebih unggul. Salah satu dari jenis bahan yang biasanya bertindak sebagai matriks pada komposit adalah resin polyester.

Didalam penggabungan antara serat (fiber) dan matriks, kekuatan dan kekakuan komposit sebagian besar dipengaruhi oleh serat, karena matriks berfungsi sebagai pelapis dan pengikat yang mempertahankan posisi, menyebarkan gaya, dan melapisi serat. Sebaliknya, serat berfungsi sebagai penguat, yang biasanya sangat kaku dan kuat. Karena rasio yang lebih besar antara permukaan dan volume serat, serat dengan ukuran yang lebih kecil akan memiliki perekatan dan kekuatan yang lebih tinggi[1].

Seiring kemajuan teknologi, serat alam telah digunakan untuk memperkuat komposit. Serat mempunyai pengaruh yang signifikan dan menentukan kekuatan komposit, sehingga biasanya menjadi bahan penguat. Serat dapat berasal dari sumber alam atau non alami. Serat alam adalah serat berasal dari sumber daya alam terbarukan dan bisa ditingkatkan misalnya seratkayu, serat tandan buah kelapa sawit, serat rami, serat sisal, serat bambu, serat batang pisang, dan lain-lain. Serat buatan, juga dikenal sebagai sintetika, berasal dari proses kimiawi seperti serat aramid, serat silicon, serat gelas, dan serat karbon atau grafit [2].

Serat aren merupakan bahan alami yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk memperkuat komposit. Selain itu, serat aren juga mudah diperoleh dan harga produksinya relatif murah. Karena itu, penggunaan serat aren dalam komposit bermatrik resin polyester diharapkan mampu mengembangkan material baru dengan sifat mekanik yang diperbarui.

Penelitian dilakukan oleh Sinaga dkk untuk menentukan kekuatan tarik dan uji keras pada komposit serat ijuk menggunakan tata letak yang tidak teratur, terputus-putus pendek, memanjang. Hasil dari pengujian tarik dan kekerasan menunjukkan nilai tertinggi adalah dari komposit dengan susunan acak yaitu $(P) = 251,721 \text{ Kg}$, $(\Delta L_u) = 241.886,6 \text{ mm}$, $(\sigma_u) = 1.723,8 \text{ kg/mm}^2$, $(\sigma_y) = 3.447 \text{ kg/mm}^2$, $(e) = 3.149.1$ dan nilai kekerasan $7,462745 \text{ kg/mm}^2$ [2].

Penelitian lain telah dilakukan menggunakan metode kuantitatif dan dirancang sebagai penelitian eksperimental di laboratorium oleh Muhajir, Mizar, dan Sudjimat. Objek penelitian adalah ijuk, atau serat alam, yang dipilih karena sangat mudah diperoleh. Spesimen matriks resin dibuat dengan metode pengecoran menggunakan bahan resin epoxy juga katalis sesuai standar ASTM D 638 M-84. Menurut penelitian tersebut, tingkat daya tarik komposit yang paling tinggi didapatkan dengan desain acak sebesar $3,38 \text{ kgf/mm}^2$ dan perpanjangan sebesar $0,38 \text{ mm}$. Desain Cross menghasilkan daya tarik sebesar $3,03 \text{ kgf/mm}^2$ dan perpanjangan sebesar $0,86 \text{ mm}$, terus-menerus sebesar $2,24 \text{ kgf/mm}^2$ dan perpanjangan sebesar $1,03 \text{ mm}$, terikat sebesar $1,64 \text{ kgf/mm}^2$ dan perpanjangan sebesar $0,64 \text{ mm}$. Jenis kerusakan menunjukkan hasil dari uji tarik menunjukkan patahan yang kuat karena ujungnya memiliki patahan 900 dan kasar. Mekanisme pengeluaran serat menunjukkan bahwa hubungan antara matriks dan serat lemah disebabkan oleh lapisan lilin, yang terdiri dari kotoran dan lignin, menghalangi ikatan antar serat pada antarmuka (*interface*) dan matrik. Di sisi lain, karena ikatan *interface* serat-matrik yang lebih lemah, pengujian tarik yang lebih sederhana menunjukkan pengeluaran serat. Ini menunjukkan bahwa tipe tata letak serat penguat juga memiliki dampak yang signifikan terhadap bahan komposit [3].

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Idris, Manggala, dan Sudia, mereka menyelidiki bagaimana berbagai kombinasi komposit yang terbuat dari gypsum, serat ijuk, dan resin polyester memengaruhi keahlian agar mengurangi suara. Komposit ini dibuat dengan matrik serat ijuk dan resin polyester. Untuk memperkuat serat ijuk, direndam dahulu selama satu jam dalam larutan NaOH 2%. Selanjutnya, koefisien serap suara (α) dari komposit diuji. Ini dilakukan pada alat impedansi pipa kundts yang dilengkapi dengan perangkat speaker, amplifier, power supply, laptop atau smartphone, osiloscope, dan sound level meter pada frekuensi input 600, 800, dan 1000 Hz. Koefisien serap suara (α) tertinggi ditemukan pada serbuk gypsum dan komposit resin polyester diperkuat serat ijuk[4].

Penelitian oleh Yusuf dan Aljufri mengkaji analisa kekuatan tarik rerat tunggal pelepah aren dengan 10% NaOH, menggambarkan bagaimana jumlah air memengaruhi kekuatan tarik antar muka serat pelepah aren yang telah diperlakukan dengan perlakuan perendaman alkali dengan 10% NaOH. Dengan menggunakan pelepah aren fiber, yang merupakan salah satu jenis serat alam. Untuk menguji kekuatan mekanik komposit, pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik, dengan bentuk juga dimensi yang selaras sesuai persyaratan ASTM D 3379-75. Komposit serat pelepah aren dievaluasi dan dibandingkan pada NaOH, yaitu 10% kadar NaOH. Sebagaimana ditunjukkan oleh analisis nilai kekuatan tarik optimal untuk serat pelepah aren yang diberi perlakuan alkali 10% NaOH,

tingkat tegangan tarik tertinggi yang ditemukan pada fiber pelepah aren adalah 51.2 MPa, nilai tegangan tarik terendah adalah 24.3 MPa, nilai regangan tertinggi adalah 6,4% dan nilai regangan paling rendah adalah 0,2%, dengan nilai tertinggi modulus elastisitas adalah 127.93, dan nilai paling rendah adalah 4.7 [5].

Rahman, Riyanta, dan Diharjo melakukan studi tentang pengaruh fraksi volume serat dan lama perendaman alkali terhadap kekuatan impak komposit serat aren- polyester. Tujuan dari studi ini adalah untuk memahami bagaimana fraktur volume serat dan waktu perendaman larutan alkali (NaOH) sebesar 5% memengaruhi kekuatan impak komposit serat aren-poliester. Material yang digunakan adalah limbah dari serat aren, resin poliester 157 BQTN, katalis MEKPO dan larutan alkali (NaOH) 5%. Pembuatan komposit dilakukan dengan menggunakan teknik cetakan tekan. Komposit dibuat dengan variasi fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan lama perendaman larutan alkali adalah 0, 2, 4, 6, dan 8 jam. Uji impak dilakukan dengan mesin uji impak Izod mengacu pada standar ASTM D 5941. Hasil studi menggambarkan bahwa kekuatan impak akan meningkat dengan fraksi volume yang lebih besar, namun penurunan berikutnya semakin lama perlakuan alkali akan mengurangi dampak kekuatan karena serat telah mengalami perawatan. Kekuatan impact maksimal komposit serat aren-poliester pada fraksi volume serat 40% dan tanpa perendaman alkali sebesar 0,3211 J/mm². Karakteristik patahan pada bagian komposit serat aren bermatrik poliester adalah patahan tunggal[6].

Penelitian berikutnya oleh Fatkhurrohman dan Irfa'l tentang studi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit polyester berpenguat serat aren (ijuk) menggunakan matriks polyester BQTN 157, fiber pohon aren (ijuk), dan katalis methyl ethyl keton peroxide. Setelah melakukan uji tarik, studi ini bertujuan untuk mengukur kekuatan tarik komposit yang diperkuat fiber aren (ijuk), serta bentuk penampang patahan dan mekanisme kegagalan. Serat pohon aren, juga dikenal sebagai ijuk, direndam dalam penelitian ini selama dua jam dalam larutan alkali 5% NaOH. Kemudian, fraksi volume serat diubah menjadi 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60%. Material komposit dibuat dengan tangan dan dengan mesinpress mold. Spesimen pengujian tarik didasarkan pada standar ASTM D-638. Menurut hasil pengujian tarik, bentuk penampang bahan komposit berubah menjadi dua jenis pelepasan serat dan delamination. Kekuatan tarik tertinggi terjadi pada fraksi volume serat 40%, yang mencapai 24,65MPa, dan kekuatan tarik terendah terjadi pada fraksi volume serat 20%, yang mencapai 17,55 MPa [7].

Penelitian berikutnya oleh Titani, Imalia, Haryanto juga tentang pemanfaatan serat sabut kelapa sebagai material penguat pengganti fiberglass pada komposit resin polyester untuk aplikasi bahan konstruksi pesawat terbang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penambahan fiber sabut kelapa berdampak pada nilai kekuatan impact yang diserap rata-rata dalam matrik resin polyester 200 mililiter untuk masing-masing fraksi

berat fiber 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%. Penambahan fraksi berat serat sabut kelapa sebesar 4%, atau 338,6 Joule, meningkatkan kekuatan yang diserap selama pengujian impact, menurut hasil pengujian impact metode charpy pada standar ASTM E-23. Ini menunjukkan bahwa ikatan matriks dan serat sabut kelapa dapat membuat material komposit lebih tahan terhadap benturan saat dikenai bebantuan. Selain itu, mode patahan matrix rich ditampilkan pada fraksi berat serat 0%, sedangkan mode patahan pullout dan overload ditampilkan pada fraksi berat serat 1-4%[8].

Diharapkan penelitian ini akan memberikan informasi tentang bagaimana sifat mekanik dan struktur mikro dipengaruhi oleh variasi volume serat aren pada komposit bermatrik resin polyester. Penelitian ini dapat berfungsi sebagai dasar untuk pengembangan material komposit bermatrik resin polyester yang lebih banyak dan efektif.

2. Metode

Peralatan yang digunakan dalam metode pembuatan material komposit yaitu cetakan kaca, timbangan digital, kuas, gelas ukur, jamnga sorong, gerinda, gunting, *cutter*, penggaris,. Bahan yang digunakan antara lain serat aren, resin *polyester*, katalis, *wax*, *thinner*, dan NaOH.

Proses pengambilan data dilakukan setelah dilakukannya pengujian tarik disetiap spesimen dan hasil yang didapatkan dari setiap pengujian struktur mikro. Setiap data yang diperoleh dari pengujian tarik setiap spesimen dianalisa baik hasil dari nilai kekuatan terkecil sampai tertinggi, kemudian dilakukan analisa mengenai penyebab terjadinya perbedaan kekuatan pada setiap spesimen, pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan keterikatan serat dengan perbandingan komposisi pada setiap campuran.

Proses Pembuatan Komposit

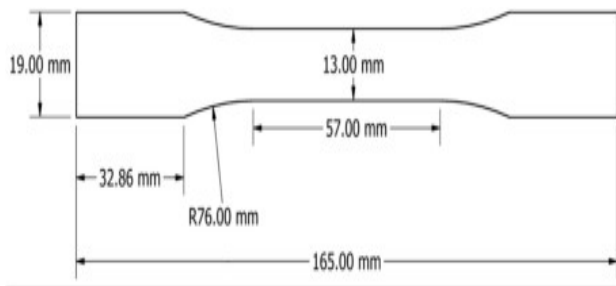
Bahan utama dalam penelitian ini adalah serat aren dan resin *polyester*. Serat aren direndam dalam larutan NaOH 5% selama 1 jam. Selanjutnya dibilas menggunakan air dan dijemur hingga kering. Serat dipotong kecil hingga ukuran 1 cm. Serat aren dan resin ditimbang sesuai dengan jumlah yang ditentukan.

Selanjutnya, dilakukan pencampuran resin dan serat aren dengan perbandingan 100%:0%, 75%:25%, 65%:35%, dan 55%:45%. Sebelum dicetak, cetakan spesimen diolesi dengan *wax* supaya hasil komposit mudah dilepaskan dari cetakan. Penuangan dan pemerataan campuran resindengan serat aren dilakukan menggunakan metode *hand lay up*. Selanjutnya diberikan beban tekan untuk memadatkan spesimen. Setelah 1 jam dilepaskan dari cetakan. Spesimen dipotong sesuai dengan standar ukuran ASTM D 638 tipe I (Gambar 1).

Selanjutnya dilakukan pengujian tarik dan dilakukan pengukuran tegangan menggunakan persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots (1)$$

Dengan F adalah gaya Newton atau (N), A adalah luas (m^2).



Gambar 1. ASTM D 638 tipe I

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Tarik

Pada tahap ini pengujian hasil dari setiap paduan spesimen menggunakan uji tarik standar ASTM D 638 Tipe I. Seluruh spesimen memiliki lebar area ukur 13 mm dan tebal 3,2 mm. Tabel 1 menunjukkan seluruh spesimen yang sudah dilakukan pengujian tarik dikelompokkan berdasarkan variasi volume perbandingan yang digunakan. Tabel 2 menunjukkan perhitungan tegangan untuk semua hasil uji tegangan tarik.

Tabel 1. Beban Tarik Masing-masing Campuran

Variasi Campuran	Sampel	Nilai Gaya Tarik (N)	Rata-rata (N)	Standar Deviasi
100% : 0%	1	172,64	167	9,94
	2	173,00		
	3	155,60		
75% : 25%	1	252,80	268,9N	15
	2	271,50		
	3	282,60		
65% : 35%	1	371,90	38,7 N	8,5
	2	385,80		
	3	387,60		
55% : 45%	1	476,8	482,9N	5,3
	2	485,4		
	3	486,6		

Tabel 2. Hasil Perhitungan Tegangan Uji Tarik Masing-masing Campuran

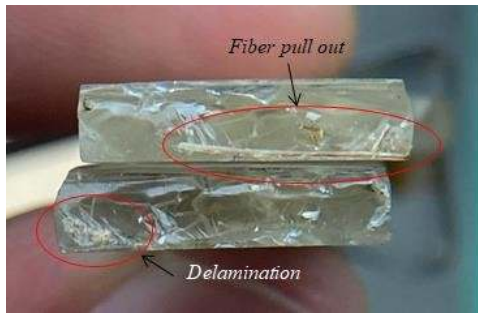
Variasi Campuran	Sampel	Gaya Tarik (N)	Luas Penampang (A)	Nilai Tegangan (N/mm^2)
100%:0%	1	172.64	41,6	4,15
	2	173	41,6	4,15
	3	155.60	41,6	3,74
			Rata-rata	4,01
75%:25%	1	252.8	41,6	6,07
	2	271.5	41,6	6,52
	3	282.6	41,6	6,79
			Rata-rata	6,46
65%:35%	1	371.9	41,6	7,64
	2	385.8	41,6	9,27
	3	387.6	41,6	9,31
			Rata-rata	8,74
55%:45%	1	476.8	41,6	11,46
	2	485.4	41,6	11,66
	3	486.6	41,6	11,69
			Rata-rata	11,60

Berdasarkan hasil dari nilai tegangan keseluruhan yang penulis paparkan dapat disimpulkan bahwasannya penggunaan tanpa serat dan jumlah serat yang sedikit membuat keterikatan resin dan serat aren kurang begitu maksimal, dengan jumlah serat yang semakin banyak maka serat mampu mengisi ruang kosong pada resin. Jumlah serat yang banyak dan saling terikat juga dapat maksimal dalam mendistribusikan beban tarik. Pada penelitian ini kekuatan tarik mengalami peningkatan seiring dengan penambahan variasi volume serat aren yang tinggi yaitu pada perbandingan resin 55% : 45% serat aren.

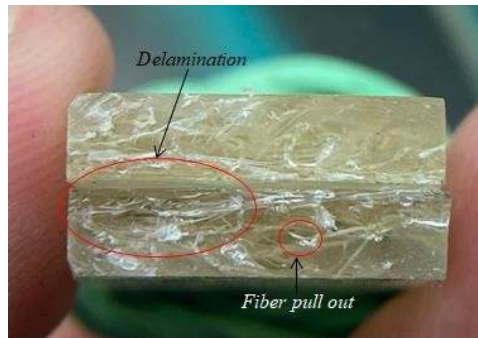
Kekuatan tarik material meningkat dengan penambahan serat aren. Kekuatan tarik yang terendah ditemukan di perbandingan volume serat 0%, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 167 N/mm^2 . Dengan menambahkan serat hingga fraksi volume 45%, kekuatan tarik komposit terus meningkat. Kekuatan tarik komposit maksimum terjadi pada fraksi volume 45% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 482,9 N/mm^2 . Semakin luas daerah ikatan, semakin besar kekuatannya, peningkatkan pada fraksi volume dari 25% hingga 45%. Serat memiliki kemampuan untuk memanjang dan mencegah retak selama pengujian tarik[9].

3.2 Hasil Foto Makro

Sebelum dilakukan pengamatan pada beberapa spesimen menggunakan alat uji mikro, penulis melakukan foto makro guna melihat hasil pada area patahan. Spesimen yang diambil untuk dilakukan uji makro yaitu spesimen dengan variasi campuran dengan nilai terendah yaitu (resin 75% : 25% serat aren) dan variasi campuran tertinggi yaitu (resin 55% : 45% serat aren).



Gambar 2. Variasi Campuran (resin 75% : 25% serat)



Gambar 3. Variasi Campuran (resin 55% : 45% serat)

Berdasarkan Gambar 2 dapat diamati bahwasanya pada spesimen dengan variasi campuran terendah (resin 75% : 25% serat aren) tidak ada rongga pada area patahan spesimen tersebut namun masih terlihat adanya kekosongan serat di area patahan karena jumlah serat yang dicampurkan lebih sedikit dan ada pelepasan ikatan matrik-serat dengan munculnya ujung serat yang patah pada permukaan (fiber pull out), kegagalan atau kerusakan komposit juga terjadi karena pengaruh tegangan yang tinggi (delamination). Pada Gambar 3 spesimen dengan variasi campuran tertinggi yaitu (resin 55% : 45% serat aren) susunan serat merata pada area patahan, keterikatan resin dan serat mulai terlihat dikarenakan jumlah serat yang digunakan lebih banyak dan membuat kekuatan tarik dari spesimen menjadi meningkat. Setelah uji tarik dengan foto makro, patahan di komposit polyester berpenguat serat aren menunjukkan bentuk kegagalan serat yang ditarik keluar atau serat yang lepas dari komposit (fiber pull out), delamination atau kegagalan pada matriks karena matriks tidak memiliki kapasitas untuk menahan beban tarik [10].

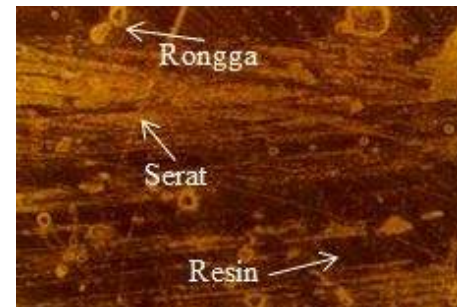
3.3 Hasil Foto Mikro

Setelah dilakukan pengujian makro penulis melanjutkan penelitian ini dengan pengujian mikro. Pengujian mikro dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo. Tujuan dilakukannya uji mikro pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui struktur mikro pada setiap paduan campuran spesimen. Pengujian mikro diambil dari setiap spesimen yang sebelumnya sudah dilakukan uji makro namun pada uji mikro penulis menambahkan pengujian pada spesimen tanpa campuran yaitu resin 100% : 0% serat aren, sebelum dilakukan pengujian perlu dilakukan pengampelasan dengan ampelas

ukuran 5000. Pada proses pengujian ini peralatan uji mikro langsung terhubung pada perangkat komputer untuk memudahkan peneliti melihat hasilnya. Jumlah spesimen yang diuji berjumlah 3 spesimen hal ini diambil dari perwakilan setiap sampel paduan dengan nilai kekuatan terendah dan tertinggi pada setiap variasi campuran yang digunakan. Hasil pengujian struktur mikro ditunjukkan pada Gambar 4 - 6.



Gambar 4. Spesimen Tanpa Campuran



Gambar 5. Spesimen Campuran (resin 75% : 25% serat)



Gambar 6. Spesimen Campuran (resin 55% : 45% serat)

Data diperoleh dari gambar proses pengujian mikro secara keseluruhan, yang menunjukkan bahwa keterikatan resin dan serat cenderung kurang maksimal, menunjukkan bahwa foto mikro fraksi volume serat 0% sampai fraksi volume serat 25% menunjukkan bahwa meskipun hasil morfologi permukaan komposit terlihat halus, gelembung udara tetap ada di permukaan matriks. Di sisi lain, fraksi serat yang lebih tinggi pada komposit menunjukkan bahwa hasil morfologi permukaan matriks yang lebih tersebar karena adanya serat [8].

Rongga-rongga pada spesimen mulai mengecil diiringi dengan penggunaan variasi campuran volume serat yang meningkat, dapat disimpulkan bahwasanya tinggi nilai

kekuatan tarik dikarenakan serat yang semakin banyak akan mengisi kekosongan yang ada pada komposit resin. Kekuatan komposit dipengaruhi oleh jumlah serat yang ada di dalamnya. Ini disebabkan oleh fakta bahwa distribusi serat di dalam komposit tidak merata karena foto struktur mikro, yang berarti nilai kekuatan di setiap sisi komposit berbeda. Kedua hasil pengujian struktur mikro menunjukkan bahwa masih ada rongga antara matrik dan serat yang terbentuk. Ukuran rongga yang lebih kecil menunjukkan hubungan antara matrik dan serat yang lebih baik, sedangkan ukuran rongga yang lebih besar menunjukkan ikatan yang lebih lemah.

Setelah ditinjau dari kekuatan tarik dasar dari masing-masing material komposit, yaitu kekuatan tarik dasar serat aren 190 Mpa dan kekuatan tarik dasar resin polyester 5,8 Kg/mm² maka dapat disimpulkan bahwasannya hasil dari campuran kedua bahan ini berhasil membuat komposit dengan kekuatan yang lebih tinggi dari kekuatan tarik dasar masing-masing material.

4. Kesimpulan

Ada dua kesimpulan yang dibuat dari studi yang telah diselesaikan :

- a. Tegangan tarik tertinggi mencapai 11,60 N/mm² pada variasi 4 dengan persentase campuran resin 55% : 45% serat aren, dengan hasil ini kekuatan tarik komposit serat dapat ditingkatkan dengan menambah fraksi volume serat aren aren bermatrik resin polyester.
- b. Dengan bertambahnya fraksi volume serat aren maka dapat menurunkan/meminimalisir terjadinya rongga atau cacat pada spesimen.

Daftar Pustaka

- [1] I. Surya dan Suhendar "Sifat Mekanis Komposit Serat Acak Limbah Sabut Kelapa," *Jur. Tek . Mesin. Univ. Bandar. Lampung*, vol. 2, no. 1, pp. 1-66, 2016.
- [2] B. Sinaga, C. S. P. Manurung, R. A. M. Napitupulu, M. Tampubolon, dan S. Sihombing, "Analisa Kekuatan Tarik dan Kekerasan Komposit Resin Polyester yang Diperkuat dengan Serat Pohon Aren (Ijuk) dengan Variasi Acak, Lurus, dan Terputus-putus Pendek," *Citra Sains Teknologi*, vol. 1, no. 2, pp. 50-58, Januari. 2022.
- [3] M. Muhajir, M. A. Mizar, dan D. A. Sudjimat, "Analisis Kekuatan Tarik Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak," *Jur. Tek. Mesin. Univ. Negeri Malang*, no. 2, Oktober. 2016.
- [4] Idris, L. K. Manggala, dan B. Sudia, "Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Berbahan Gypsum, Serat Ijuk Pohon Aren Dan Resin Polyester Terhadap Kemampuan Meredam Suara," *Jur. Ilmiah. Mahasiswa. Tek. Mesin. Univ. Halu. Oleo*, vol. 3, no. 2, Juni. 2018.
- [5] E. Yusuf dan Aljufri, "Analisa Kekuatan Tarik Serat Tunggal Pelepah Aren Dengan 10% NaOH," *Malikussaleh. Journal. Of. Mechanical. Science. And. Technology*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [6] M. Budi. Nur. Rahman, Bambang. Riyanta, dan Kuncoro Diharjo, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Dan Lama Perendaman Alkali Terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester," *Jur. Ilmiah. Semesta. Teknika*, vol. 14, no. 1, pp. 26-32, Mei. 2011.
- [7] Fatkhurrohman dan M. A. Irfa'l, "Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pohon Aren (Ijuk)," *Jur. Tek. Mesin. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 4, no 2, pp. 161-168, 2016.
- [8] F. R. Titani, C. L. Imalia, dan Haryanto, "Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass Pada Komposit Resin Polyester Untuk Aplikasi Bahan Kontruksi Pesawat Terbang," *Jur. Nasional. Techno*, vol. 19, no. 1, pp. 023-028, April. 2018.
- [9] M. Budi. Nur. Rahman, Bambang. Riyanta, dan Kuncoro Diharjo, "Pengaruh Fraksi Volume Serat Dan Lama Perendaman Alkali Terhadap Kekuatan Impak Komposit Serat Aren-Polyester," *Jur. Ilmiah. Semesta. Teknika*, vol. 14, no. 1, pp. 26-32, Mei. 2011.
- [10] Fatkhurrohman dan M. A. Irfa'l, "Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Pohon Aren (Ijuk)," *Jur. Tek. Mesin. Univ. Negeri Surabaya*, vol. 4, no 2, pp. 161-168, 2016.