

Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Poliester Berpenguat Serat *Cordyline Australis* (Daun Praksok) Dengan Perlakuan Air Laut

Ida Bagus Kresnasandi, I Wayan Surata, Tjokorda Gde Tirta Nindhia
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Komposit adalah material baru yang dibuat dengan menggabungkan dua atau lebih material dengan karakteristik berbeda. Inilah kenapa komposit diperkuat serat alami dibuat. Salah satu serat alami adalah serat daun praksok (*Cordyline australis*). Metode alternatif untuk menghilangkan kontaminan serat dengan menggunakan air laut perlu diteliti lebih lanjut. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit yang diperkuat serat *cordyline australis*. Pengujian tarik menggunakan ASTM D3039. Pengujian lentur menggunakan ASTM D790-03. Hasil menunjukkan tegangan maksimum sebesar 15,29 MPa terjadi saat direndam dalam air laut selama 6 jam dengan regangan sebesar 1,71%. Regangan maksimum sebesar 2,29% terjadi saat direndam dalam air laut selama 2 jam dengan tegangan sebesar 15,11 MPa. Jika dibandingkan dengan kekuatan tarik matriks saja menunjukkan terjadi peningkatan tegangan sebesar 127% ketika direndam dalam air laut selama 6 jam dan peningkatan sebesar 180% dalam regangan ketika terendam dalam air laut selama 2 jam. Untuk uji lentur menghasilkan tegangan dan regangan maksimum pada 46,42 MPa dan 2,08% ketika direndam dalam air laut selama 2 jam. Sebuah penurunan regangan dan tegangan lentur masing-masing sebesar 66,5% dan 49%. Ikatan yang baik antara serat dan matriks tercapai dengan sebagian besar terjadi patahan jenis overload.

Kata Kunci: Komposit, daun praksok (*Cordyline australis*), air laut

Abstract

Composite is a new material made with two or more materials that has different characteristics. Natural fiber reinforced composite is a new material where in this study uses *Cordyline australis* fibers. The method for removing fiber contaminants using seawater need further study. The main objective of this research is to study the effect of sea water on the tensile and flexural strength of *cordyline australis* fiber reinforced composite. Tensile testing based on ASTM D3039. Flexural testing based on ASTM D790-03. The results showed maximum stress of 15.29 MPa occurred when submerged in seawater for 6 hours with an elongation of 1.71%. The maximum strain of 2.29% occurs when submerged in seawater for 2 hours with an elongation of 15.11 MPa. For the flexural test the maximum stress and strain at 46.42 MPa and 2.08% compilation were submerged in sea water for 2 hours. A decrease in strain and flexural stress were 66.5% and 49%, respectively. A good bond between the fiber and matrix is achieved with overload type fracture present

Keywords: Composites, *Cordyline australis*, seawater

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang cepat, kebutuhan manusia juga semakin meningkat. Maka dari itu produsen selalu mencari cara untuk meningkatkan kualitas material agar memberikan performa terbaik. Kebanyakan material yang ada seperti baja, tembaga, kuningan, polimer, dan lain-lain sering tidak memenuhi syarat yaitu material ringan dengan kekuatan tarik yang tinggi. Pada bidang industri penerbangan, perkapalan, dan otomotif kualitas dan performa material yang baik merupakan sebuah keharusan untuk memberikan hasil performa terbaik. Material Komposit merupakan material gabungan yang memiliki dua atau lebih material dengan sifat berbeda yang akan membentuk sebuah material baru dengan kekuatan hasil dari gabungan tersebut [1]. Komposit yang sering digunakan pada industri adalah komposit berpenguat serat sintetik. Serat sintetik mampu memberikan *power to weight ratio* yang baik, akan

tetapi penggunaan serat tersebut secara berkelanjutan berbahaya bagi lingkungan sebab serat sintetik tidak dapat diuraikan secara alami dan akan menimbun pada permukaan bumi. Banyak cara yang dilakukan untuk mendapat material yang lebih ramah lingkungan dan salah satu caranya adalah melalui serat alami (*Natural Fibers*).

Serat alami merupakan serat dari tumbuhan yang sudah ekstraksi, salah satu metode untuk mendapatkan serat tersebut adalah melalui *water retting*. Untuk pembuatan komposit berpenguat serat alami memerlukan pengikat yang berupa matriks.

Resin Poliester BTQN 157 merupakan resin yang sering digunakan dalam industri perkapalan, seperti pada boat, alat-alat *water sport*. Serat yang digunakan sebagai penguat perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap pengaruh air laut terhadap sifat-sifat mekanis komposit bila serat direndam dan dibersihkan dengan air laut,

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama perendaman serat dengan air laut pada komposit, khususnya pada sikuatan tarik dan lentur komposit. Pengujian uji tarik pada spesimen akan dilakukan dengan standar ASTM D 3039 dan untuk uji lentur akan dilakukan sesuai standar ASTM D 790-03

Dalam penelitian ini ada beberapa masalah yang akan dijadi, yaitu:

1. Bagaimana pembentukan komposit berpenguat serat daun praksok dengan matriks *polyester* menggunakan teknik *Hand Layup*
2. Bagaimana pengaruh air laut terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit berpenguat serat praksok

2. Dasar Teori

2.1. Komposit

Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih material yang menghasilkan sifat yang lebih baik dibandingkan kedua komponen individual pembentuk komposit tersebut [1]. Komposit pada umumnya dibentuk oleh dua jenis material yaitu material pengikat dan material penguat. Material penguat komposit memberi kekuatan dan tegangan yang tinggi dan dalam banyak kasus material penguat selalu memiliki sifat yang lebih keras, kaku dan kuat dibandingkan matriks. Berbeda dengan baja, setiap material pembuat komposit tetap menjaga komposisi kimia, fisik, dan sifat mekanis material pembentuk [2].

2.2. Serat Sebagai Penguat Komposit

Komposit merupakan material gabungan dalam skala makroskopis dari dua material dengan sifat yang berbeda [3]. Terdapat 3 jenis metode penguat komposit yaitu:

1. Serat Panjang (*Continuous fiber*)
Komposit dengan serat panjang memiliki arah serat yang sudah ditentukan, seperti: satu arah (*unidirectional*) dan teranyam (*woven*). Pada umumnya serat penguat komposit jenis ini memiliki aspek rasio (l/d) yang panjang
2. Serat Pendek (*Discontinuous fiber*)
komposit dengan serat pendek memiliki aspek rasio (l/d) yang pendek. Komposit dengan serat pendek biasanya memiliki kekuatan dan kekakuan yang rendah dibandingkan komposit serat panjang
3. Serat Acak (*Discontinuous random oriented fiber*)
Komposit jenis ini memiliki aspek rasio (l/d) yang pendek akan tetapi, serat tersebar secara merata tanpa adanya arah yang ditentukan.

2.3. Serat Alam

Serat alam merupakan salah satu bagian dari makhluk hidup yang bisa didapatkan dari tumbuhan, binatang, atau sumber mineral. Jika dibandingkan dengan serat sintetik, serat alam memiliki kekuatan yang relatif lebih rendah

2.4. Serat Daun Pohon Praksok

Serat daun praksok merupakan serat yang tergolong serat alami yang bisa didapatkan dari Pohon Praksok atau dengan nama lain *Cordyline australis*. Tinggi pohon praksok bisa mencapai 12 meter dengan panjang daun yang mampu mencapai 1 meter.

2.5. Matriks

Matriks merupakan material pengikat yang digunakan pada komposit yang berfungsi untuk menransfer beban, memberi ikatan pada komposit, dan kualitas permukaan komposit. Terdapat 4 jenis matriks yaitu: Polimer, Poliester, Keramik, dan Karbon

2.6. Metode Pencetakan Komposit

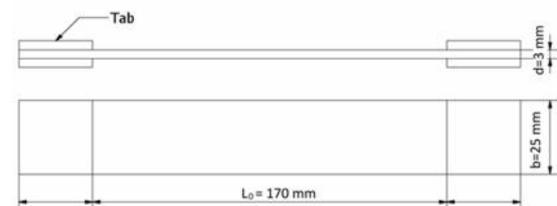
Dalam penelitian ini digunakan proses cetakan terbuka sebab metode *hand layup* merupakan salah satu bagian dari proses cetakan terbuka. Dimana matriks dituangkan kedalam serat yang sudah ditata baik pada cetakan. Setelah itu beban sebesar 20kg diberikan dan cetakan dibiarkan selama 24 jam.

2.7. Air Laut

Air adalah elemen yang paling banyak ada di bumi, kebanyakan air itu adalah air laut. Air laut memiliki enam komposisi terbesar yaitu adalah *chloride* (Cl^-), *sodium* (Na^+), *sulfate* (SO_4^{2-}), *magnesium* (Mg^{2+}), *calcium* (Ca^{2+}), and *potassium* (K^+). Air laut mengandung antara 35,000 – 42,000 ppm bermacam zat terlarut, dengan sebagian besar garam NaCl [4]. Akan tetapi komposisi ini sangat bervariasi sebab adanya penambahan unsur lain dari sungai, penguapan, hujan, dan lain-lain.

2.8. Uji Tarik

Pengujian dilakukan dengan standar ASTM D 3039 yang dilakukan dengan pengamatan terhadap perkembangan beban serta penambahan panjang konstan selama pengujian berlangsung. Spesimen uji tarik dibuat sesuai dengan ASTM D 3039 seperti yang di tunjukan pada Gambar 1



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik

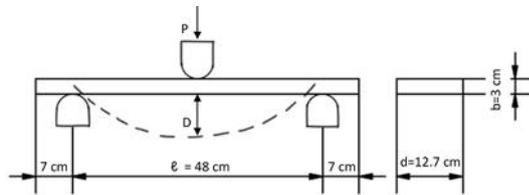
Perhitungan tegangan tarik, regangan tarik, dan modulus elastisitas menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}, \quad \epsilon = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0}, \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (1)$$

2.9. Uji Lentur

Dengan standar ASTM D 790-03 yang menggunakan metode pengujian *three-point bending* yang memiliki jenis tumpuan berupa tumpuan jepit. Spesimen akan mengalami tegangan tekanan pada bagian atas dan tegangan tarik

kebawah pada bagian bawah. Hasil akan didapatkan sebelum terjadinya patahan pada spesimen. Spesimen uji lentur dibuat sesuai dengan ASTM D 790-03 seperti yang di tunjukan pada Gambar 2



Gambar 2. Spesimen Uji Lentur

Tegangan lentur, regangan lentur, dan modulus elastisitas lentur i dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_b = \frac{3P\ell}{2bd^2}, E = \frac{\ell^3 m}{4bd^3}, r = \frac{6Dd}{\ell^2} \quad (2)$$

2.10. Pengamatan Permukaan Patah



Gambar 3. Pengamatan permukaan patah

Pada gambar 3 (A) *overload*, yaitu putusya serat yang diakibatkan oleh batas kekuatan serat dan ikatan serat dan matriks. (B) *Pullout* yang disebabkan oleh ikatan serat dan matriks yang tidak kuat sehingga lepasnya serat dengan matriks. (C) *delamination* disebabkan karena tingginya tegangan *interlaminar*. (D) *matriks flow* yang merupakan berlebihan matriks yang menyebabkan terjadinya pergeseran alur pada matriks.

3. Metode Penelitian

3.1. Alat-alat Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan alat yaitu:

1. Mesin Uji Tarik
2. Mesin Uji Lentur
3. Mikroskop Optik
4. Cetakan Kaca
5. Oven
6. Timbangan Digital

3.2. Bahan-bahan Penelitian

1. Serat Daun Praksok
2. Poliester Yukalac BTQN-EX 157
3. Hardener Metil Etil Ketn Peroksida (MEKPO)
4. Air Laut
5. Gliserin

3.3. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan serat daun praksok yang didapatkan dengan metode *water*

retting dimana daun pohon praksok yang diambil adalah nomor urut 2, 3, dan 4 dari bawah yang lalu direndam dalam air keran selama 30 hari dengan mengganti air setiap 7 hari. Lalu daun yang sudah direndam kemudian disikat agar serat terpisah. Lalu serat yang didapat dicuci menggunakan air suling dan dikeringkan tanpa dikenakan sinar matahari langsung. Setelah kering serat dipotong sepanjang 30mm dan perlakuan terhadap serat bisa dimulai yaitu merendam serat dalam air laut selama 2, 4, 6, dan 8 jam. Setelah selesai perlakuan serat dikeringkan dan pencetakan dimulai

Pencetakan dimulai dengan mengoleskan gliserin pada cetakan kaca agar tidak lengket, lalu cetakan dibentuk dengan dimensi 150x100x3 mm untuk uji lentur dan 250x150x3 mm untuk uji tarik. Setelah itu poliester dicampurkan dengan katalis dimana katalis yang dicampurkan sebesar 1% dari volume poliester. tuangkan sedikit polister kedalam cetakan dan masukan serat dengan rapi, lalu tuangkan seluruh poliester hingga serat terendam sepenuhnya. Tutup cetakan dan beri beban sebesar 20kg dan tunggu 24 jam. Ssetelah 24 jam komposit diangkat dan dipotong sesuai spesimen uji tarik dan lentur.

Untuk pengujian tarik spesimen uji tarik dipasang pada mesin uji tarik dan seluruh instrumen pengukur dikalibrasi ulang. Pengujian dimulai dan data yang berupa beban diambil setiap pertambahan panjang 0,1mm.

Sementara untuk pengujian lentur spesimen dipasang di alat uji lentur dan seluruh alat pengukur dikalibrasi ulang. Pengujian dimulai dan data yang berupa beban diambil pada pertambahan defleksi sebesar 0,1mm

4. Hasil Dan Pembahasan

Setelah dilakukannya pengujian, data hasil pengujian didapatkan yang berupa tabel dan grafik hasil uji tarik dan lentur.

4.1. Uji Tarik

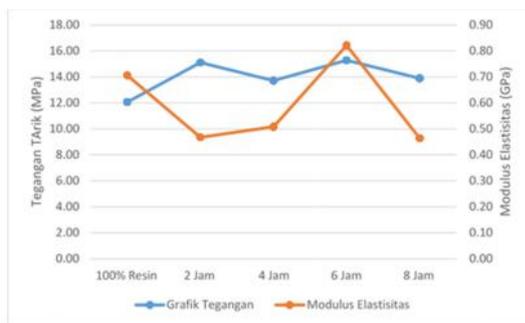
Data hasil uji tarik terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Data hasil uji tarik

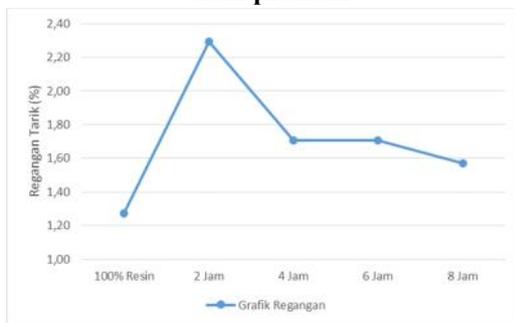
Penguujian Tarik Komposit			
Kontrol, 100% Resin			
NO	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
Spesimen A	1,53	9,41	0,53
Spesimen D	1,47	11,11	0,21
Spesimen F	0,82	15,68	1,39
Rata-rata	1,27	12,06	0,71
Perendaman Selama 2 Jam			
NO	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
Spesimen A	1,76	15,42	0,61
Spesimen D	2,29	16,46	0,62
Spesimen F	2,82	13,46	0,17
Rata-rata	2,29	15,11	0,47

Perendaman Selama 4 Jam			
NO	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
Spesimen B	2,35	14,633	0,44
Spesimen D	1,29	14,112	0,79
Spesimen E	1,71	12,413	0,29
Rata-rata	1,71	13,72	0,51
Perendaman Selama 6 Jam			
NO	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
Spesimen A	2,12	13,720	0,78
Spesimen E	0,88	11,891	1,18
Spesimen F	2,12	20,253	0,80
Rata-rata	1,71	15,29	0,82
Perendaman Selama 8 Jam			
NO	ϵ (%)	σ (Mpa)	E (Mpa)
Spesimen B	1,88	13,328	0,21
Spesimen C	1,24	11,891	0,73
Spesimen E	1,59	16,464	0,46
Rata-rata	1,57	13,89	0,46

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 1, didapatkan grafik tegangan tarik dan modulus elastisitas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan regangan lentur ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 4. Grafik tegangan tarik dan modulus elatisitas komposit poliester berpenguat serat daun praksok



Gambar 5. Grafik regangan tarik komposit poliester berpenguat serat daun praksok

Gambar 4 menunjukkan hubungan tegangan tarik dan modulus elastisitas terhadap waktu perendaman serat dalam air laut. Grafik menunjukkan bahwa tegangan rata-rata tertinggi terdapat pada perendaman 6 jam sebesar 15,29MPa dengan modulus elastisitas sebesar 0,82GPa. lalu diikuti dengan perendaman selama 2 jam dengan tegangan sebesar 15,11MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,47GPa. Spesimen 4 jam memiliki tegangan sebesar 19,72MPa dan spesimen 8 jam memiliki tegangan terkecil sebesar 13,89MPa.

Gambar 5 menunjukkan regangan rata-rata dimana regangan terbesar terjadi pada spesimen 2

jam sebesar 2,29% diikuti dengan spesimen 4 jam dan 6 jam sebesar 1,71%. Selanjutnya spesimen 8 jam mengalami peregangan sebesar 1,57%

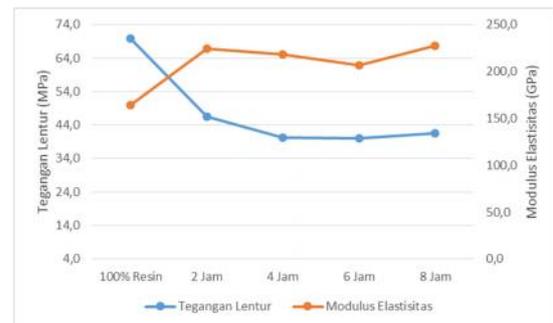
4.2. Uji Lentur

Data hasil uji lentur terdapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2 Data hasil uji lentur

Penguujian Bending Komposit Kontrol, 100% Resin			
NO	σ L(Mpa)	ϵ L (%)	EL(Mpa)
Spesimen A	91,487	5,47	1,673
Spesimen B	42,688	2,73	1,561
Spesimen C	75,005	4,45	1,684
Rata-rata	69,727	4,219	1,639
Perendaman Selama 2 Jam			
NO	σ L(Mpa)	ϵ L (%)	EL(Mpa)
Spesimen A	44,663	2,27	1,971
Spesimen C	45,373	2,03	2,234
Spesimen D	49,231	1,95	2,521
Rata-rata	46,423	2,083	2,242
Perendaman Selama 4 Jam			
NO	σ L(Mpa)	ϵ L (%)	EL(Mpa)
Spesimen A	41,793	1,72	2,43
Spesimen B	37,441	1,88	2,00
Spesimen C	41,330	1,95	2,12
Rata-rata	40,188	1,849	2,181
Perendaman Selama 6 Jam			
NO	σ L(Mpa)	ϵ L (%)	EL(Mpa)
Spesimen C	39,231	2,11	1,860
Spesimen I	41,484	2,03	2,042
Spesimen H	39,570	1,72	2,302
Rata-rata	40,095	1,953	2,068
Perendaman Selama 8 Jam			
NO	σ L(Mpa)	ϵ L (%)	EL(Mpa)
Spesimen A	37,533	1,88	2,002
Spesimen D	40,836	1,56	2,613
Spesimen G	46,423	2,11	2,201
Rata-rata	41,597	1,849	2,272

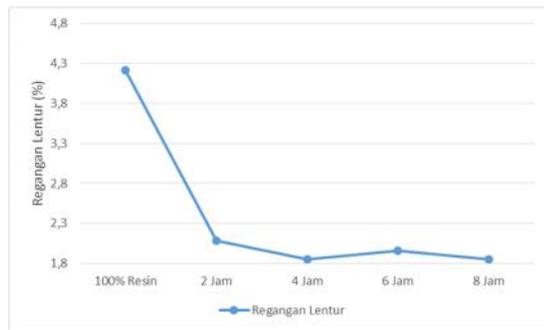
Dari datayang disajikan pada Tabel 2, didapatkan grafik tegangan lentur dan modulus elastisitas yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan regangan lentur yang ditunjukkan pada Gambar 7



Gambar 6. Grafik tegangan lentur dengan modulus elastisitas komposit poliester berpenguat serat daun praksok

Gambar 6 menunjukkan grafik rata-rata tegangan lentur dan modulus elastisitas komposit poliester berpenguat serat daunt praksok. Spesimen 2 jam memiliki tegangan tertinggi sebesar 46,42MPa dengan modulus elastisitas sebesar 2,24GPa. Spesimen 4 jam memiliki tegangan sebesar 40,18MPa dengan modulus elastisitas sebesar 2,18GPa. Speimen 6 jam memiliki tegangan sebesar 40,95MPa. Ini merupakan tegangan

terendah. Hal ini dikarenakan terjadi peningkatan untuk spesimen perendaman 8 jam menjadi 41,59MPa

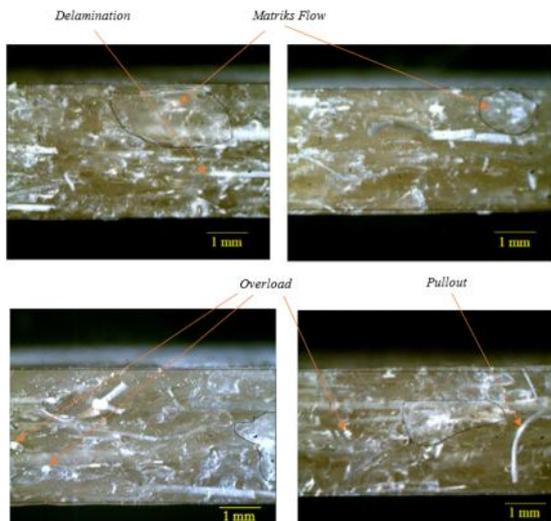


Gambar 7. Grafik regangan lentur komposit poliester berpenguat serat daun praksok

Gambar 7 menunjukkan rata-rata regangan lentur. Spesimen 2 jam mengalami pereganagan sebesar 2,08%. Spesimen 4 jam mengalami regangan sebesar 1,84%. Untuk spesimen 6 jam mengalami regangan sebesar 1,95% dan terakhir spesimen 8 jam mengalami regangan sebesar 1,84%

4.3. Pengamatan Makro

Dengan menggunakan mikroskop makro, didapatkan foto permukaan patah dan bisa di analisa



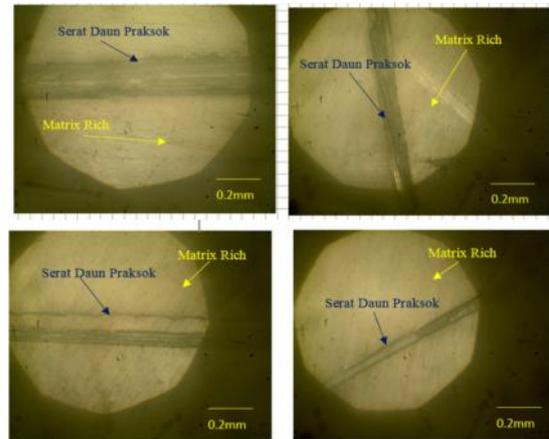
Gambar 8 Hasil foto makro komposit poliester berpenguat serat daun praksok

Terlihat pada gambar 8 bahwa terdapat patahan jenis *matrix flow* sebesar 18,64% dari luas area permukaan patah. Ini ditemani dengan *delamination* dan *overload*. Gambar 10 menunjukkan bahwa terdapat patahan yang disebabkan oleh *matrix flow* sebesar 6,4% dari total luas permukaan patahan. Untuk spesimen dengan perlakuan perendaman selama 6 jam ditunjukkan dengan gambar 11, dimana terdapat *matrix flow* sebesar 4,37% dari total luas permukaan patahan. Ditemani dengan banyaknya patahan *overload* dan spesimen dengan perendaman 6 jam ini

menghasilkan tegangan tertinggi. Untuk perendaman selama 8 jam ditunjukkan oleh gambar 12 dimana terdapat patahan oleh *matrix flow* sebesar 10,33%

4.4. Pengamatan Mikro

Dengan menggunakan mikroskop mikro, didapatkan foto mikro dan analisa ikatan serat dan matriks bisa di lakukan



Gambar 9. Hasil foto mikro komposit poliester berpenguat serat daun praksok

Terlihat pada gambar 9 bahwa ikatan matriks dengan serat terjadi secara sempurna. Untuk spesimen 6 jam ikatan terjadi lebih baik dibandingkan spesimen lainnya

5. Kesimpulan

Maka kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil pembahasan diatas adalah:

1. Pembentukan komposit poliester berpenguat serat daun praksok terbentuk dengan baik. Ikatan serat dengan matriks terbentuk bagus dengan porositas terkecil sebesar 0,19% pada perendaman 2 jam
2. Pengaruh air laut terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit poliester berpenguat daun praksok adalah terjadinya peningkatan tertinggi pada tegangan tarik pada spesimen 6 jam dan regangan tertinggi pada spesimen 2 jam jika dibandingkan kekuatan tarik dan regangan poliester saja

Daftar Pustaka

- [1] Callister, W. D., Rethwisch, D. G., 2011, *Materials science and engineering (Vol. 5)*, John wiley & sons NY.
- [2] Campbell, F. C. 2010, *Structural composite materials*. ASM international.
- [3] Hayashi, I., Mori, K., Kaneko, S., Mogi, T., 1978, *Effect of Fiber Orientation on Mechanical Properties of Short Fiber Reinforced Composite Materials*. 1(5), 287–292.
- [4] Biyantoro, D., & Basuki, K. T., 2007, *Pengukuran Dan Analisis Unsur-Unsur*

**Pada Air Laut Muria Untuk Air Primer
Pwr.**



Ida Bagus Kresnasandi
Menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali. Dari tahun 2016 hingga 2020 dengan skripsi yang berjudul “Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Poliester Berpenguat Serat *Cordyline australis* (Daun Praksok) Dengan Perlakuan Air Laut”.

Topik yang diminati adalah topik yang berhubungan dengan teknik mesin, rekayasa manufaktur, dan material