

# **BIOKOMPOSIT POLY LACTID ACID (PLA) BERPENGUAT DENGAN COIR (SABUT KELAPA) : EVALUASI KINERJA MEKANIK DAN SIFAT MULTIFUNGSI**

**Ridwan<sup>1\*</sup>, Teuku Rihayat<sup>1</sup>, Awanis Ilmi<sup>1</sup>, Nurhanifa Aidy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Medan - Banda Aceh No.Km. 280, RW.Buketrata, Mesjid Punteut, Blang Mangat, Kota Lhokseumawe, Aceh 24301

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Energi Terbarukan, Universitas Malikussaleh, engku Nie, Cot Rd, Reuleut Tim., Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara, 24354,Aceh

\*E-mail penulis : [ridwan.kimia@pnl.ac.id](mailto:ridwan.kimia@pnl.ac.id)

## **ABSTRAK**

Pada penelitian ini menggunakan konsep bahan mikrokomposit, dimana bahan yang digunakan menggunakan struktur mikro. Pembuatan bahan komposit melalui tahap pencampuran serat sabut kelapa dan polylactic acid yang disebut proses sintesis, dengan variasi fraksi massa serat 20%, 30%, 40%, 50% dan bahan polylactic acid murni tanpa penguat 0%. Bahan komposit hasil sintesis diuji kekuatan mekanik bahan untuk mengetahui karakteristik bahan dan pengamatan morfologi. Pada uji tarik, nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh bahan dengan fraksi massa serat sabut kelapa 20% sebesar 56,55 MPa dan nilai kekuatan tarik terendah dihasilkan oleh bahan dengan fraksi massa serat sabut kelapa 50% sebesar 27,09 MPa. Selanjutnya pada uji bending, nilai kekuatan bending tertinggi dihasilkan oleh bahan tanpa penguat 0% sebesar 105,61 MPa, nilai kekuatan bending tertinggi pada bahan komposit dihasilkan oleh bahan dengan fraksi massa serat 20% sebesar 100,76 MPa dan nilai kekuatan bending terendah dihasilkan oleh bahan dengan fraksi massa serat sabut kelapa 50% sebesar 68,02 MPa. Pada uji bending, nilai kekuatan bending menurun seiring bertambahnya fraksi massa serat. Pada pengamatan morfologi internal bahan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada area patahan mengindikasikan adanya void dan fiber break pada bagian internal bahan mikrokomposit. Beberapa serat mengalami pull-out saat uji tarik dan bending dilakukan.

**Kata kunci:** *polylactid acid, serat kelapa, uji tarik, uji bending, scanning electron microscope.*

## **ABSTRACT**

In this study using the concept of microcomposite material, where the material used uses a microstructure. The manufacture of composite materials through the mixing stage of coco fiber and polylactic acid which is called the synthesis process, with variations in fiber mass fraction of 20%, 30%, 40%, 50% and pure polylactic acid material without reinforcement 0%. The synthesized composite materials were tested for their mechanical strength to determine the characteristics of the materials and to observe morphology. In the tensile test, the highest tensile strength value was produced by a material with a mass fraction of 20% coconut coir fiber of 56.55 MPa and the lowest tensile strength value was produced by a material with a mass fraction of 50% coco fiber of 27.09 MPa. Furthermore, in the bending test, the highest bending strength value was produced by a 0% unreinforced material of 105.61 MPa, the highest bending strength value in composite materials was produced by a material with a 20% fiber mass fraction of 100.76 MPa and the lowest bending strength value was produced by material with 50% coir fiber mass fraction of 68.02 MPa. In the bending test, the value of the bending strength decreases with increasing fiber mass fraction. Observing the internal morphology of the material using a Scanning Electron Microscope (SEM) in the fault area indicates the presence of voids and fiber breaks in the internal part of the microcomposite material. Some fibers experience pull-out when tensile and bending tests are carried out

**Keywords:** *polylactid acid, coconut fiber, tensile test, bending test, scanning electron microscope.*

## PENDAHULUAN

Tanaman kelapa banyak dijumpai di seluruh pelosok Nusantara, sehingga hasil alam berupa kelapa di Indonesia sangat melimpah [1]. Tanaman kelapa merupakan tanaman perkebunan atau industri berupa pohon batang lurus dari family *Palmae*. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) sering disebut sebagai tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian tanaman kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga tanaman ini sering disebut tanaman kehidupan (*tree of life*) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan kehidupan manusia sehari-hari [2]. Saat ini pemanfaatan limbah berupa serat sabut kelapa masih terbatas pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga serta belum diolah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Salah satu cara untuk mengubah serat sabut kelapa menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi lebih tinggi yaitu menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat pada bahan komposit.

Komposit merupakan kombinasi dua bahan atau lebih yang menghasilkan bahan baru lebih baik daripada komponen penyusunnya [3]. Saat ini bahan komposit dikembangkan oleh para peneliti sebagai bahan alternatif pengganti. Hal ini disebabkan oleh adanya keuntungan penggunaan bahan komposit seperti konstruksi menjadi lebih ringan, mudah dibentuk, tahan terhadap korosi dan proses pembuatan yang mudah serta tidak memerlukan investasi yang besar.

Bahan komposit dibedakan menjadi skala makro dan mikro bergantung pada ukuran penyusunnya [4]. Pada penelitian ini bahan komposit yang digunakan pada skala mikro, dimana penguat serat serabut kelapa yang digunakan dibentuk menjadi serat serabut kelapa berukuran mikro. Menurut penelitian yang dilakukan Susanti et al. (2015) struktur mikrokomposit menunjukkan adanya ikatan yang baik antara matriks dan serat.

Bahan mikrokomposit pada penelitian ini menggunakan matriks berupa polimer alami. Polimer alami yang digunakan adalah resin *polylactic acid* (PLA), berasal dari sumber daya alam terbarukan seperti jagung, gandum, bit gula, dan tapioka [5]. Kandungan bahan alami dari resin PLA menyebabkan dampak yang rendah terhadap lingkungan, selain itu resin PLA memiliki sifat mekanik yang baik. Kombinasi dari serat alam dan *polylactic acid* (PLA) mampu menghasilkan bahan dengan sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik yang akan diteliti adalah kekuatan tarik dan lentur dengan pengujian tarik dan bending. Sujito (2014) melakukan penelitian bahan komposit yang tersusun serat ampas tebu dengan resin *biodegradable* menggunakan fraksi massa 20%, 40%, dan 60%. Hasil penelitian menyatakan nilai kekuatan tarik tertinggi ada pada bahan komposit hasil sintesis dengan fraksi massa 40% dan orientasi arah serat sejajar yaitu sebesar  $(28,27 \pm 1,42)$  MPa, dan kekuatan tarik minimum dimiliki oleh bahan komposit hasil sintesis dengan arah orientasi serat acak dan fraksi massa serat 60%, yaitu sebesar  $(0,82 \pm 0,06)$  MPa. Sedangkan nilai modulus elastisitas terbesar dari dua

jenis bahan komposit yang dihasilkan adalah pada bahan komposit dengan fraksi massa 20% yaitu sebesar  $(1,81 \pm 0,06)$  MPa dan  $(0,34 \pm 0,01)$  MPa, masing-masing untuk bahan komposit orientasi searah dan orientasi acak. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa bahan komposit dengan fraksi massa 20% memiliki kemampuan yang lebih tinggi untuk mempertahankan bentuknya sebelum terjadi deformasi permanen akibat beban tarik yang diberikan. Berdasarkan penelitian tersebut, maka pada penelitian ini peneliti bertujuan untuk mengkaji kekuatan tarik dan bending bahan mikrokomposit menggunakan bahan berpenguat serat serabut kelapa dan *polylactic acid* (PLA). Sehingga melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk dapat digunakan pada pembuatan panel-panel, dashboard, perangkat interior lainnya yang memiliki sifat mekanik yang baik.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Komersial PLA 2002 dari Nature Work Co., Jerman dengan indeks leleh berkisar antara 5-7 g/ 10 menit pada 210 °C dengan berat jenis 1,24. Serat sabut (*coir*) diperoleh dari perkebunan kelapa yang beroperasi di Cot Girek, Aceh Utara, perekat Aquadest dan Sodium Hydroxide (NaOH) 5%.

### Persiapan *coir* (Sabut Kelapa)

Pada tahap persiapan alat dan bahan menyediakan segala alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses penelitian. Selanjutnya menyiapkan serat sebelum melakukan proses sintesis bahan dengan memberikan perlakuan khusus pada serat untuk membersihkan dan mengubah ukuran serat. Perlakuan yang diberikan berupa proses alkalisasi. Menurut Bifel *et al.* (2015), proses alkalisasi pada serat serabut kelapa direndam dengan campuran Aquades dan NaOH 5% selama 2 jam untuk menghasilkan serat serabut kelapa yang memiliki nilai mekanik paling tinggi. Setelah proses perendaman selesai, serat serabut kelapa diblender beserta campuran cairan alkali selama 20 menit. Kemudian serat dicuci sampai cairan alkali menghilang dan dikeringkan dalam oven dengan temperatur 100°C selama 1 jam.

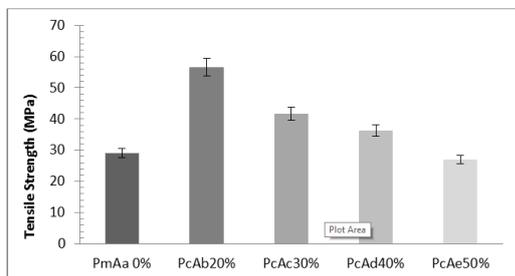
### Sintesa Bahan

Sintesis bahan dilakukan dengan mencampurkan matriks dan penguat. Massa total yang digunakan 100 gram dalam sekali cetakan. Matriks berupa *polylactic acid* terlebih dahulu dicairkan, selanjutnya dilakukan proses pencampuran secara manual, yaitu dengan memasukkan serat kedalam matriks melalui proses pengadukan. Setelah pengadukan selesai, bahan langsung dipindahkan dalam cetakan berukuran 10x10 cm yang telah dilapisi kertas teflon dan *dipress* menggunakan mesin *press* manual. Kemudian, bahan dalam cetakan didiamkan hingga suhu cetakan menurun, selanjutnya bahan dikeluarkan dari cetakan. Spesimen bahan yang dihasilkan memiliki orientasi arah serat acak. Proses tersebut dilakukan berulang kali dengan variasi fraksi massa serat dan resin yang diinginkan sebesar 0%:100%, 20%:80%, 40%:60% dan 50%:50%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Uji Tarik

Berikut ini adalah hasil uji tarik 5 sampel komposit PLA-Coir dengan filler fiber termodifikasi dengan alkali NaOH dan 1 sampel komposit PLA-Coir dengan filler tanpa modifikasi fiber pada fraksi volume dan holding time terbaik seperti terlihat pada Gambar 1.

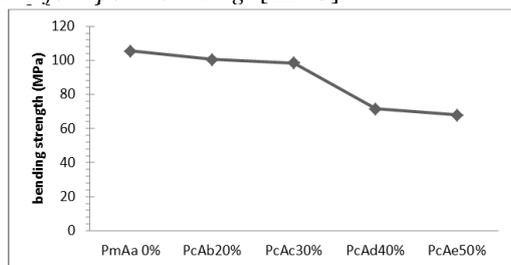


Gambar 3.1 Hasil uji tarik PLA murni dan fraksi volume serat

Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa penambahan coir (sabut kelapa) yang membentuk komposit dengan polimer menunjukkan peningkatan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan komposit murni tanpa coir (sabut kelapa). Kekuatan tarik bahan komposit serat sabut kelapa dan poly lactid acid (PLA) tertinggi diperoleh pada bahan komposit dengan fraksi massa serat sabut kelapa 20% yaitu sebesar 56,55 Mpa. Sementara itu, kekuatan tarik terendah diketahui pada bahan komposit hasil sintesis dengan fraksi massa serat sabut kelapa 50%, yaitu sebesar 27,09 Mpa.

### Analisis uji bending

Uji *bending* atau uji lentur (*flexure test*) diterapkan untuk bahan yang menerima beban lentur, seperti pada pegas logam, keramik lantai, batu, kayu plastik, dan gelagar beton. Secara umum proses pengujian *bending* memiliki dua cara pengujian, yaitu : *three point bending* dan *four point bending* [12-13].



Gambar 3.2 Hasil uji bending Pla murni dan fraksi volume serat

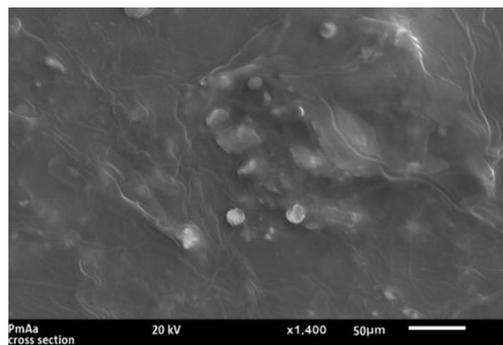
Kekuatan bending tertinggi bahan komposit hasil penelitian ini dimiliki oleh bahan tanpa penguat 0% sebesar 105,61 Mpa dan bahan komposit dengan fraksi massa serat kelapa 20%, yaitu sebesar 100,76 Mpa. Penambahan fraksi massa serat sabut kelapa mengakibatkan penurunan nilai kekuatan bending bahan komposit hasil sintesis.

### SEM (Scanning Electron Microscope)

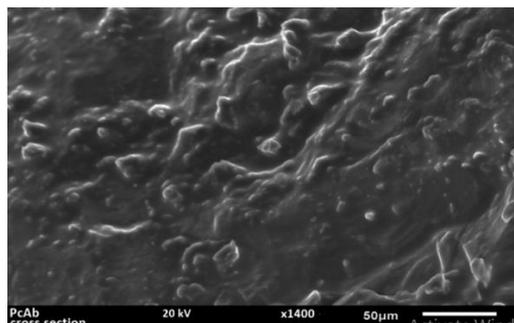
Scanning Electron Microscope adalah suatu tipe mikroskop electron yang menggambarkan permukaan sampel melalui proses scan dengan menggunakan pancaran energi yang tinggi dari electron dalam suatu

pola scan raster. Elektron berinteraksi dengan atom-atom yang akan membuat sampel menghasilkan sinyal dan memberikan informasi mengenai permukaan topografi sampel, komposisi dan sifat-sifat lainnya seperti konduktivitas listrik [14].

Berikut adalah gambar hasil analisa menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM). Hasil pengujian menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) pada jarak perlakuan pembesaran 500x pada PLA-coir dengan penambahan katalis NaOH sebanyak 5% pada saat proses polimerisasi selama 2 jam menunjukkan bahwa struktur permukaan poli laktat asam (PLA) tersebar luas karena sinar elektromagnetik.



(a)



(b)

Pengamatan morfologi internal menggunakan SEM pada area patahan mengindikasikan adanya void dan fiber break pada bagian internal bahan mikrokomposit. Beberapa serat mengalami pull-out saat uji tarik dan bending dilakukan. perpanjangan putus sebagai lawan dari PLA. Secara umum, serat sabut menunjukkan perpanjangan putus yang jauh lebih besar (15-40%) [15]. jika dibandingkan dengan serat alam lainnya seperti goni dan sisal dengan nilai elongasi yang relatif kecil yaitu 1,16-1,5% dan 3-7% [16], masing-masing. Karakteristik serat yang berbeda tersebut menyiratkan bahwa peningkatan perpanjangan putus untuk PLA/biokomposit serat sabut dengan 40% berat serat sabut dapat dianggap berasal dari keberadaan bundel serat tidak terbasahi yang berlebihan, untuk memfasilitasi deformasi longitudinal lebih lanjut dari biokomposit di bawah beban tarik. Mirip dengan hasil kekuatan sebelumnya, perpanjangan putus yang tinggi secara konsisten untuk biokomposit serat sabut yang diolah PLA/juga terungkap dalam kesesuaian yang baik dengan komposit sabut kelapa yang diolah.[30]. Perlakuan serat alkali sering mengarah pada penghilangan lignin dan pektin dari serat sabut, dan dengan demikian kandungan selulosa dapat relatif

meningkat, menghasilkan peningkatan fleksibilitas dan elastisitas serat sabut [17-18].

## KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik bahan komposit serat sabut kelapa dan poly lactic acid (PLA) tertinggi diperoleh pada bahan komposit pada sampel PaCb yaitu sebesar 56,55 Mpa. Sementara itu, kekuatan tarik terendah diketahui pada bahan komposit pada sampel PaCe yaitu sebesar 27,09 Mpa dan hasil sampel tanpa bahan penguat PmCa memiliki nilai kuat tarik yang rendah. Kemudian pada uji bending tertinggi pada sampel tanpa penguat atau PLA murni (PmCa) yaitu sebesar 105,61 Mpa dan pada bahan komposit nilai uji bending tertinggi didapat pada sampel PaCb yaitu sebesar 100,76 Mpa. Penambahan fraksi massa serat sabut kelapa mengakibatkan penurunan nilai kekuatan bending bahan komposit hasil sintesis. Pengamatan morfologi internal menggunakan SEM pada area patahan mengindikasikan adanya void dan fiber break pada bagian internal bahan mikrokomposit. Beberapa serat mengalami pull out saat uji tarik dan bending dilakukan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada penghargaan yang tulus kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dan Politeknik Negeri Lhokseumawe yang telah mendanai melalui hibah nomor: 850/E4.1/AK.04.PT/PNL/2021

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Abanat, Pu, dan Y. S. Irawan. 2012. Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (*Corypha Utan Lamarck*) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Bermatrik Epoksi. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 3(2): 352-361.
- A. Dianita. 2017. Pengaruh Fraksi Massa Serat Terhadap Sifat Mekanik Bahan Komposit Berpenguat Serat Sabut Kelapa Dan Matrik Polipropilena. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- F.R. Amri, 2011. *Studi Mengenai Sifat Mekanis Komposit Polylactic Acid (PLA) diperkuat Serat Rami*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- I.M. Astika dan I. G. K. Dwijana. 2013. Karakteristik sifat tarik dan mode patahan komposit polimer dengan penguat serat sabut kelapa. *Dinamika Teknik Mesin*. 4(2). ISSN: 2088-088.
- R.D.N. Bifel, Maliwemu, E.U.K., dan Adoe, D.G.H. 2015. Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Nusa Cendana*. 02(01): 61 – 68.
- M Bagus. 2014. Pengaruh Variasi Fraksi Berat dan Panjang Serat Komposit Pelepah Kelapa dengan Matriks Polypropylene terhadap Kekuatan Tarik pada proses *Injection Molding*. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- H. Fahmi, dan H. Hermansyah. 2011. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Teknik Mesin*. 1(1): 46-52.
- E. M. Ginting (2016). *Sifat Mekanis Nano Komposit Termoplastik HDPE Dengan Beberapa Bahan Pengisi*. ISBN 978-602-0888-77-4. Medan: Unimed Press.
- M. Rifai, dan Handoko. 2016. *Pengenalan Teknik Komposit*. Yogyakarta: Deepublish.
- R. C. A., R. Soenoko, dan S.Wahyudi. 2011. Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2(2): 145-153.
- A. Makhrus 2015. *Modifikasi Alat Uji Bending Sistem Mekanik Hidrolik dan Hasil Pengujian untuk Bahan Besi COR*. Semarang: Program Studi Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
- B., A. A Maryati. Sonief, dan S. Wahyudi. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin* 2(2): 123-129.
- A. Naharuddin, Sam, dan C. Nugraha. 2015. Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan LAS pada Material Baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW. *Jurnal Mekanikal*. 6(1): 550-555.
- Z Nurdiana, Lubis, dan M. Vonnisa. 2013. Penentuan Kekuatan Tarik Material Komposit Epoxy dengan Pengisi Serat Rockwool Secara Eksperimen. *Jurnal Dinamis*. 1(13): ISSN 0216-7492.
- R. Siakeng, M. Jawaid, H. Ariffin, S.M. Sapuan, M. Asim, N. Saba, *Polym. Compos.* 40 (2018) 446–463.
- K.M. Praveen, S. Sabu, Y. Grohens, M. Mozetic, I. Junkar, G. Primc, M. Gorjanc, *Appl. Surf. Sci.* 368 (2016) 146–156.
- M.S.S. Kumar, N.M.S. Raju, P.S. Sampath, M.C.P. Selvan, *Polym. Compos.* 39 (2016) 1861–1868.
- R. Kumara, M.K. Yakabub, R.D. Anandjiwal, *Compos. Pt. A-Appl. Sci. Manuf.* 2010 (2010) 1–8.
- SM Bhasney, K. Mondal, A. Kumar, dan V. Katiyar.: Pengaruh serat selulosa mikrokristalin [MCC] pada perilaku morfologis dan kristal dari campuran polietilen densitas tinggi [HDPE]/asam polilaktat [PLA]. *Kompos. Sci. Technol* (19), 1–23 (2020).
- O. Valerio, M. Misra, dan AK Mohanty.: Desain statistik campuran termoplastik berkelanjutan poli (gliserol suksinat-co-maleat) (PGSMA), poli (

asam laktat) (PLA) dan poli (butilena suksinat)  
(PBS) . Polim. Tes (65), 420–428 (2018).