

Optimalisasi Sifat Mekanik Biokomposit PLA dengan Serat Arenga Pinnata

Imam Prabowo^{1*}, Mochamad Chalid²

¹ Program Studi Teknik Material, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Jati Agung, Lampung 3536, Indonesia

² Program Studi Teknik Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

* Corresponding email: imam.prabowo@mt.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima

27/07/2021

Disetujui

13/09/2021

Diterbitkan

16/09/2021

Abstrak

Material polimer komposit banyak digunakan di berbagai macam industri baik industri konstruksi maupun otomotif, namun menyimpan satu masalah yakni pencemaran lingkungan. Untuk meminimalisir dampak tersebut para ahli mulai menggunakan material alami yang dapat terurai di alam sehingga tidak menimbulkan dampak pencemaran. Salah satu material yang dapat menjadi alternatif adalah material polimer asam polilaktat dan serat arenga pinnata. Dalam penelitian ini material biokomposit dibuat dari serat arenga pinnata dengan fraksi volum sebesar 10%, 20%, dan 30%. Sifat mekanik didapatkan menggunakan mesin uji Tarik universal untuk mendapatkan kekuatan Tarik dan Modulus Kekakuan dan menggunakan FE-SEM untuk mengamati morfologi permukaan komposit. Hasilnya adalah terjadinya peningkatan sifat mekanik pada material biokomposit ketika ditambahkan serat sampai dengan fraksi volum sebesar 20%, pertambahan kekuatan tarik terjadi dari 50,5 MPa sampai dengan 66 MPa dan pertambahan Modulus kekakuan dari 183,2 MPa menjadi 330,4 MPa. Penurunan ketika serat ditambahkan sebesar 30% akibat adanya rongga kosong yang terbentuk.

Kata Kunci: material alami, polimer asam polilaktat, serat arenga pinnata, sifat mekanik, morfologi permukaan

Abstract (Arial 9 pt, bold)

Polymer composite materials have been widely used in various industries, including construction and automobile industries. However, they have caused one critical problem, namely pollution. Thus, to minimize the impact, the scientists and expertise develop a biodegradable material so that it will decompose in the nature and avoid the pollutions. One of the alternatives is polylactide acid polymer and arenga pinnata fiber. This research was focused on the addition of 10% up to 30% amount of fiber to increase the mechanical properties of polymer composite with polylactide acid as a matrix and arenga pinnata fiber as a reinforcement agent. The mechanical properties were obtained by using universal testing machine and FESEM to observe the morphological structure. The results show that the mechanical properties especially tensile strength and young modulus have increased after the addition of 10% up to 20%, for example, tensile strength has grown from 50.5 MPa to 66 MPa, while young modulus has gone up approximately 183.2 MPa to 330.4 MPa. The decline of mechanical properties when the 30% of fiber was added are due to the void formed by the volatile substances during the preparations.

Keywords: natural material, polylactid acid polymer, arenga pinnata fiber, mechanical properties, surface morphology

1. Pendahuluan

Material polimer komposit dengan matriks polimer dan serat anorganik seperti serat karbon atau gelas banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi mulai dari industri konstruksi sampai otomotif. Hal ini dikarenakan sifat dari material

polimer yakni murah, ringan, dan mudah diproses sebab titik lelehnya tidak tinggi, serta serat anorganik yang memiliki kekakuan yang tinggi, akan tetapi sangat disayangkan sampai saat ini material komposit yang dibentuk antara polimer dan serat anorganik tersebut masih menggunakan polimer

yang berbahan dasar minyak bumi dan serat anorganik yang tidak ramah lingkungan dan dapat menyebabkan pencemaran dan limbah [1]. Dampak pencemaran yang ditimbulkan membuat perkembangan material yang berbasis alam marak dikembangkan, salah satu material ramah lingkungan adalah material bio-polimer dan serat alam yang ramah lingkungan di mana material ini dapat terdegradasi di alam sehingga tidak menimbulkan pencemaran [2,3]. Material polimer biokomposit dengan penguat berupa serat alam mulai menarik untuk dikembangkan karena memiliki beberapa keunggulan sama seperti halnya material yang tidak bisa ter daur ulang seperti, ringan, dan sifat mekanik yang baik, akan tetapi dengan kelebihan yakni dapat terdegradasi di alam sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.

Salah satu jenis material biopolimer adalah material polylactid acid atau PLA yang terbuat dari asam laktat. Oleh karena itu, PLA merupakan material biopolimer yang dapat digunakan untuk mengganti penggunaan material polimer berbahan dasar minyak bumi seperti Polipropilena atau Polietilena dengan kelebihan dapat terdaur ulang di alam sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan [4]. PLA memiliki sifat yang tidak lebih buruk dari material polimer lain dari sisi kekakuan dan ketangguhan [5]. Serat alam pun akhir ini mulai dikembangkan sebagai material sebagai material penguat alami pada material komposit, diantaranya adalah serat flax, hemp, jute, kenaf, sisal, abaca, ramie, coir pineapple leaf fiber, bamboo, rice husk, oil palm dan bagasse [6]. Keunggulan dari serat alam ini adalah memiliki ketahanan terhadap korosi, ringan, murah, kemudahan dalam pemrosesan serta tersedia dalam jumlah yang banyak dalam [7]. Serat alam yang belum mendapatkan perhatian untuk dikembangkan adalah serat arenga pinnata. Serat arenga pinnata adalah serat yang berasal dari pohon aren yang termasuk dalam keluarga palem. Serat ini sendiri dalam penggunaannya masih digunakan secara tradisional sebagai penyaring air kotor, karpet, kuas cat, dan bahan baku sapu [8].

Beberapa penelitian yang menggunakan material alam sebagai pengganti material anorganik, diantaranya adalah Yusoff dkk yang mencampurkan serat kelapa sebagai material penguat pada polimer epoxy [9]. Bachtiar dkk yang mencampurkan serat aren dengan material high impact polystyrene (HIPS) [10].

Pada penelitian ini difokuskan dengan menambahkan serat arenga pinnata sebagai material penguat pada matriks polimer PLA untuk meningkatkan sifat mekanik baik kekuatan tarik maupun modulus kekakuan.

2. Metode Eksperimen

2.1. Material

Material polylactid acid/PLA yang digunakan merupakan jenis bipolimer 7001D yang didapatkan dari NatureWorks USA dan serat arenga pinnata didapatkan dari pedagang lokal di sekitar Bekasi, Jawa Barat.

2.2. Prosedur eksperimen

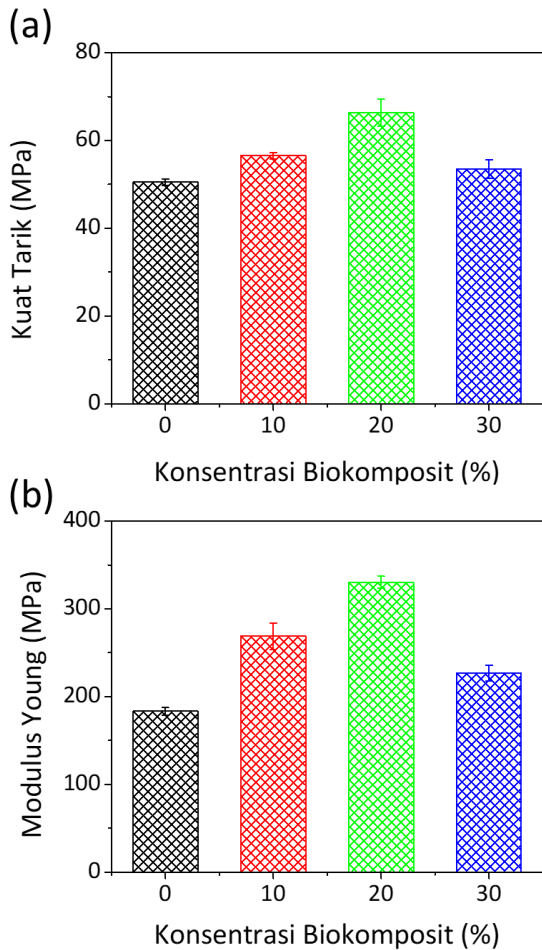
Serat arenga pinata dipotong dengan pemotong berkecepatan 2500 rpm selama 5 menit dengan menggunakan penggilingan universal dan dilakukan pengayakan dengan menggunakan pengayak getar pada serat yang telah dipotong menjadi berukuran 40 mesh. Lalu, serat dipersiapkan komposisi fraksi volumenya, yakni sebesar 10%, 20%, dan 30% dan material polimer disiapkan pula komposisi fraksi volumenya sebesar 90%, 80% dan 70%. Kemudian, material komposit polimer dibuat dengan melarutkan sejumlah fraksi volum dengan 20 ml diklorometana (DCM) selama 30 menit hingga polimer terlarut. Setelah polimer PLA larut dalam DCM kemudian ditambahkan serat berdasarkan fraksi volumenya. Larutan DCM dalam campuran antara PLA dan serat arenga pinata dikeringkan selama 5 jam. Terakhir, material komposit polimer dicetak menggunakan mesin hidrolik hot pressing dengan suhu 200° dan tekanan sebesar 10 ton berdasarkan standar ASTM D 1708. Kemudian, material komposit dilakukan karakterisasi menggunakan universal testing machine (UTM) dengan menggunakan standar ASTM D 3379 dan morfologi permukaannya diamati menggunakan FE-SEM.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sifat mekanik menggunakan Mesin Uji Tarik Chatillon LF Plus dengan kecepatan sebesar 1 mm/menit untuk menguji pengaruh serat terhadap peningkatan sifat mekanik material biokomposit. Data sifat mekanik yang didapatkan dari pengujian Tarik tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.

Peningkatan nilai kekuatan Tarik dan Modulus kekakuan pada material biokomposit terjadi ketika ditambahkan serat arenga pinnata pada material polimer PLA. Serat arenga pinnata berfungsi sebagai penyalur beban dari serat ke matriks PLA sesuai dengan hukum pencampuran [11]. Nilai kekuatan tarik material biokomposit mengalami peningkatan ketika ditambahkan material penguat berupa serat arenga pinnata yang berfungsi menyalurkan beban. Hal ini dapat dilihat ketika sebelum ditambahkan oleh serat nilai kekuatan tarik material PLA murni adalah sebesar 50,5 MPa, ketika ditambahkan serat sebanyak 10% dan 20% fraksi volum kekuatan tarik material biokomposit

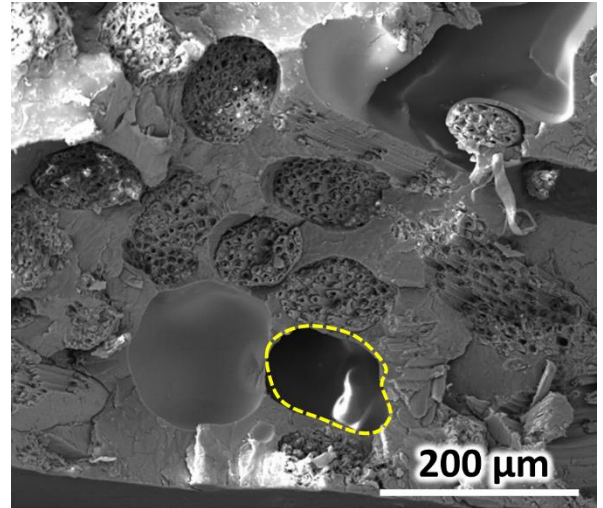
mengalami peningkatan berturut turut sebesar 56,5 dan 66 MPa (lihat Gambar 1(a)).



Gambar 1 (a) Kuat tarik dan (b) Modulus Young dari biokomposit PLA dengan berbagai konsentrasi serat arenga pinnata.

Hal yang sama juga terjadi pada nilai modulus kekakuan dimana ketika sebelum ditambahkan serat, nilai modulus kekakuannya sebesar 183,2 MPa, akan tetapi ketika ditambahkan serat terjadi peningkatan yakni ketika ditambahkan serat sebanyak 10% nilai modulus kekakuan menjadi 268,8 MPa dan meningkat lagi ketika ditambahkan 20% fraksi volum serat mencapai 330,4 MPa (lihat Gambar 1(b)). Oleh karena peran serat sebagai penyalur beban maka akan meningkatkan sifat mekanik dari material biokomposit sehingga sifat mekanik khususnya kekuatan tarik dan modulus kekakuan meningkat. Namun, terjadi penurunan nilai kekuatan tarik dan modulus kekakuan ketika serat ditambahkan sebanyak 30% fraksi volum. Nilai sifat mekanik yang menurun ini disebabkan karena adanya rongga kosong (void) yang terbentuk akibat adanya senyawa yang bersifat volatil pada serat sehingga ketika dilakukan proses pencetakan dengan menggunakan suhu tinggi, senyawa tersebut terperangkap di dalam material dan menyebabkan terbentuknya rongga kosong.

Rongga kosong ini menyebabkan peningkatan konsentrasi pada material yang akan menurunkan sifat mekanik dari material tersebut [12]. Adanya rongga kosong tersebut dapat dikonfirmasi dengan menggunakan mikroskop elektron seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Citra FE-SEM dari tampak lintang perpatahan biokomposit PLA

4. Kesimpulan

Peningkatan sifat mekanik baik kekuatan Tarik dan modulus kekakuan disebabkan karena adanya penguat berupa serat arenga pinnata yang berperan sebagai penyalur beban. Sifat mekanik tersebut meningkat dengan pemberian serat berdasarkan fraksi volum sebesar 10% sampai dengan 20%. Penurunan sifat mekanik Ketika serat ditambahkan sebesar 30% fraksi volum disebabkan karena adanya senyawa volatile yang terperangkap dan menimbulkan rongga kosong akibat dari proses manufaktur material biokomposit. Rongga kosong tersebut akan meningkatkan konsentrasi tegangan yang berakibat dari menurunnya sifat mekanik biokomposit. Dengan adanya peningkatan sifat mekanik yang didapatkan dari material biokomposit antara PLA dan serat arenga pinnata dapat menggantikan material komposit polimer yang tidak dapat terdekomposisi dalam seperti, komposit polipropilena yang digunakan dalam industri kemasan dan otomotif.

Daftar Pustaka

- [1] Wambua P, Ivens J and Verpoest I. Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics? *Compos Sci Technol* 2003; 63: 1259–1264
- [2] Joshi, Sumit, Singh, Rasmi, 2012, Antibiotic resistance profile of E coli isolates from Colibacillosis in and around Pantnagar, India 405-408
- [3] Uddin N et al, 2013, Developments in fiber-reinforced polymer (FRP) composites for civil engineering. Amsterdam: Elsevier.

- [4] G. Donal, 2021, "A Literature Review of Poly(Lactic Acid)," *Journal of Polymers and the Environment*, Vol. 9, No. 2.
- [5] S. R. Suprakas, M. Pralay, O. Masami, Y. Kazunobu, U. Kazue, 2002, "New polylactide/layered silicate nanocomposites. 1. Preparation, characterization, and properties," *Macromolecules*, vol. 35, pp.3104-3110.
- [6] O. Faruk, K. B. Andrzej, F. Hans-Peter, S. Mohini, 2012, "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010", *Journal Elsevier Progress in Polymer Science* 37, pp.1552– 1596.
- [7] M. R. Ishaka, S. M. Sapuana, Z. Lemana, M. Z. A. Rahmand, U. M. K. Anwarc, J. P. Siregara, 2013, "Sugar palm (*Arenga pinnata*): Its fibres, polymers and composites", *Journal Elsevier Carbohydrate Polymers* 91, pp.699–710.
- [8] Bachtiar, D., S. Sapuan, et al, 2010, "The tensile properties of single sugar palm (*Arenga pinnata*) fibre." *IOP Science*
- [9] M, Yusoff., M, Sapuan., N, Ismail., R, Wirawan. 2010. Mechanical Properties of Short Random Oil Palm Fibre Reinforced Epoxy Composites. *Sains Malaysiana* 39(1) .87-92
- [10] D, Bachtiar., M, Sapuan., 2012. Mechanical Properties of Sugar Palm Fibre Reinforced High Impact Polystyrene Composites (HIPS). *Procedia Chemistry* 4 101-106
- [11] Callister, William D. (2011). *Materials Science and Engineering*, pages 608. John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.
- [12] G. Alexandros, *Polymer Blends topics on the basic and manufacturing*, Delft: Delft University of Technology, 2000