



KEKUATAN TARIK DAN PEMANJANGAN SAAT PUTUS KOMPOSIT POLI ASAM LAKTAT (PLA) DAN SERAT SELULOSA DENGAN PENAMBAHAN PEMLASTIS

(Tensile Strength And Composite Elongation Of Polylactic Acid (Pla) And Cellulose Fiber With Plasticizer)

Fatruyani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jalan Imam Bonjol Pontianak 78124

Email : fatruyani240812@gmail.com

Abstract

Biodegradable plastic is a plastic that can be used like conventional plastic, the advantage of plastic is it can be destroyed by the activity of microorganisms become water and carbon dioxide. Utilization of Polylactic acid (PLA) as alternative material is conventional plastic is very potential because PLA has decomposable properties in the nature and can be made from renewable sources. Besides the advantage of PLA is easily decomposed and made from renewable sources, PLA also has the weakness such as fragile, therefore adding a plasticizer glycerol is needed. In this research biodegradable plastic was made by using PLA and glycerol. Glycerol was added of 0, 10, 20 and 30 PHR (Per Hundred Resin). Testing was done by using Universal Testing Machine Merk Shimadzu load-cell speed 1 mm/minute and gauge length 70 mm based on standard ASTM D-638-02a. Length of sample 110 mm, width 6 mm thick 0,7 mm. This experiment was repetition from three replications. The result of research showed that the highest value of tensile strength and MOE composite PLA was noted in the composite of PLA with glycerol with values 44,03 MPa and 3,39 GPa respectively.

Keyword : Glycerol, Mechanical Properties, Plastic Biodegradable, Polylactic Acid Composite.

PENDAHULUAN

Plastik merupakan material yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan manusia karena sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari pada peralatan elektronik, otomotif, rumah tangga maupun kemasan. Plastik yang selama ini digunakan bahannya berasal dari minyak bumi, gas alam dan batu bara yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Penggunaan plastik telah menimbulkan masalah lingkungan karena tidak mudah hancur.

Sifat plastik yang tidak dapat membusuk, tidak terurai secara alami, tidak dapat menyerap air, maupun tidak

dapat berkarat karena material penyusun plastik konvensional yang terdiri atas bahan-bahan kimia sehingga memberi dampak negatif berupa pencemaran air, tanah dan udara di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Salah satu solusi untuk mengurangi dampak negatif limbah plastik di TPA adalah dengan memodifikasi atau mengganti bahan baku plastik dengan bahan lain yang ramah lingkungan seperti Poli Asam Laktat/PolyLactic Acid (PLA) yang dapat dijadikan plastik biodegradable.

Penggunaan PLA untuk dijadikan bahan pengganti plastik konvensional sangat potensial karena PLA memiliki



sifat yang mudah terurai di alam dan dapat diperoleh dari sumber yang terbarukan. Dampak pencemaran lingkungan yang selama ini terjadi akibat tercemari oleh sampah plastik konvensional dapat sedikit teratasi dengan digantikannya polimer plastik dengan PLA.

PLA memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang rapuh. Sifat ini merupakan masalah yang cukup serius, mengingat dalam penggunaannya plastik untuk produk otomotif maupun elektronik dituntut untuk memiliki sifat yang tahan terhadap beban dan tidak rapuh. Sifat kelenturan PLA dapat ditingkatkan dengan cara penambahan pemlastis. Pada penelitian ini pemlastis yang digunakan adalah gliserol. Keuntungan penggunaan gliserol dibandingkan dengan pemlastis yang lain antara lain harganya murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbaharui dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi di alam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol sebagai pemlastis terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus komposit PLA.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biomaterial Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor dan Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Mesin *hummer mill*, saringan/ayakan 40 mesh dan 60 mesh, timbangan analitik, oven listrik, *stopwach*, mesin *hotprees*, *Universal Testing Machine Shimadzu*,

Differential Scanning Calorimetry, aluminium poil, *magnetik stirrer*, nampan aluminium, *water bath*, *ring flaker*, gunting, *rheomix, dubble cutter*, corong *bucher*, kain blanche, *hotplate*, mikroskop dan alat-alat gelas. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: serat selulosa bagas, sodium chlorite 25% (NaClO₂), KOH (PA), Poli Asam Laktat (PLA) amorf, gliserol triasetat, aseton teknis, etanol 96% teknis, asam asetat (CH₃COOH) dan aquades.

Prosedur penelitian yang dilakukan meliputi persiapan bahan baku, pembuatan selulosa murni, pembuatan komposit PLA serta pengujian sifat mekaniknya.

1. Persiapan bahan baku

Bagas diperoleh dari PT. Sugar Grup Compeny, Lampung. Limbah terlebih dahulu dikeringkan dengan cara menjemur di bawah cahaya matahari, kemudian dimasukkan kedalam mesin *hummer mill* agar menjadi partikel yang halus. Selanjutnya, partikel tersebut diayak dengan saringan lolos 40 mesh dan tertahan 60 mesh.

2. Pembuatan selulosa murni

Pembuatan selulosa murni pada penelitian ini mengacu pada Sun *et al.*(2004).

a. Proses *pretreatment*

Sebanyak 50 gr serbuk bagas tebu dimasukkan ke dalam gelas piala 2000 ml dan ditambahkan aquades hingga 1500 ml. Kemudian rendaman tersebut dipanaskan menggunakan *hotplate* hingga mendidih selama ±30 menit. Selanjutnya serbuk disaring menggunakan penyaring, hal ini dilakukan sebanyak tiga kali ulangan.



b. Proses *Bleaching*

Serbuk yang telah melalui proses *pretreatment* dimasukkan ke dalam gelas piala 2000 ml dan ditambahkan dengan aquades hingga 1500 ml. Kemudian campuran tersebut dimasukkan kedalam *waterbath*, setelah suhu air rebusan dan suhu campuran di dalam gelas piala sudah mencapai 80°C, ditambahkan 2 ml asam asetat dan 12,5 gr NaClO₂. Penambahan ini dilakukan setiap 1 jam sekali sebanyak 5 kali ulangan. Setelah itu, serbuk disaring dan dibilas dengan aquades yang telah dipanaskan dengan suhu 60°-70°C hingga 300 ml sebanyak 4 kali pembilasan.

c. Proses pemurnian pulp

Pulp hasil dari proses *bleaching* direndam dengan larutan KOH (campuran 89,25 gr KOH dan aquades hingga 1500 ml) selama 10 jam. Setelah 10 jam pulp disaring dan dimasukkan kedalam larutan KOH, dan direbus menggunakan *waterbath* pada suhu 80°C selama 2 jam. Setelah 2 jam , pulp dibilas dengan aquades yang telah dipanaskan.

d. Proses *solvent exchange*

Pulp dari hasil pemurnian dimasukkan ke dalam gelas piala 1000 ml kemudian ditambahkan dengan etanol teknis 30 ml dan di stirrer dengan kecepatan 700 rpm selama 30 menit. Setelah 30 menit, campuran tersebut di *sentrifuge* selama 10 menit dengan kecepatan 10000 rpm dan suhu 20°, setelah 10 menit dilakukanlah pemisahan selulosa dengan etanol. Proses ini

dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Selanjutnya selulosa yang telah terpisah dengan etanol dicampurkan lagi dengan aseton teknis sebanyak 300 ml dan diaduk dengan magnetik *stirrer* dengan kecepatan 700 rpm selama 30 menit, kemudian di*sentrifuge* dengan perlakuan yang sama pada etanol. Proses ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali. Serat selulosa murni siap digunakan sebagai penguat PLA. Kemudian hitung KA dari selulosa tersebut dengan memasukkan sampel selulosa ±0,2 gr didalam wadah yg terbuat dari alumunium poil yg sudah dimasukkan kedalam open, pemanasan di dalam open ini dilakukan selama 2 jam.

3. Proses pembuatan komposit PLA

PLA yang digunakan adalah PLA jenis amorf 4060 D. PLA dilarutkan kedalam 300 ml aseton murni dan diaduk dengan magnetik *stirrer* hingga terlarut dengan sempurna. Setelah PLA larut sempurna dalam aseton, selanjutnya ditambah serat selulosa bagas dan gliserol triasetat dengan kecepatan 700 rpm selama 2 jam. Kemudian campuran tersebut dituangkan kedalam nampan dan dibiarkan selama ±12 jam didalam ruang asam agar aseton menguap dan dihasilkan komposit PLA. Selanjutnya komposit tersebut digunting dengan ukuran ± 1 cm x 1 cm dan dikeringkan didalam oven bersuhu 60°C selama 24 jam.

Perhitungan komposisi bahan pada pembuatan komposit PLA terdapat pada Tabel 1.



Tabel 1. Komposisi Bahan dalam Pembuatan Plastik Komposit (*Composition of Materials in Making The Composite Plastic*)

No	Komposisi Gliserol (PHR)	PLA (gr)	Serat Selulosa (gr)	Gliserol Triasetat (gr)
1	0	60	0	0
2	0	60	6	0
3	10	60	6	6
4	20	60	6	12
5	30	60	6	18

Proses pembuatan komposit dilanjutkan dalam *rheomix rotary mixer* pada suhu 110°-145°C dengan putaran 60 rpm selama 10 menit. Komposit hasil proses *rheomix* dikempa panas pada suhu 140 °C dengan 2 tahap yaitu tahap pelelehan selama 9 menit (tanpa tekanan) dan dilanjutkan dengan pembentukan komposit PLA selama 2 menit pada tekanan 1,5 Mpa dan didinginkan selama 1 menit dan di kempa lagi selama 2 menit dengan tekanan 1,5 Mpa. Proses ini dimaksudkan agar tidak terbentuk gelembung udara pada sampel. Setelah itu, komposit PLA didinginkan pada

suhu ruang selama 10 menit sebelum dilepas dari cetakan. Hasil cetakan akan

dibentuk sampel dengan bentuk *dumbbelle shape*.

4. Pengujian komposit PLA

Kuat tarik dan pemanjangan saat putus komposit PLA diuji menggunakan *Universal Testing achine* merk *Shimadzu* dengan kecepatan pembebanan (*load-cell speed*) mm/menit dan jarak sangga (*gauge lenght*) 25 mm. Panjang sampel 40 mm, lebar 4 mm dan tebal 0,5 mm. Semua nilai yang ditampilkan merupakan rata-rata dari

3 ulangan. Pengujian ini mengacu pada penelitian Izaak *et al.* (2013) dengan rumus :

$$\text{Kuat tarik } \sigma = F_{\max} / A_0$$

Keterangan :

σ : Engineering stress/kekuatan tarik (Nm⁻²)

F_{\max} : Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

A_0 : Luas penampang mula-mula spesimen sebelum diberikan pembebanan(m²)

$$\text{Pemanjangan saat putus } E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Keterangan :

E : Modulus elastisitas/ modulus young (Nm⁻²)

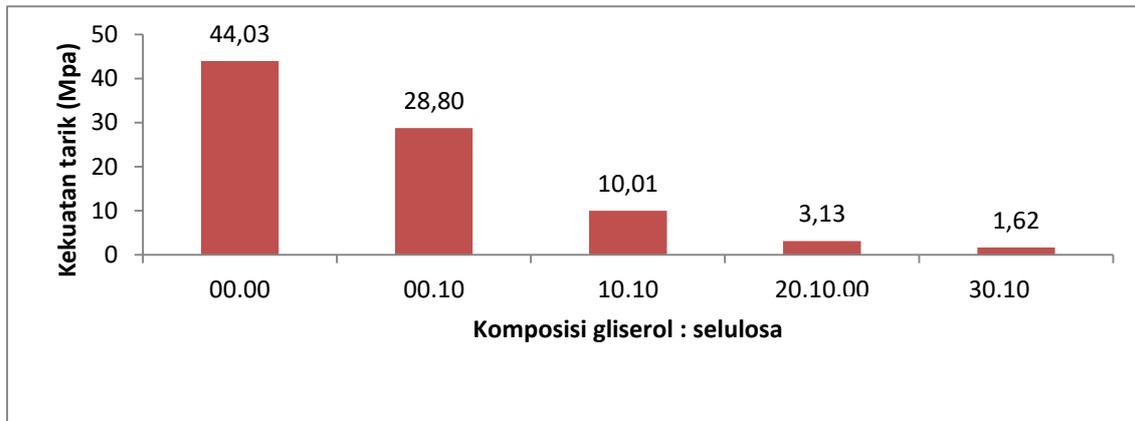
Σ : Beban yang diberikan arah tegak lurus terhadap penampang spesimen (N)

ϵ : Regangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*)

Gambar 1 menunjukkan nilai kuat tarik yang dihasilkan oleh komposit PLA terus menurun seiring bertambahnya jumlah gliserol. Nilai paling rendah dihasilkan oleh komposit PLA dengan tambahan 30 PHR gliserol (1,62 MPa) dibandingkan dengan nilai kuat tarik dari kontrol (44,03 MPa).



Gambar 1. Nilai Kuat Tarik Komposit PLA Terhadap Penambahan Gliserol (*Value of composite tensile strength PLA to the addition of glycerol*)

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tarik dari komposit PLA yang ditambah dengan gliserol maka dilakukan analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Anova Kuat Tarik Komposit PLA Terhadap Penambahan Gliserol (*Anova of composite tensile strength PLA to the addition of glycerol*)

Sumber Ragam	Db	JK	KT	F-HITUNG	F-TABEL	
					5%	10%
Perlakuan	4	63,8397	15,9599	1533,6987**	3,84	7,01
Galat	10	0,1041	0,0104			
Total	14	63,9438				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%
Sumber : Hasil pengolahan data, 2017

Penyebab penurunan nilai kuat tarik dapat disebabkan terjadinya dispersi dan interaksi pemlastis dengan struktur cincin selulosa melalui ikatan hidrogen, tanpa interaksi pemlastis dengan rantai selulosa (ikatan glikosida). Peristiwa tersebut mengakibatkan cincin selulosa tidak banyak bergerak karena terdapat sedikit halangan sterik sehingga ikatan rantai menjadi kuat (Roheati & Rahayu 2012).

Menurunnya nilai kuat tarik komposit juga disebabkan oleh penyebaran serat selulosa pada matrik PLA. Kandungan selulosa makin banyak akan membuat ikatan dari PLA dan selulosa akan makin melemah serta kompatibilitas antara serat

selulosa dan PLA. Meskipun sebenarnya sudah melakukan penghilangan air pada serat selulosa tetapi nyatanya serat selulosa tidak bisa menyatu dengan PLA. Hal ini disebabkan PLA memiliki sifat hidrofobik sedangkan serat selulosa bersifat higroskopis yang menyebabkan kelemahan pada sifat kuat tarik komposit (Syamani *et al*, 2014).

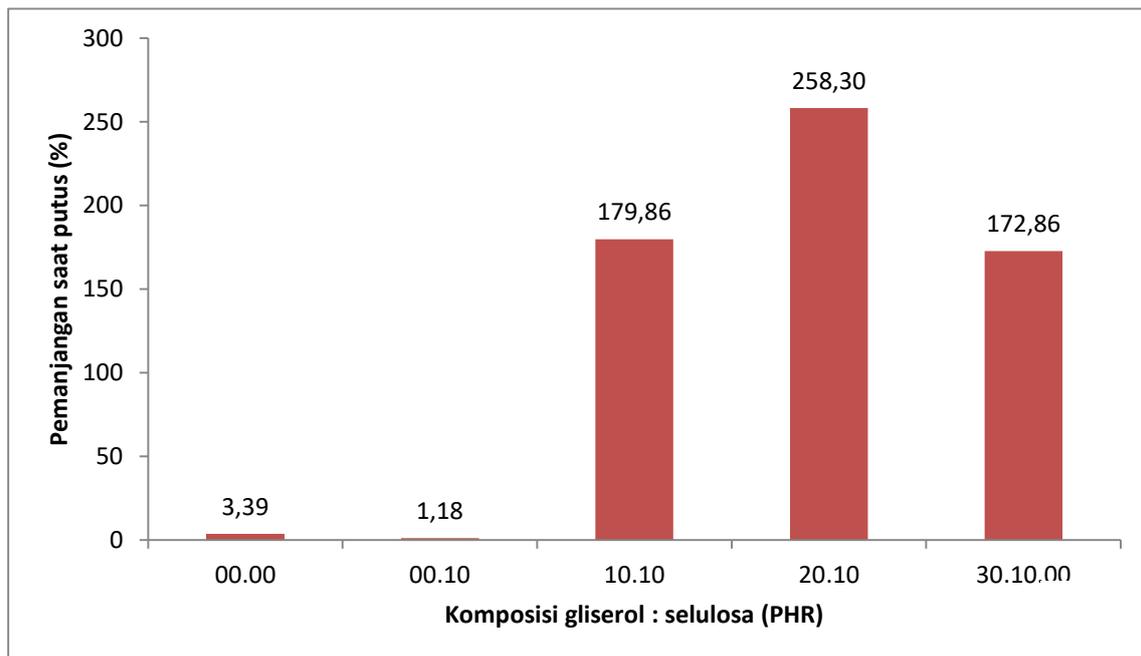
Penurunan nilai kuat tarik juga dialami pada penelitian Sinaga *et al*. (2014), dimana nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada penambahan 3% dari volume gliserol dengan nilai kekuatan tarik 1,7583 MPa dan nilai kekuatan tarik tertinggi adalah pada penambahan 1% dari

volume gliserol dengan nilai kekuatan tarik 18,4992 MPa. Semakin banyak jumlah pemlastis yang ditambah maka kekuatan tarik akan berkurang.

B. Pemanjangan saat putus (*Elongation*)

Gambar 2 menunjukkan nilai pemanjangan saat putus yang semakin

meningkat dengan bertambahnya gliserol yang diberikan pada matriks PLA. Nilai pemanjangan saat putus paling tinggi dihasilkan oleh komposit PLA yang ditambahkan dengan 20 PHR gliserol (258,30%), jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai elongasi dari komposit PLA kontrol (3,39%).



Gambar 2. Nilai Pemanjangan Saat Putus Komposit PLA Terhadap Penambahan Gliserol (*Elongation values at composite break to the addition of glycerol*)

Untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pemanjangan saat putus dari komposit PLA yang ditambah dengan

gliserol maka dilakukan analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Anova Pemanjangan Saat Putus Komposit PLA Terhadap Penambahan Gliserol (*Anova elongation at composite break of PLA to the addition of glycerol*)

Sumber Ragam	Db	JK	KT	F-HITUNG	F-TABEL	
					5%	10%
Perlakuan	4	8,7313	2,1828	471,0672**	3,84	7,01
Galat	10	0,0463	0,0046			
Total	14	8,7776				

Keterangan : ** = berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%
Sumber : Hasil pengolahan data, 2017



Nilai pemanjangan saat putus menentukan keelastisan suatu plastik. Semakin tinggi nilai pemanjangan saat putus maka plastik tersebut semakin elastis sehingga bahan tersebut dapat ditarik lebih mulur. Peningkatan dari nilai pemanjangan saat putus dari komposit PLA juga dialami pada penelitian terdahulu yakni pada penelitian Sinaga *et al.* (2014), dimana nilai pemanjangan saat putus yang dihasilkan dengan penambahan 1% v/v gliserol yaitu 2,1290% sedangkan dengan penambahan gliserol sebanyak 3% v/v menghasilkan nilai sebesar 14,8448%.

Peningkatan nilai pemanjangan saat putus disebabkan molekul gliserol dapat masuk kedalam komposit dan memutuskan ikatan antara PLA dan molekul serat selulosa sehingga ikatan molekul dapat berpindah yang menyebabkan nilai pemanjangan saat putus dapat meningkat (Syamani *et al.*, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penambahan gliserol menurunkan nilai kuat tarik, sebaliknya meningkatkan nilai pemanjangan saat putus komposit PLA.

B. Saran

Perlu ditambahkan bahan lain yang dapat memperbaiki sifat kehomogenan komposit PLA untuk meningkatkan nilai kuat tarik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ibu Dr. Ir. Yuliati Indrayani, M. Si dan Bapak Dr. Lisman Suryanegara, M, Agr selaku pembimbing pada penelitian ini, serta tak lupa Ibu Dr. Dina Setyawati, S. Hut, M. Si, sebagai penelaah jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Izaak FD, Rauf FA, Lumintang RCA. 2013. Analisis sifat mekanik dan daya serap air material komposit serat rotan. *Journal online poros teknik mesin unsrat* 5 (1):112.
- Rohaeti E, Rahayu T. 2012. Pengaruh Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Pelmastis Terhadap Sifat Mekanik Bacterial Cellulose Dari Ubi Jalar. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV*. Surakarta : Universitas Negeri Yogyakarta. PP : 133-140.
- Sinaga RF, Ginting GM, Ginting MH, Hasibuan R. 2014. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik dari Pati Ubi Talas. *Jurnal Teknik Kimia USU* 3(2) :19-24.
- Sun JX, Sun XF, Zhao H, Sun RC. 2004. Isolation And Characterization Of Cellulose From Sudarcane Bagasse. *Journal Polymer Degradation And Stability* 84 : 331- 339.
- Syamani FA, Kurniawan YD, Suryanegara L. 2014. Cellulose fibers from oil palm fronds reinforced polylactic acid composite. *Proceeding of the ASEAN conference on science and technology*. PP : 1-5.