

## Pengaruh Pemlastis Dietilen Glikol terhadap Karakteristik Mekanik Bioplastik Selulosa Asetat *Mikrofiber*

Yuli Darni<sup>1</sup>, Sudiby<sup>2</sup>, Pangesti Anggraeni<sup>1</sup>, Lia Lismeri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

<sup>2</sup>Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, UPT Mineral, Lampung

Email : [yuli.darni@eng.unila.ac.id](mailto:yuli.darni@eng.unila.ac.id)

### Abstrak

Sintesis bioplastik selulosa asetat *mikrofiber* telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh karakteristik mekanik bioplastik selulosa asetat dengan penambahan pemlastis dietilen glikol. Penelitian diawali dengan sintesis selulosa asetat *Mikrofiber* dengan metode ultrasonikasi. Ultrasonikasi dilakukan pada suhu 70°C selama 120 menit dengan panjang gelombang 40 kHz. Tahap selanjutnya pembuatan bioplastik dengan selulosa asetat hasil ultrasonikasi. Selulosa asetat dilarutkan dengan aseton dengan perbandingan 1:15 wt/wt. Kemudian ditambahkan pemlastis dietilen glikol (0, 15, 20, dan 25% wt). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pemlastis dietilen glikol meningkatkan karakteristik mekanik bioplastik terutama *elongation*. Karakteristik bioplastik selulosa asetat *mikrofiber* terbaik diperoleh pada konsentrasi pemlastis 20% wt, yaitu penyerapan air 6,9939%, kuat tarik 78,6173 Mpa, *elongation* 4,1405%, dan modulus young 1900,0435 Mpa.

**Kata kunci** : Bioplastik, pemlastis dietilen glikol, selulosa asetat *mikrofiber*

### 1. Pendahuluan

Pada umumnya plastik terbuat dari *polyethylene* dan *polypropylene* yang sulit terurai oleh mikroorganisme di lingkungan. Namun, plastik memiliki sifat ringan, kuat dan elastis yang membuat penggunaan plastik sangat tinggi. Bioplastik dari selulosa asetat merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi penggunaan plastik sintesis. Selulosa memiliki potensi yang cukup tinggi di Indonesia, hampir setiap tanaman memiliki kandungan selulosa yang tinggi, seperti batang sorgum memiliki kandungan selulosa 31,8259%, dan batang ubi kayu 39,29% (Lismeri, dkk, 2020).

Selulosa asetat memiliki sifat yang kuat, transparansi yang baik dan daya serap air yang rendah, serta mudah terdegradasi secara alami (Bahmid, dkk, 2014). Sehingga sangat cocok dijadikan bahan baku pembuatan bioplastik, terutama dijadikan plastik kemasan, film dan

membran. Namun, dalam pengaplikasian selulosa asetat, dapat dilihat dari derajat substitusinya yang ditentukan oleh gugus asetil. Berbagai riset telah dilakukan mengenai pembuatan bioplastik dari selulosa asetat, diantaranya pembuatan film oleh safriani (2000), pembuatan membran oleh Bhongsuwan dan Bhongsuwan (2008), bioplastik oleh Bahmid, dkk (2014).

Ukuran serat sangat mempengaruhi sifat mekanik dan sifat fisik bioplastik, semakin kecil diameter serat semakin meningkat nilai kuat tarik (*tensile strength*) dan modulus elatisitas, demikian sebaliknya (Bahmid, dkk, 2014). Ultrasonikasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengecilkan diameter serat dengan memanfaatkan gelombang ultrasonikasi serat akan terdispersi (Lismeri, dkk, 2018).

Selain itu, sifat mekanik bioplastik juga dipengaruhi oleh penambahan pemlastis. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki sifat kaku dan

rapuh bioplastik. Telah dilakukan penelitian oleh Safriani (2000) mengenai pembuatan biofilm selulosa asetat dengan menggunakan 3 jenis pemplastis yaitu tributyl fosfat, dietilen glikol dan dimetil ftalat dan hasil yang tepat untuk diaplikasikan ke biofilm ialah dietilen glikol. Bahmid, dkk (2014) juga melakukan penelitian mengenai pembuatan bioplastik selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit dengan penambahan pemplastis dietilen glikol, variasi konsentrasi yang digunakan 0%, 10%, 20%, dan 30% hasil terbaik yang diperoleh pada penambahan pemplastis konsentrasi 10%.

## 2. Metodologi

### 2.1. Alat dan Bahan

#### a) Sintesis Selulosa Asetat *Mikrofiber*

Alat-alat yang digunakan adalah ultrasonikasi dengan frekuensi panjang gelombang 40 kHz, corong, gelas beaker 500 ml, kertas saring, dan gelas ukur. Bahan-bahan yang digunakan selulosa asetat komersial dan aquades.

#### b) Pembuatan Bioplastik

Alat-alat yang digunakan ialah gelas *beaker* 250 ml, *magnetic stirrer*, pipet volume 10 ml, gelas ukur 50 ml, pengaduk kaca, *hot plate*, cetakan. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan selulosa asetat *Mikrofiber*, aseton, dan pemplastis dietilen glikol.

### 2.2. Sintesis Selulosa Asetat *Mikrofiber*

Selulosa asetat sebanyak 5 gram dicampurkan dengan aquades dengan perbandingan 1:60 b/v. Selanjutnya larutan disonikasi pada suhu 70°C selama 120 menit dengan panjang gelombang 40 kHz. Setelah itu selulosa asetat dipisahkan dari aquades, dan dikeringkan pada suhu kamar.

Selulosa asetat yang dihasilkan di analisis kadar asetil, dan SEM.

### 2.3. Proses Pembuatan Bioplastik

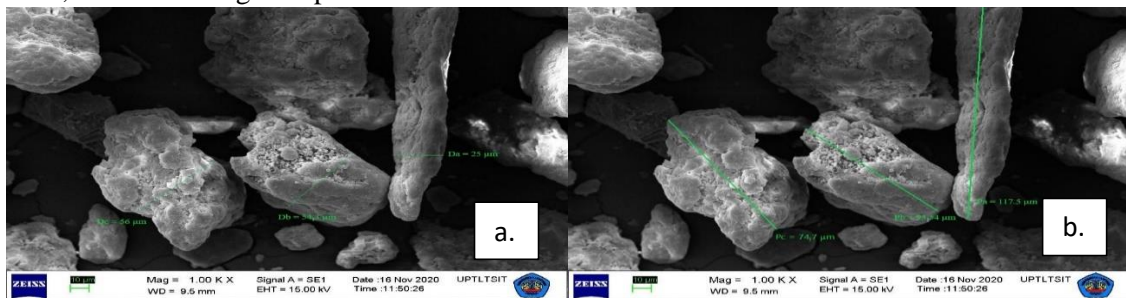
Sebanyak 5 gram selulosa asetat yang telah di sonikasi dilarutkan dengan aseton dengan perbandingan 1:15 b/b selama 1 jam hingga homogen. Selanjutnya larutan ditambahkan pemplastis dietile glikol dengan variasi 0%, 15%, 20%, dan 25% berat selama 1 jam. Larutan bioplastik dicetak berbentuk lembaran dan dikeringkan pada suhu kamar. Lembaran bioplastik di analisis sifat mekanik, sifat fisik dan FTIR.

## 3. Hasil dan Pembahasan

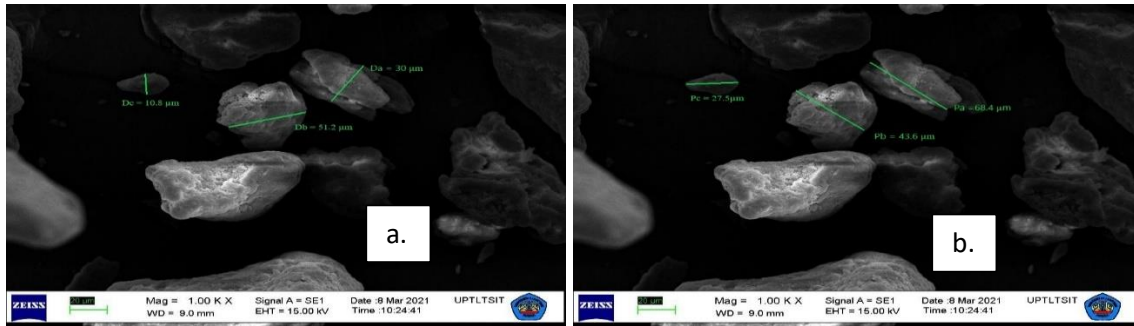
### 3.1. Karakteristik Selulosa Asetat *Mikrofiber*

Hasil analisis selulosa asetat *mikrofiber* memiliki kadar asetil 36,78%. Menurut Fengel dan Wagener (1995), kadar asetil 36,5 – 42,2 % dapat diaplikasikan untuk pembuatan benang atau film, sehingga dapat disimpulkan bahwa selulosa asetat yang digunakan dapat diaplikasi sebagai bahan baku bioplastik.

Selulosa asetat disonikasi untuk menghasilkan selulosa asetat *mikrofiber* untuk meningkatkan karakteristik mekanik bioplastik yang dihasilkan. Ukuran diameter serat sebelum di sonikasi sebesar 25 – 56  $\mu\text{m}$  dan panjang serat 74,7 – 117,4  $\mu\text{m}$ . Sedangkan setelah disonikasi diameter serat selulosa asetat menjadi 10,8 – 51,2  $\mu\text{m}$  dan panjang serat menjadi 27,5 – 68,4  $\mu\text{m}$ . Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Morfologi selulosa asetat terlihat jelas pada Gambar 1, susunan unit fibrilasi yang serupa dengan susunan fibrilar selulosa pada kapas lunak.



**Gambar 1.** Pengamatan morfologi selulosa asetat sebelum disonikasi menggunakan SEM perbesaran 1000x (a) diameter serat (b) panjang serat



**Gambar 2.** Pengamatan morfologi selulosa asetat setelah disonikasi menggunakan SEM perbesaran 1000x (a) diameter serat (b) panjang serat

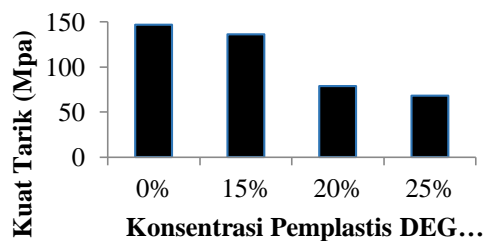
Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan ultrasonikasi mampu memperkecil partikel.

### 3.2. Sifat Mekanik Bioplastik Selulosa Asetat Mikrofiber

#### a. Pengaruh Pemplastis terhadap Kuat Tarik

Kuat tarik mengindikasikan kemampuan suatu material untuk menerima beban atau tarikan tanpa merusak material tersebut yang dinyatakan dengan besar tarikan maksimum sebelum putus. Salah satu yang dapat mempengaruhi sifat kuat tarik ialah konsentrasi pemplastis yang ditambahkan pada sampel bioplastik.

Peningkatan konsentrasi pemplastis dapat menyebabkan penurunan kuat tarik bioplastik karena pada dasarnya sifat dari selulosa asetat ialah memiliki kekuatan yang sangat tinggi sehingga ketika ditambahkan pemplastis sifat dari bioplastik basis selulosa asetat akan lebih elastis (Gambar 3).



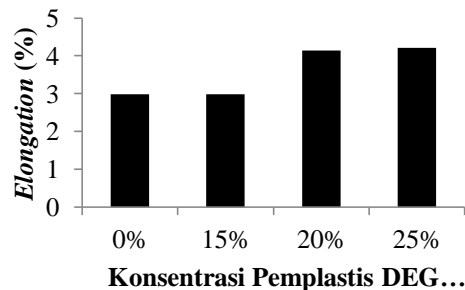
**Gambar 3.** Hubungan Konsentrasi Pemplastis terhadap Kuat Tari Bioplastik.

Pemplastis DEG dengan ikatan hidrogennya mengisi ruang-ruang molekul selulosa asetat sehingga ikatan antar selulosa asetat menjadi

renggang oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi DEG yang ditambahkan, semakin tinggi ikatan hidrogen yang terbentuk. Hal ini yang menyebabkan kuat tarik bioplastik melemah, karena ikatan hidrogen merupakan ikatan yang sangat lemah, lebih lemah dari ikatan kovalen (Syamsu, dkk, 2008). Penurunan nilai kuat tarik bioplastik juga dilaporkan oleh Bahmid (2014) dan Safriani (2000) dalam pembuatan film selulosa asetat dari selulosa mikrobial.

#### b. Pengaruh Pemplastis terhadap Persen Perpanjangan/Elongation

Persen perpanjangan atau elongation dapat diartikan sebagai keelastisitasan atau keuletan bioplastik, nilai persen perpanjangan didapatkan dari panjang maksimum ketika bioplastik ditarik hingga putus. Nilai tersebut dipengaruhi oleh penambahan konsentrasi pemplastis dietilen glikol.



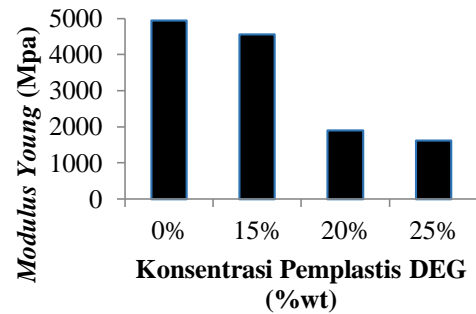
**Gambar 4.** Hubungan Konsentrasi Pemplastis Dietilen Glikol terhadap Elongation Bioplastik

Peningkatan elongation bioplastik tidak signifikan yaitu pada konsentrasi 0% ke 15%, namun pada konsentrasi 15% ke 20% peningkatan elongation cukup besar (Gambar 4). Peningkatan elongation film selulosa asetat tidak signifikan juga dilaporkan oleh Safriani (2000) yaitu pada konsentrasi pemplastis DEG dari 17% menjadi 25% mengalami peningkatan elongation dari 2,41% hingga 2,96%. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Delvia (2006) yaitu membuat bioplastik dari PHA yang dihasilkan oleh *Ralstronia eutropha* pada substrat hidrolisat pati sagu. Peningkatan elongation pada penelitian tersebut juga tidak signifikan, yaitu pada konsentrasi 0% hingga 20% diperoleh elongation sebesar 7% hingga 7,01%. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk akibat dari penambahan jumlah pemplastis yang mengisi pori-pori bioplastik (Bahmid N.A., dkk, 2014). Semakin tinggi ikatan hidrogen semakin tinggi pula respon viskoelastisitas. Respon inilah yang menyebabkan bioplastic bersifat semakin lentur, lunak, dan elastis. Seperti dinyatakan dalam penelitian Delvia (2006) yaitu pada dasarnya prinsip dari pemplastis ialah membentuk interaksi molekuler rantai polimer sehingga mobilitas rantai dan kecepatan respon viskoelastis pada polimer meningkat.

Besarnya persen perpanjangan berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik bioplastik, dimana semakin tinggi nilai kuat tarik semakin rendah pula persen perpanjangannya (Darni, dkk, 2014; Pradika, 2017). Pada penelitian ini sampel yang memiliki nilai persen perpanjangan dan kuat tarik yang mendekati standar bioplastik selulosa asetat yaitu sampel bioplastik dengan konsentrasi pemplastis DEG 20%, persen perpanjangan yang diperoleh sebesar 4,1405% dan kuat tarik yang dimiliki 78,6713 Mpa.

### c. Pengaruh Pemplastis terhadap Modulus Young/Elastisitas

Uji modulus young dilakukan untuk mengetahui sifat elastisitas bioplastik yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi DEG menyebabkan menurunnya modulus young.



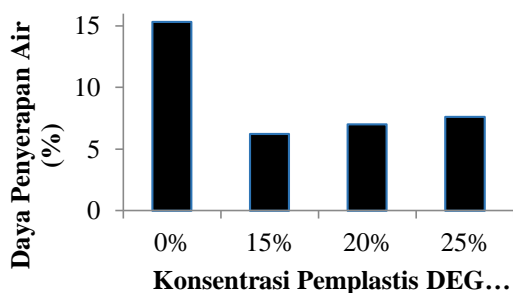
**Gambar 5.** Hubungan Konsentrasi Pemplastis Dietilen Glikol terhadap Modulus Young Bioplastik

Semakin besar konsentrasi yang ditambahkan semakin rendah nilai elastisitas sampel bioplastik. Penurunan nilai elastisitas juga dilaporkan oleh Syamsu (2008) dengan peningkatan konsentrasi pemplastis isopropyl palmiat dari 0% hingga 20% , elastisitas sampel bioplastik PHA menurun dari 500 Mpa menjadi 183 Mpa. Begitu pula dengan Bahmid N.A (2014) penambahan konsentrasi pemplastis dietilen glikol mengakibatkan penurunan elastisitas bioplastik selulosa asetat. Menurut Bahmid N.A (2014) penambahan pemplastis DEG dapat menyebabkan respon viskoelastis dan mobilitas rantai molekul selulosa asetat sehingga elastisitas bioplastik meningkat. Secara umum, pemplastis ditambahkan untuk meningkatkan fleksibilitas, persen perpanjangan dan kekuatan polimer, serta mengurangi kekerasan dan kekakuan polimer dikarenakan meningkatnya jarak antar rantai dengan mengurangi ikatan antar molekul sekunder (Safriani, 2000).

### 3.3. Sifat Fisik Bioplastik Selulosa Asetat Mikrofiber

#### a. Penyerapan Air

Uji penyerapan air dilakukan untuk mengetahui daya serap bioplastik terhadap air. Bioplastik yang diharapkan menghasilkan penyerapan air yang sedikit mungkin agar dapat diaplikasikan sebagai produk kemasan.



**Gambar 6.** Hubungan Konsentrasi Pemplastis Dietilen Glikol Terhadap Penyerapan Air Bioplastik

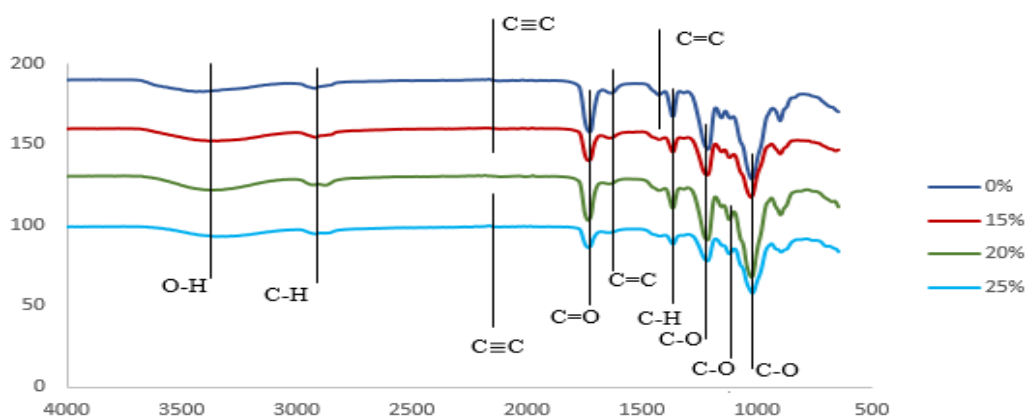
Grafik pengaruh konsentrasi pemplastis terhadap penyerapan air bioplastik mengalami secara umum menunjukkan penurunan seiring meningkatnya konsentrasi pemplastis. terutama pada konsentrasi 0% ke 15% sangat drastis penurunannya (Gambar 6). Hal ini disebabkan oleh kerapatannya yang rendah. Sedangkan pada konsentrasi 15% - 25% penyerapan air mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan konsentrasi pemplastis. Menurut Safriani (2000) pemplastis DEG merupakan jenis pemplastis yang larut dalam air, alcohol dan eter sehingga kemungkinan yang terjadi pada bioplastik ialah pemplastis DEG ikut larut dalam air. Semakin besar konsentrasi pemplastis DEG semakin banyak pula air yang terserap sehingga daya penyerapan air semakin tinggi. Bioplastik dengan konsentrasi pemplastis 15% sesuai dengan

standar bioplastik selulosa asetat komersial pada rentang 1,7-6,5 % yaitu 6,2422%.

### 3.4. Analisis FTIR (*Fourier-transform Infrared Spectroscopy*) Bioplastik

Analisis FTIR dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi pada sampel bioplastik, sehingga dapat terlihat pengaruh variasi konsentrasi pemplastis dietilen glikol terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.

Gambar 7 menunjukkan puncak serapan pada sampel bioplastik dengan konsentrasi pemplastis 0% ialah 3414,2  $\text{cm}^{-1}$  dengan transmittan 92,8766%, bioplastik dengan variasi 15%, 20% dan 25% masing – masing memiliki panjang gelombang 3384,4  $\text{cm}^{-1}$ , 3377,0  $\text{cm}^{-1}$ , dan 3309,9  $\text{cm}^{-1}$ , dengan transmittan masing- masing 92,4523%, 91,3525%, dan 93,3902%. Transmittan pada gugus O-H cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan pemplastis. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan hidrogen antar selulosa asetat dengan pemplastis. Ketiadaan gugus C=C dengan panjang gelombang 1431,3 pada sampel bioplastik baik variasi 15% hingga 25%. Hal ini diduga karena selulosa asetat telah bereaksi dengan pemplastis dan membentuk ikatan hidrogen.



**Gambar 7.** Hasil Analisis FTIR Bioplastik Selulosa Asetat

#### 4. Kesimpulan

Penambahan pemplastis dietilen glikol (DEG) sangat berpengaruh terhadap sifat mekanik dan sifat fisik bioplastik. Karakteristik bioplastik yang dihasilkan adalah bioplastik selulosa asetat *mikrofiber* dengan komposisi pemplastis DEG 20% yang memiliki nilai kuat tarik 78,6173 Mpa, perpanjangan 4,1405%, dan *modulus young* 1900,0 Mpa.

#### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih Kepada Staff Laboratorium Kimia Terapan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung, Staff Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung, Staff Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Tanjung Bintang Lampung, Analis Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian (THP) Politeknik Negeri Lampung, dan Analis Laboratorium Hasil Hutan Institusi Pertanian Bogor (IPB)

#### Daftar Pustaka

- Bahmid Nur Ahmad. 2014. *Pengembangan Nanofiber Selulosa Asetat dari Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Pembuatan Bioplastik*. Institut Pertanian Bogor.
- Bhongsuwan D dan Bhongsuwan T. 2008. *Preparation of cellulose acetate membranes for ultra-nanofiltrations*. Kasetsart J Nat Sci. 42(5):311-317.
- Billmeyer Freed W and Wiley John. 1994. *Textbook of Polymer Science*.
- Darni, Y., Sitorus, T. M. & Hanif, M., 2014. *Produksi Bioplastik dari Sorgum dan*
- Siringoringo, L.P., Rizki, R. and Nababan, J. (2019) Hydrogeochemical and Groundwater Assessment for Drinking Purpose at ITERA Campus Area and Its Surroundings, *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 4(1), 40.
- Thornthwaite, C.W. and Mather, J.R. (1957) *Instructions And Tables For Computing Potential Evapotranspiration*

*Selulosa Secara Termoplastik*. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Volume 10, pp. 55-62.

- Delvia V. 2006. *Kajian pengaruh penambahan dietilen glikol sebagai pemplastis pada karakteristik bioplastik dari poli-β-hidroksialkanoat (PHA) yang dihasilkan Ralstonia eutropha pada substrat hidrolisat pati sagu*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Fengel D dan Wegener G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Cetakan Pertama. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lismeri Lia, Agustina Elisa, Darni Yuli, Agustin Nuke, Damara Nadia. 2020. *Preparasi dan Karakteristik Mikrokristalin Selulosa dari Limbah Batang Ubi Kayu* : Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri Vol. 01. No.01 Hal. 028-036. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Lismeri, Lia, Irmalinda, Gracelia, Darni, Yuli, Herdiana, Novita. 2018. *Aplikasi Fiber Selulosa dari Limbah Batang Ubi Kayu sebagai Film Komposit Berbasis Low Density Polyethylene (LDPE)*. Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik ke-7 : Yogyakarta.
- Pradika, Y. P. M., 2017. *Effect of Plasticizer and Chitosan Composition on the Plastic Biodegradable Quality from Starch Cassave Rubber (Manihot glaziovii) as Alternative Plastic*. s.l., The 5th AASIC.
- Safriani. 2000. *Produksi biopolimer selulosa asetat dari nata de soya* [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- And The Water Balance*, Drexel Institute Of Technology, Centerton, New Jersey.
- Unit Pelaksana Teknis Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Institut Teknologi Sumatera (2020) *Informasi Iklim*

