

Analisis Pengaruh *Plasticizer* gliserol terhadap Kuat Tarik dan *Elongation* Bioplastik Limbah *Palm Kernel Cake* (PKC)

Rahmat Aziz Damar S.Z¹, Nora Amelia Novitrie^{2*}, Denny Dermawan¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Program Studi Teknik Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: noranovitrie@ppns.ac.id

Abstrak

Limbah *Palm Kernel Cake* (PKC), hasil samping pengolahan minyak kelapa sawit, mengandung selulosa sebanyak 23,36% dan lignin 12,29%. Kandungan selulosa yang tinggi pada PKC berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari bahan polimer biomassa sehingga mudah terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan seperti plastik konvensional pada umumnya. Bioplastik pada penelitian diproses menggunakan metode *solvent casting*, dimana metode ini dilakukan dengan melarutkan bahan aktif gliserol pada konsentrasi 0,5%, 1%, dan 1,5% dari berat selulosa dalam pelarut asam asetat (CH_3COOH) berkonsentrasi 2% kemudian dikeringkan sehingga membentuk lembaran plastik tipis. Bioplastik yang dihasilkan dilakukan uji sifat mekanis meliputi kuat tarik dan elongasi (ASTM D882). Hasil menunjukkan bahwa penambahan gliserol meningkatkan kekuatan tarik dari 0,02 MPa menjadi 0,1 MPa dan elongasi dari 6,18% menjadi 10,3%. Penambahan gliserol yang tepat terbukti mampu meningkatkan nilai kuat tarik dan *elongation* bioplastik.

Keywords: Bioplastik, *Elongation*, Gliserol, Kuat Tarik, *Palm Kernel Cake*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Pabrik kelapa sawit menghasilkan residu pengolahan dan hanya menghasilkan 25-30% yaitu 20-23% minyak daging sawit dan 2-7% minyak inti sawit (Putri R.N., dkk., 2021). Proses pembuatan minyak sawit menghasilkan limbah berupa bubuk inti sawit yang berwarna coklat yang disebut bungkil inti sawit atau biasa disebut limbah *palm kernel cake* (PKC). Limbah PKC memiliki kandungan selulosa sebesar 23,36%, hemiselulosa 26,71%, dan lignin 12,29% (Anita, 2017).

Kandungan selulosa yang ada pada PKC berpotensi digunakan sebagai bahan baku bioplastik, karena selulosa memiliki kemampuan yang dapat membentuk hidrokoloid dalam sistem pelarut yang sesuai untuk bahan baku untuk membuat bioplastik (Hidayati dkk., 2019). Selain itu penggunaan selulosa PKC sebagai bahan pembuatan bioplastik dapat memberikan kontribusi untuk mengurangi limbah industri kelapa sawit sekaligus mendukung prinsip ekonomi selular dalam pengelolaan limbah industri.

Bioplastik adalah plastik berbahan dasar biopolimer yang dapat terdegradasi dan dapat diperbaharui (kholiq K dkk., 2024). Pengembangan bioplastik perlu dilakukan karena bioplastik dapat terurai oleh mikroorganisme sehingga dapat kembali ke alam tanpa meninggalkan zat beracun. Selain itu, bahan utama pembuatan bioplastik merupakan sumber daya terbarukan sehingga dapat diisi ulang secara alami dalam waktu singkat (Fitriasari dkk., 2019). Bioplastik yang terbuat dari bahan pati ubi jalar memiliki nilai kuat tarik sebesar 40,5 MPa sehingga bioplastik cocok digunakan sebagai alternative pengganti plastik konvensional (Nuriyah L, dkk., 2018).

Biodegradable film berbasis selulosa memiliki sifat yang kaku sehingga membutuhkan penambahan *plasticizer*. Fungsi dari penambahan *plasticizer* adalah untuk meningkatkan elastisitas, mengurangi resiko pecah, sobek dan hancurnya *biodegradable film* yang terbentuk. Jenis *plasticizer* yang dapat digunakan adalah gliserol. Menurut (Aripin dkk., 2017) penambahan gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan elastisitas dan mengurangi derajat ikatan hidrogen serta menambah jarak antara molekul dari polimer. *Biodegradable film* berbasis selulosa berpotensi timbulnya rongga-rongga dan flock pada lapisan film karena adanya penumpukan selulosa dan pencampuran antara selulosa dan gliserol yang tidak merata (Natalia dkk., 2019).

Penambahan *plasticizer* gliserol pada pembuatan bioplastik perlu diperhatikan, karena penambahan *plasticizer* gliserol yang tepat dapat berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dan *elongation* dengan mengurangi ikatan intramolekularnya. Namun penambahan *plasticizer* yang berlebih juga dapat mengakibatkan pembentukan fase terpisah dalam matriks polimernya sehingga membuat bioplastik menjadi tidak stabil (Palevi dkk., 2024).

Melalui pernyataan diatas, perlu dilakukan melakukan penelitian terkait *biodegradable film* berbasis selulosa PKC dengan variasi konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer*. Pembuatan bioplastik ini dilakukan dengan

melarutkan bahan-bahan aktif dan tambahkan pelarut kemudian dikeringkan sehingga menghasilkan film tipis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan jumlah *plasticizer* terhadap bioplastik selulosa limbah PKC agar diketahui nilai kuat tarik dan *elongation*nya.

2. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan antara lain limbah Palm Kernel Cake (PKC), Gliserol merck, Asam Asetat Smart Lab, NaOH Merck, dan aquades. Alat yang digunakan antara lain Timbangan digital 0,01 gr, Blender, Gelas Beaker 1000 mL, Hot Plate Magnetic Stirrer Thermo Scientific Cimarec, Oven JISICO J-300M, Cetakan akrilik 20 cm x 20 cm, cawan petri K1004-J Sterile, dan mikro pipet.

2.2 Delignifikasi

Delignifikasi pada PKC bertujuan untuk menghilangkan lignin dan meningkatkan kandungan selulosa pada bahan yang akan digunakan sebagai bioplastik. Proses ini dilakukan dengan melakukan pengayakan pada limbah PKC menggunakan saringan 100 mesh dan melakukan delignifikasi menggunakan larutan NaOH 5% dengan perbandingan PKC : Volume larutan 1 : 10 selama 2 jam pada suhu 100°C. Membuat larutan asam asetat 2% (v/v) yang digunakan sebagai pelarut PKC.

2.3 Persiapan *Plasticizer* gliserol

Plasticizer gliserol ditambahkan dengan variasi 0,5%, 1%, dan 1,5% dari berat bahan selulosa yang digunakan. Gliserol sebagai *plasticizer* ditambahkan menggunakan mikro pipet kedalam adonan bioplastik secara perlahan. Penambahan gliserol dilakukan saat adonan bioplastik dilarutkan menggunakan asam asetat. Penambahan *plasticizer* gliserol ini digunakan untuk meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kekakuan dan memperbaiki sifat mekanis bioplastik.

2.4 Pembuatan Bioplastik

Serbuk selulosa PKC hasil delignifikasi ditimbang sebanyak 5 gr dilarutkan menggunakan larutan asam asetat dengan konsentrasi 2% (v/v). Selulosa dilarutkan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C dan kecepatan pengadukan 1000 rpm kemudian, ditambahkan *plasticizer* gliserol sesuai variasi dan diaduk hingga tergelatinasi (teksturnya menjadi seperti bubur). Bioplastik yang sudah tergelatinasi dicetak pada cetakan akrilik 20 cm x 20 cm dan dikeringkan pada oven JISICO J-300M pada suhu 70°C hingga lembaran bioplastik terbentuk dan terlepas dari cetakan.

2.5 Parameter Uji

Bioplastik limbah PKC dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas dan pengaruh *plasticizer* gliserol pada bioplastiknya. Pengujian bioplastik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Uji Kuat Tarik

Pengujian bioplastik yang terkait dengan nilai kuat tarik dan *elongation* dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) berdasarkan standart ASTM D882. Pengujian menggunakan alat UTM dilakukan dengan cara sampel bioplastik dipotong dalam bentuk strip sesuai ukuran standard kemudian. Sampel dicapitkan pada alat dan diuji mekanik dengan cara menarik kedua ujung hingga putus dan secara otomatis nilai akan tercatat dalam komputer. Nilai kuat tarik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{F_{Maks}}{A} \quad (1)$$

Ket :

$$\begin{aligned} \sigma &= \text{Kuat Tarik (N/mm}^2\text{)} \\ F_{maks} &= \text{Gaya Tarik Maksimum (N)} \\ A &= \text{Luas Penampang (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

b. *Elongation*

Elongation adalah persentase perpanjangan bioplastik saat mengalami gaya tarikan, sehingga nilai ini menunjukkan daya regang dan fleksibilitas bioplastik. Pengujian *elongation* pada bioplastik berkaitan dengan pengujian kuat tarik, dimana pengujian *elongation* juga menggunakan alat UTM. Nilai pemanjangan putus (*elongation*) bioplastik dapat secara otomatis tercatat dalam komputer atau dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\% \text{ Elongasi} = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% \quad (2)$$

o Ket :

L0 = Panjang Awal

ΔL = Selisih Pemanjangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Bioplastik

Bioplastik *Palm Kernel Cake* (PKC) dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* yang berbeda menghasilkan bioplastik yang berbeda. Penambahan gliserol berpengaruh terhadap permukaan yang dihasilkan dimana semakin besar penambahan gliserol bioplastik yang dihasilkan semakin halus. Visual bioplastik ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Visual Bioplastik

Kadar <i>Plasticizer</i>		
1%	2%	3%
		

Berdasarkan Tabel 1 dapat diamati bioplastik yang dibuat dengan penambahan *plasticizer* gliserol yang bervariasi menunjukkan hasil yang berbeda, dimana bioplastik dengan penambahan gliserol yang lebih tinggi menghasilkan visual bioplastik yang lebih halus dan merata. Hal ini sesuai dengan karakteristik gliserol sebagai *plasticizer* yang hidrofilik, sehingga kandungan air membuat semakin halus dan homogen. (Rusli, dkk., 2017).

3.2 Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis yang dilakukan adalah uji kuat tarik dan *elongation* menggunakan alat uji UTM dengan metode ASTM D882. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik bioplastik dengan variasi gliserol berkisar 0,02 MPa – 0,1 MPa dan nilai *elongation* 6,18 % - 10,3 %. Berdasarkan analisis *plasticizer* gliserol berpengaruh terhadap nilai kuat tarik dan *%elongation*. Hasil pengujian uji tarik dan *%elongation* disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Uji Sifat Mekanis bioplastik

Variasi <i>Plasticizer</i>	Nilai Uji Tarik (MPa)	% <i>Elongation</i>
0,5%	0,02	6,18
1%	0,06	9,72
1,5%	0,1	10,3

Berdasarkan Tabel 2 bioplastik yang terbuat dengan penambahan *plasticizer* gliserol yang lebih tinggi nilai kuat tarik dan *elongation*nya semakin meningkat. Peningkatan nilai kuat tarik akibat penambahan gliserol disebabkan karena struktur yang dihasilkan bioplastik lebih stabil dan homogen (Imosili dkk., 2024). Penambahan *plasticizer* gliserol juga berpengaruh terhadap *elongation*nya dimana pada tabel menunjukkan semakin tinggi gliserol yang ditambahkan maka nilai *elongation*nya lebih tinggi disebabkan sifat gliserol yang membuat gaya tarik antarmolekul melemah, sehingga rantai lebih bebas bergerak dan nilai *elongation*nya meningkat (Nuriyah dkk., 2018).

Peningkatan nilai kuat tarik dan *elongation* pada bioplastik menunjukkan bahwa semakin kuat dan lentur bioplastik maka molekul dalam bioplastik tersusun secara homogen dan memiliki sifat yang kuat dan lentur sehingga dapat diaplikasikan sebagai pengganti plastik konvensional seperti kantong plastik dll. Semakin tinggi dan ideal nilai kuat tarik dan *elongation*nya maka bioplastik ideal untuk diaplikasikan sebagai plastik pengemasan (Marta dkk., 2021).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan gliserol berpengaruh terhadap visual bioplastik. Bioplastik dengan penambahan gliserol yang lebih tinggi menghasilkan visual yang lebih halus.
2. Penambahan *plasticizer* gliserol berpengaruh pada nilai kuat tarik dan *elongation* bioplastik. Bioplastik dengan penambahan *plasticizer* 1,5% dari masa bahan menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi yakni 0,1 MPa dan *elongation*nya 10,3%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anita, S. 2017. Pengaruh Lama Fermentasi dengan *Lentinus edodes* terhadap Kandungan Hemiselulosa, Lemak Kasar dan Energi Metabolisme dari Bungkil Inti Sawit. Thesis. Universitas Andalas.
- Aripin, S., Saing, B., dan Kustiyah, E. 2017. Studi pembuatan bahan alternatif plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan *plasticizer* gliserol dengan metode melt intercalation. Jurnal Teknik Mesin (JTM). 6(2): 79-84.
- Fitriasari, W., Nanang, M., dan Euis, H. 2019. Selulosa: Karakteristik dan Pemanfaatannya. LIPI Press. Jakarta. 166 hlmn.
- Hidayati, S., Zulferiyenni, N., dan Satyajaya, W. 2019. Optimasi pembuatan biodegradable film dari selulosa limbah padat rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan gliserol, kitosan, CMC dan Pengolahan tapioka. Hasil Jurnal Perikanan Indonesia. 22(2): 340-354
- Imoisili, P. E., & Jen, T. C. (2024). Synthesis and characterization of bioplastic films from potato peel starch; effect of glycerol as *plasticizer*. *Materials Today: Proceedings*, 105, 1-5.
- Kholiq, K., & Kusuma, S. B. W. (2024). Characterization of Sodium Alginate and Chitosan Bioplastics With the Addition of Glycerol and Glutaraldehyde. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 13(1).
- Nuriyah, L., Saroja, G., Ghufro, M., Razanata, A., Rosid, N. F., Fisika, J., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2018). Karakteristik Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Variasi Jenis Pemplastis. In *NATURAL B* (Vol. 4, Issue 4).
- Palevi, S., Novitrie, N. A., & Dermawan, D. (2024, November). Pengaruh *Plasticizer* Kitosan pada Biodegradability dan Water Resistance pada Bioplastik Limbah Nata de Coco. In *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology* (Vol. 7, No. 1).
- Putri, R., Junaidi, R., & Mustain, M. (2021). Pemanfaatan A-selulosa fiber cake kelapa sawit sebagai alternatif bahan baku nitroselulosa. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(9), 351-356.

Rusli, A., Metusalach, S., dan Tahir, M. M. 2017. Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(2): 219-229.

Natalia, M., Hazrifawati, W., dan Wicakso, D. R. 2019. Pemanfaatan limbah daun nanas (*Ananas Comosus*) sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradable. *Enviro Scienceae*. 15(3): 357-364.

Marta M., Culliton, D., Germaine, K., & Neves, A. (2021). Comparison of Mechanical and Physicochemical Characteristics of Potato Starch and Gelatine Blend Bioplastics Made with Gelatines from Different Sources. *Clean Technologies*, 3(2), 424-436.