



Manufacture of Biodegradable Plastic by Utilizing Oil Palm Empty Fruit Bunches Waste as Cellulose Acetate Synthesis Material

Pembuatan Biodegradable Plastik dengan Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Sintesis Selulosa Asetat

Muhammad Ibrani Aldin^{1*}, Sergio Privaldio¹, Febriani Dian Purnama Sari¹

¹Program Studi Pengolahan Hasil Perkebunan Terpadu, Politeknik Negeri Pontianak, Jl. Jenderal Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124, Indonesia

Abstract. The fiber content in empty oil palm bunches includes lignin (22.60%), pentosan (25.90%), cellulose (45.80%), and holocellulose (71.88%). The purpose of this study was to utilize empty oil palm bunch waste as a raw material for making cellulose acetate and produce a product in the form of biodegradable plastic by analyzing several test parameters such as tensile strength, elongation and biodegradability. The manufacture of biodegradable plastic uses the solution casting method with the initial step of cellulose synthesis from empty oil palm bunches followed by cellulose acetate synthesis and making biodegradable plastic. The combination of research treatments used was the percentage of glycerol of 3%, 4% and 5% and the percentage of cellulose acetate of 3% and 5%. The results showed that the best treatment obtained based on tensile strength, elongation, and biodegradability testing was a sample with a mixture of 3% glycerol and 5% cellulose acetate (G3S5) with a tensile strength value of 2.39 Mpa, elongation of 25.2995%, and biodegradability of 69.76% for 7 days.

Keywords: plastic biodegradable, cellulose acetate, empty oil palm bunches

Abstrak. Kandungan serat yang terdapat dalam tandan kosong kelapa sawit meliputi lignin (22,60%), pentosan (25,90%), selulosa (45,80%), dan holoselulosa (71,88%). Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan selulosa asetat dan menghasilkan suatu produk berupa biodegradable plastik dengan menganalisis terhadap beberapa parameter uji seperti kuat tarik, elongasi dan biodegradabilitas. Pembuatan biodegradable plastik ini menggunakan metode *solution casting* dengan langkah awal berupa sintesis selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dilanjutkan dengan sintesis selulosa asetat dan pembuatan biodegradable plastik. Kombinasi perlakuan penelitian yang digunakan adalah persentase gliserol sebesar 3%, 4% dan 5% serta persentase selulosa asetat sebesar 3% dan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yang didapat berdasarkan pengujian kuat tarik, elongasi, dan biodegradabilitas adalah sampel dengan campuran 3% gliserol dan 5% selulosa asetat (G3S5) dengan nilai kuat tarik sebesar 2,39 Mpa, elongasi sebesar 25,2995%, dan biodegradabilitas sebesar 69,76% selama 7 hari.

Kata kunci: biodegradable plastik, selulosa asetat, tandan kosong kelapa sawit

OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816 (online)

*Correspondence:
Muhammad Ibrani Aldin
ibranialdin12@gmail.com

Received: 26-09-2024

Accepted: 06-03-2025

Published: 10-03-2025

Citation: Aldin MI, Privaldio S, and Sari FDP. (2025). Manufacture of Biodegradable Plastic by Utilizing Oil Palm Empty Fruit Bunches Waste as Cellulose Acetate Synthesis Material. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology* 06:01

doi: [10.21070/jtfat.v6i01.1635](https://doi.org/10.21070/jtfat.v6i01.1635)

PENDAHULUAN

Salah satu provinsi di Indonesia dengan jumlah perkebunan kelapa sawit terbesar adalah Kalimantan Barat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat (2023), lahan perkebunan kelapa sawit pada tahun 2022 tercatat 1,45 juta Ha. Jumlah produksi kelapa sawit di Kalimantan Barat mengalami peningkatan pada tahun 2021 jumlah produksi kelapa sawit di Kalimantan Barat mencapai 3,37 juta ton dan pada tahun 2022 jumlah produksi kelapa sawit mencapai 4,52 juta ton. Seiring meningkatnya jumlah produksi kelapa sawit akan berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Industri kelapa sawit menghasilkan 23% limbah padat TKKS, 6,5% limbah cangkang sawit, 13% limbah serabut, dan 50% limbah cair (Aini *et al.*, 2021). Tandan kosong kelapa sawit mengandung lignin (22,60%), pentosan (25,90%), selulosa (45,80%), dan holoselulosa (71,88%).

Selulosa adalah polisakarida alami, dimana cincin D-glukopiranososa terhubung satu sama lain dengan ikatan β -(1,4)-glikosidik (Ngadi and Lani, 2014). Selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut karena struktur selulosa yang linier. Baik secara kimia maupun fisika selulosa tidak mudah didegradasi (Lismeri *et al.*, 2016). Selulosa merupakan sebuah polimer organik yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodegradable plastik dengan mensintesisnya menjadi selulosa asetat (Hanifah *et al.*, 2022).

Dalam pembuatan bioplastik seringkali digunakan selulosa, sedangkan ada salah satu turunan selulosa yang memiliki sifat lebih baik dari selulosa seperti selulosa asetat. Turunan selulosa yaitu selulosa asetat dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi, salah satunya bahan plastik biodegradable. Selulosa asetat dapat terdegradasi secara alami, memiliki kualitas transparansi yang baik, tahan panas, dan kekuatan tarik yang tinggi (Permadani and Silvia, 2022). Bioplastik berbasis selulosa memiliki kekurangan yaitu kaku dan kurang fleksibel baik pada saat pembentukan maupun penggunaan (Benitez *et al.*, 2024). Penambahan plastisizer menjadi strategi utama untuk mengatasi kelemahan tersebut. Plastisizer dapat mengurangi gaya antarmolekul antara rantai polimer, sehingga bahan menjadi kurang kaku dan lebih fleksibel. Peningkatan fleksibilitas dapat meningkatkan elongasi dan peningkatan ketahanan terhadap retak. Plastisizer yang umum digunakan untuk polimer hidrofilik seperti polisakarida yaitu gliserol (Benitez *et al.*, 2024). Jika polimer selulosa asetat digunakan, maka polimer yang berasal dari bahan fosil dapat dikurangi penggunaannya (Faizal, Jaksen and Fadarina, 2022). Jika dibandingkan dengan bahan plastik konvensional yang sulit terdegradasi, selulosa asetat memiliki sifat yang dapat terdegradasi secara alami, yang membuatnya lebih baik untuk lingkungan. Penelitian tentang bioplastik dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sudah dilakukan (Amalia, Kumara and Putri, 2019; Hamzah *et al.*, 2021), namun sepanjang pengetahuan penulis penelitian TKKS sebagai bahan dasar selulosa asetat yang dimanfaatkan untuk biodegradable plastik dengan variasi plastisizer gliserol belum dilakukan. Penelitian yang akan dilakukan kali ini bertujuan untuk memanfaatkan selulosa asetat dari TKKS sebagai bahan dasar biodegradable plastik.

METODE

BAHAN

Pelaksanaan penelitian pembuatan biodegradable plastik, bahan yang digunakan yaitu: *fiber* tandan kosong kelapa sawit (PT. Agrina Sawit Perdana, Sanggau), asam asetat glasial (CH_3COOH) pa merk MERCK, natrium hidroksida (NaOH) pa merk MERCK, asam asetat anhidrida (CH_3CO)₂O pa merk MERCK, hidrogen peroksida (H_2O_2) pa merk MERCK, asam sulfat (H_2SO_4) pa merk MERCK, gliserol, aquadest dan kitosan kulit udang.

ALAT

Dalam pelaksanaan penelitian pembuatan biodegradable plastik, alat yang digunakan yaitu: *beaker glass*, *hot plate*, oven merk MEMMERT, *desikator*, *magnetic stirrer*, *neraca analitik merk KERN*, kertas saring, termometer, spatula, *waterbath merk MEMMERT*, pipet tetes, pipet ukur, plat kaca, corong kaca dan gunting.

DESAIN PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit (3% dan 5% b/v) dan variasi gliserol (3%, 4%, dan 5% v/v) setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat 18 sampel penelitian. Hasil penelitian dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), dilanjutkan dengan uji lanjut LSD, Duncan, dan Tukey dengan taraf signifikansi 5%.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Sintesis Selulosa

Pretreatment dilakukan dengan memotong ukuran *fiber* tandan kosong kelapa sawit menjadi bagian yang lebih kecil sebesar 2 – 3 cm, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 80 °C selama 2 jam agar kandungan kadar air dari *fiber* tandan kosong kelapa sawit berkurang. *Hidrolisis* dilakukan dengan mencampurkan *fiber* tandan kosong kelapa sawit dengan 3,5% (v/v) HNO_3 hingga terendam dan dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 90 – 95°C. *Delignifikasi* dilakukan dengan mencampurkan *fiber* tandan kosong kelapa sawit dengan larutan 2% (b/v) NaOH dan 2% (b/v) Na_2SO_3 hingga terendam dan dipanaskan selama 2 jam dengan suhu 90 – 95 °C. *Pulping* dilakukan dengan mencampurkan *fiber* tandan kosong kelapa sawit dengan 17,5% (b/v) NaOH hingga terendam dan

dipanaskan selama 30 menit dengan suhu 90 – 95 °C. Setiap akhir tahapan dilakukan pencucian dengan aquadest hingga filtrat bening atau netral. Selanjutnya selulosa dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam (Silitonga, Tarigan and Saragih, 2019).

Sintesis Selulosa Asetat

Tahap aktivasi dimulai dengan mencampurkan 5 gram selulosa tandan kosong kelapa sawit ke dalam larutan CH_3COOH 50 mL dengan suhu 38 °C selama 3 jam. Kemudian tahap asetilasi dimulai dengan menambahkan katalis berupa H_2SO_4 pekat 0,8 mL dan $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 15 mL selama 2,5 jam dengan suhu 38 °C pada pengadukan konstan 300 rpm. Selanjutnya tahap hidrolisis, menambahkan aquadest 2 mL dan CH_3COOH 5 mL kemudian dipanaskan pada suhu 38 °C selama 30 menit dengan pengadukan konstan 300 rpm. Kemudian tambahkan 1 gram Natrium Asetat dengan suhu 38 °C selama 5 menit dengan pengadukan konstan 300 rpm. Pemurnian dilakukan dengan menambahkan aquadest hingga tidak terbentuk lagi endapan sembari dilakukan pengadukan konstan 300 rpm. Endapan kemudian disaring dan dibilas dengan aquadest untuk mengencerkan asam asetat hingga aroma asam asetat hilang dan pH menjadi netral. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam .

Pembuatan Biodegradable Plastik

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan cara mencampurkan 3,5 gram kitosan dalam 150 mL CH_3COOH 2% dipanaskan dengan suhu 70 °C dengan pengadukan konstan 900 rpm hingga homogen. Kemudian tambahkan selulosa asetat sebanyak (3%, 4%, dan 5% b/v) dipanaskan dengan suhu 70 °C dengan pengadukan konstan 900 rpm selama 15 menit. Selanjutnya tambahkan gliserol sebanyak (3% dan 5% v/v) dipanaskan dengan suhu 70 °C dengan pengadukan konstan 900 rpm selama 5 menit. Campuran yang telah berbentuk gel dicetak pada plat kaca dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C selama 24 jam (Hayati, Setyaningrum and Fatimah, 2020).

Metode Analisis

Kuat Tarik

Potong sampel dengan ukuran 3 x 7 cm² kemudian dijepit pada kedua bagian. Ekstensi indikator dan pengukur regangan pada alat dipasang dan dilakukan pengukuran tegangan dan beban dengan gaya tarik yang diberikan. Kurva-tegangan akan terbaca pada alat, kemudian didapatkan nilai beban dan tegangan serta nilai beban dan tegangan saat putus. Kuat tarik tersebut dinyatakan dalam satuan mega pascal (MPa) (Lailyningtyas, Lutfi and Ahmad, 2020).

Elongasi

Potong sampel dengan ukuran 3 x 7 cm² kemudian dijepit pada kedua sisinya. Ekstensi indikator dan pengukur regangan pada alat dipasang dan dilakukan pengukuran tegangan dan beban dengan gaya tarik yang diberikan. Kurva-tegangan akan terbaca pada alat, kemudian didapatkan nilai beban dan tegangan serta nilai beban dan tegangan saat putus. Kemudian didapatkan persentase elongasi yang terbaca pada alat (Lailyningtyas, Lutfi and Ahmad, 2020).

Biodegradabilitas

Potong bioplastik dengan ukuran 3 x 3 cm². Kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awal bioplastik, sampel dikubur pada kedalaman 15 cm didalam tanah selama 7 hari. Setelah 7 hari, sampel diambil dan dibersihkan dari tanah yang menempel. Sampel kemudian ditimbang sebagai berat akhir (Hayati, Setyaningrum and Fatimah, 2020). Nilai biodegradabilitas dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Biodegradabilitas} = \frac{(\text{Berat sampel awal} - \text{Berat sampel akhir})}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$

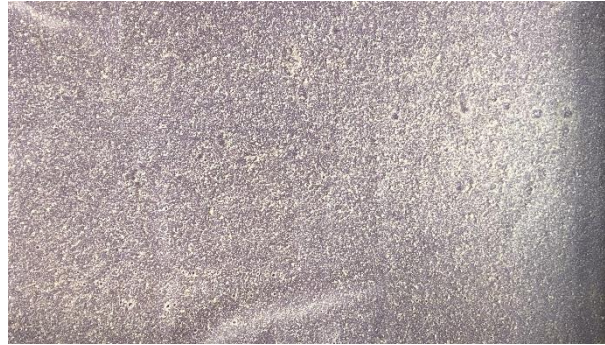
Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FTIR)

Prinsip pengujian FTIR adalah dengan memantulkan sinar infrared yang melewati tempat kristal dalam spektrofotometer sehingga terjadi kontak pada permukaannya, terjadinya proses perubahan atau peruraian senyawa kimia atau terjadinya induksi karena oksidasi dengan panas ataupun cahaya yang dapat berlangsung secara cepat dengan infrared. Dalam pengoperasiannya, sinyal dikirim oleh Interferometer Michelson kepada detector yang sesuai dengan intensitas frekuensi getaran molekul dengan hasil berupa interferogram. Detector kemudian mengubah hasil secara otomatis dalam bentuk digital yang nantinya akan diubah dalam bentuk domain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Bioplastik

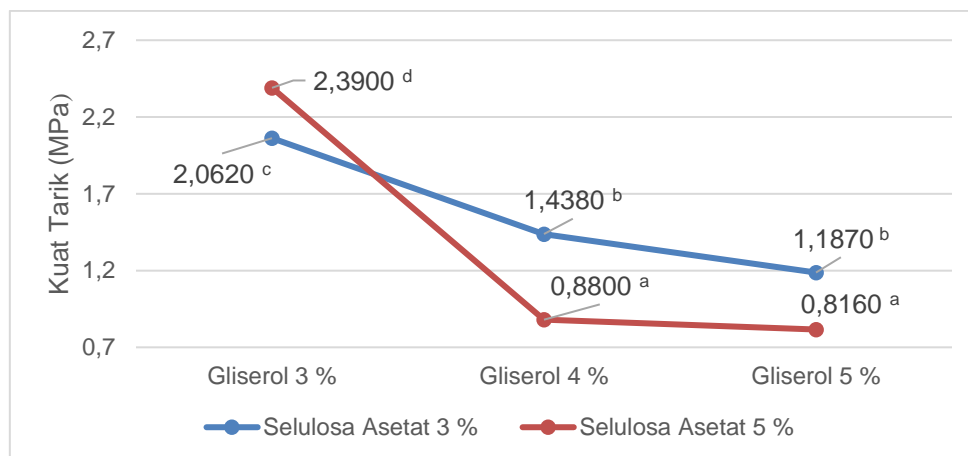
Berdasarkan penelitian hasil produk bioplastik dapat dilihat pada [Gambar 1](#). dibawah ini.



Gambar 1. Hasil produk bioplastik

2. Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui beban maksimum yang dapat diterima bahan sebelum putus. Nilai kuat tarik menunjukkan seberapa kuat bahan dapat menahan beban tertentu. Hasil analisa sidik ragam pada $\alpha = 5\%$ menunjukkan konsentrasi selulosa asetat dan gliserol berpengaruh nyata terhadap kuat tarik bioplastik. Uji lanjut LSD pada $\alpha = 5\%$ dapat dilihat pada [Gambar 2](#).

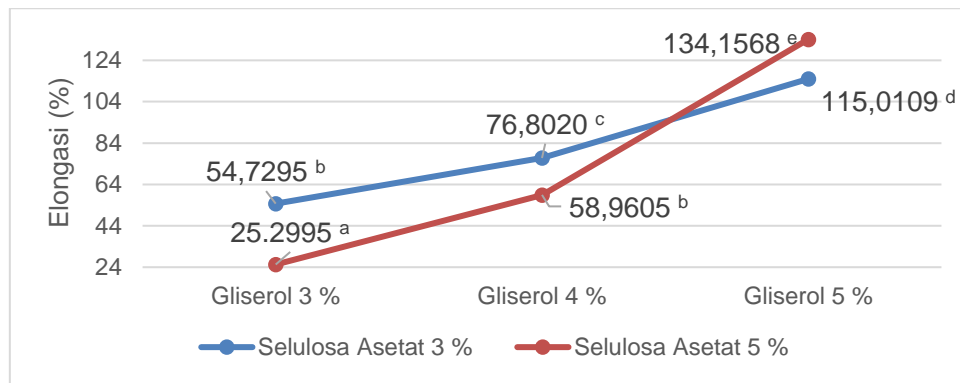


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi selulosa asetat dan gliserol terhadap kuat tarik bioplastik

Kuat tarik dari bioplastik yang dihasilkan memiliki nilai pada rentang 0,8160-2,39 MPa. Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi selulosa asetat maka semakin besar nilai kuat tarik tetapi semakin besar konsentrasi gliserol maka kuat tarik bioplastik yang dihasilkan semakin mengecil karena kuat tarik berbanding terbalik dengan elongasi, semakin tinggi kuat tarik maka semakin rendah elongasi. Menurut Lailyingtyas, Lutfi and Ahmad (2020), penambahan selulosa asetat ke dalam komponen penyusun bioplastik dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Hal ini disebabkan oleh kandungan selulosa asetat yang dapat menghambat interaksi antar molekul, sehingga membentuk agregat dan heterogenitas struktur film. Penambahan plastisizer memengaruhi nilai kuat tarik bioplastik karena molekul-molekul plastisizer berinteraksi dengan rantai ikatan biopolimer, membentuk ikatan hidrogen, sehingga mengurangi nilai kuat tarik bioplastik.

3. Elongasi

Pengujian elongasi dilakukan untuk mengetahui perubahan panjang maksimum film dengan membandingkan penambahan panjang setelah pengujian dengan panjang bahan sebelum pengujian (Hayati, Setyaningrum and Fatimah, 2020). Hasil analisa sidik ragam pada $\alpha = 5\%$ menunjukkan konsentrasi selulosa asetat dan gliserol berpengaruh nyata terhadap elongasi bioplastik. Uji lanjut Duncan pada $\alpha = 5\%$ dapat dilihat pada [Gambar 3](#).

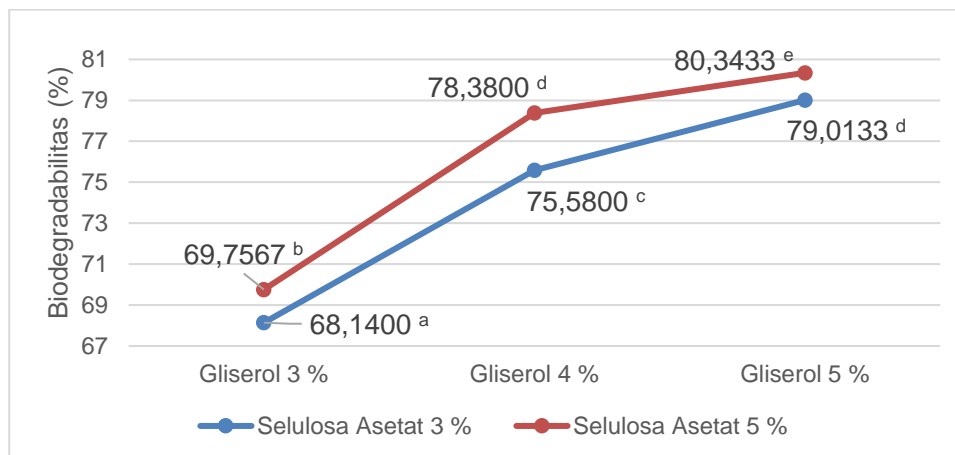


Gambar 3. Pengaruh konsentrasi selulosa asetat dan gliserol terhadap elongasi bioplastik

Bioplastik yang dihasilkan memiliki elongasi pada rentang 25,2995 - 134,1568%. Elongasi dan kuat tarik berbanding terbalik dimana semakin tinggi kuat tarik maka elongasi nya akan semakin rendah. Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi gliserol maka semakin besar elongasi bioplastik. Menurut Putra, Harsojuwono and Hartiati (2019), semakin tinggi konsentrasi pemlastis yang ditambahkan maka energi aktivasi untuk Bergeraknya molekul dalam matriks terganggu. Hal tersebut yang menyebabkan nilai elastisitas dari *film* bertambah sehingga elongasi akan meningkat. Peran gliserol adalah meningkatkan elastisitas bioplastik, transparansi bioplastik dan meningkatkan kemampuan penyerapan air.

4. Biodegradabilitas

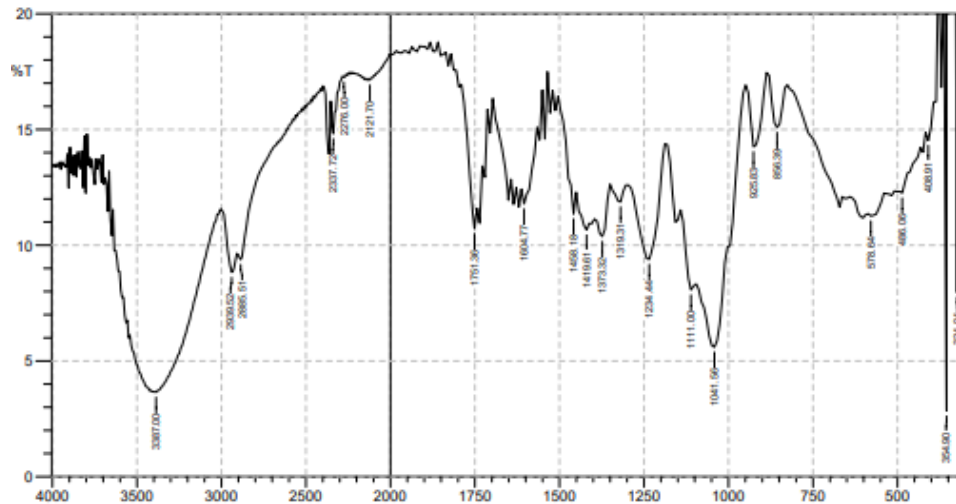
Pengujian biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah bioplastik ramah lingkungan dengan menunjukkan kecepatan terdegradasinya bioplastik ditandai dengan hilangnya bioplastik dari tanah (Ermawati and Haryanto, 2020). Hasil analisa sidik ragam pada $\alpha = 5\%$ menunjukkan konsentrasi selulosa asetat dan gliserol berpengaruh nyata terhadap biodegradabilitas bioplastik. Uji lanjut Tukey pada $\alpha = 5\%$ dapat dilihat pada [Gambar 4.](#)



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi selulosa asetat dan gliserol terhadap biodegradabilitas bioplastik

Bioplastik yang dihasilkan memiliki biodegradabilitas pada rentang 68,14 – 80,3433%. Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi selulosa asetat dan gliserol maka biodegradabilitas bioplastik semakin meningkat. Menurut Hanifah *et al* (2022), penambahan gliserol dapat meregangkan ikatan molekul gugus O-H pada selulosa asetat sehingga dapat membentuk rongga lebih besar yang berpotensi menjadi tempat masuknya air. Gliserol bersifat hidrofilik atau menyerap air sehingga air dapat menjadi media pertumbuhan mikroba yang berperan dalam menguraikan material-material bioplastik (Kamaluddin *et al.*, 2022). Selulosa asetat lebih mudah terurai karena berstruktur amorf. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Hanifah *et al.*, 2022), biodegradabilitas bahan polimer dipengaruhi strukturnya, struktur amorf lebih mudah terdegradasi dari pada struktur kristalin.

5. Fourier-Transform Infrared Spectrometer (FTIR)



Gambar 5. Hasil uji FTIR biodegradable plastik

Hasil FTIR pada [Gambar 5](#). menunjukkan bahwa bioplastik yang tersusun dengan komposisi selulosa asetat, kitosan dan gliserol memiliki gugus hidroksil (OH) pada bilangan gelombang 3387,00 cm. Kemudian pada bilangan gelombang 2885,51 cm dan 2121,70 cm menunjukkan adanya regangan gugus C-H. Gugus fungsi C=O (karbonil) yang menunjukkan kandungan selulosa asetat ditunjukkan pada bilangan gelombang 1604,77 cm. Kemudian terdapat gugus N-H yang muncul akibat penambahan kitosan ke dalam bioplastik yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 1319,31 cm. Gugus C-O teridentifikasi pada bilangan gelombang 1111,00 cm dan 1041,56 cm. Bioplastik dengan bahan pengisi selulosa asetat akan menghasilkan gugus fungsi yang masih menunjukkan adanya selulosa asetat, kitosan dan gliserol (Hanifah *et al.*, 2022). Menurut (Febrianti, 2019) adanya struktur O-H, C=O, C-O, C-H dan N-H menunjukkan adanya struktur bioplastik dengan komposisi selulosa asetat, kitosan dan gliserol.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan penelitian terhadap pembuatan biodegradable plastik dari limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan sintesis selulosa asetat didapatkan hasil berupa data kuat tarik, elongasi, biodegradabilitas bioplastik dan hasil uji gugus fungsi FTIR. Bioplastik dengan kode G3S5 (3% gliserol dan 5% selulosa asetat) adalah bioplastik terbaik dengan nilai kuat tarik sebesar 2,39 Mpa. Nilai elongasi terkecil yaitu 25,2995% dan nilai biodegradabilitas selama 7 hari sebesar 69,76% dengan gugus fungsi yang terbaca berupa gugus O-H, C=O, C-O, C-H dan N-H. Hal ini dikarenakan bioplastik diharapkan memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dan elongasi rendah agar memiliki sifat yang lebih kuat, lebih stabil dan kurang mudah sobek atau retak guna menunjang kegunaan bioplastik sebagai bahan pengemas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memwadahi kami sebagai penulis dengan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) sehingga penulis bisa menerapkan ilmu dan berinovasi dengan didukung secara penuh. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang terkait seperti PT. Agrina Sawit Perdana Sanggau yang telah membantu untuk menyediakan sampel berupa tandan kosong kelapa sawit yang digunakan. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak Perguruan Tinggi yaitu Politeknik Negeri Pontianak yang juga memberikan dukungan secara penuh baik melalui penyediaan fasilitas, dana bantuan maupun kesediaan dosen pembimbing yang telah banyak membantu kami untuk menyelesaikan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, D.N., Hanifah, Mulfa, D.S. and Linda, T.M. (2021). Pengaruh Bioaktivator Selulolitik untuk Mempercepat Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati* 6(1) : 1–7. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Amalia, A.R., Kumara, R.F. and Putri, N.P. (2019). Manufacturing of Bioplastics From Cellulose Empty Fruit Bunches Waste With Addition of Glycerol As Plasticizer. *Konversi* 8(2) : 63–68. <https://doi.org/10.20527/k.v8i2.6839>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Barat. (2023). *Produksi Perkebunan Besar 2020-2022*.

- Benitez, J.J., Moreno, P.F., Vazquez, J.M.P., Tadeschi, G., Athanassiou, A., Guerrero, J.A.M. and Puyol, S.G. (2024). Transparent, plasticized cellulose-glycerol bioplastics for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 273(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132956>
- Ermawati, U. and Haryanto. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik dari Pati Biji Nangka. *University Research Colloquium* 1(1) : 101–106.
- Faizal, M., Jaksen and Fadarina. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat dari Tanda Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Bioplastik. *Kinetika* 13(2) :17–23.
- Febrianti, R.P. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Selulosa Asetat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Penambahan Kitosan. *KANDAGA*, 1–121.
- Hanifah, A. *et al.* (2022). Analysis of Cellulose and Cellulose Acetate Production Stages from Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) and Its Application to Bioplastics. *Journal of Chemical Process Engineering* 7(1) : 17–26. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v7i1.1136>
- Hayati, K., Setyaningrum, C.C. and Fatimah, S. (2020). The Effect of Chitosan Addition on Characteristics of Biodegradable Plastic from Waste of Nata de Coco using Inversion Phase. *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan* 4(1) :9–14. <https://doi.org/10.21776/ub.rbaet.2020.004.01.02>
- Kamaluddin, M.A., Maryono, Hasri, Gnisa, M.U. and Rizal, H.P. (2022). Pengaruh Penambahan Plasticizer Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Selulosa Limbah Kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry* 7(02) : 197. <https://doi.org/10.23960/aec.v7i02.2022.p197-208>
- Lailyningtyas, D.I., Iutfi, M. and Ahmad, A.M. (2020). Uji Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Umbi Ganyong (*Canna edulis*) dengan Variasi Selulosa Asetat dan Sorbitol. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 8(1) : 91–100. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.01.09>
- Lismeri, L., Zari, P.M., Novarani, T. and Darni, Y. (2016). Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Batang Ubi Kayu. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*. 11(2) : 82–91. <https://doi.org/10.23955/rkl.v11i2.5407>
- Ngadi, N. and Lani, N.S. (2014). Jurnal Teknologi Full paper Extraction and Characterization of Cellulose from Empty Fruit Bunch (EFB). *Jurnal Teknologi* 68(5) : 35–39.
- Permadani, R.L. and Silvia (2022). Sintesis Bioplastik dari Selulosa Asetat Tandan Kosong Kelapa Sawit: Sebuah Kajian. *Jurnal Integrasi Proses* 11(2) : 47–58.
- Putra, D.M.D.P., Harsojuwono, B.A. and Hartiati, A. (2019). Studi Suhu Dan pH Gelatinisasi Pada Pembuatan Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri* 7(3) : 441–449. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i03.p11>
- Silitonga, N., Tarigan, N. and Saragih, G. (2019). Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Karakteristik α -Selulosa dari Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Ready Star* 2(1) : 103–108.
- Hamzah, F.H., Sitompul, F.F., Ayu, D.F. and Pramana, A. (2021). Effect of the Glycerol Addition on the Physical Characteristics of Biodegradable Plastic Made from Oil Palm Empty Fruit Bunch. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri* 10(3) : 239–248. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2021.010.03.5>

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2025 Muhammad Ibrani Aldin, Sergio Privaldio, and Febriani Dian Purnama Sari. This in an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.