

Pemanfaatan Selulosa Ampas Tebu Sebagai Bahan Baku Dalam Pembuatan Bioplastik Berbasis Pati Umbi Talas

Mawarni^{1*}, Abdul Halim Daulay² & Miftahul Husnah³

^{1,2,3}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

*Email: mawarn496@gmail.com

ABSTRACT

Synthetic plastics are made from materials that come from petroleum. These materials do not break down easily and are not affected by chemicals or microbes. Because of this, they last a long time and are hard to get rid of in the environment. Most of these plastics are used only once, which causes a lot of waste over time. It can take up to 1,000 years for these plastics to break down on their own. This study looked at using cellulose from sugarcane bagasse as a material added to bioplastics made from taro starch. Glycerol was used to make the plastic more flexible. Different amounts of cellulose (0 g, 0.5 g, 1 g, and 1.5 g) were mixed with 5 g of taro starch and 2 ml of glycerol. The mixture was then dried. The bioplastics were tested for water absorption, how well they break down, how strong they are, how much they stretch, and their chemical structure using FTIR analysis. The results showed that adding cellulose changed the bioplastics' properties. More water was absorbed, they became stronger and more stretchy, but they broke down less. The best results came when 1.5 g of cellulose was added. This gave a tensile strength of 1.54 MPa, which meets the ASTM E8M standard, and an elongation of 66.7%, which meets the ASTM D882-12 standard. Overall, mixing taro starch with sugarcane bagasse cellulose made better bioplastics, especially in terms of strength and stretch, although the rate at which they break down was lower.

Keywords: Cellulose, Starch, Sugarcane Bagasse, and Glycerol.

PENDAHULUAN

Plastik sintetis biasanya berasal dari minyak bumi dan memiliki sifat sulit terurai. Hal ini menyebabkan banyak masalah di lingkungan [1], [4], [7]. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, setiap tahunnya Indonesia menghasilkan lebih dari 60 juta ton sampah plastik [5], [6]. Sebagian besar dari sampah tersebut tidak bisa terurai dan hanya digunakan sekali. Kondisi ini membuat kita perlu mencari alternatif bahan kemasan yang ramah lingkungan dan bisa terurai secara alami. Salah satu solusi yang dikembangkan adalah bioplastik, yaitu jenis plastik yang bisa diuraikan oleh mikroorganisme di tanah. Bioplastik ini dibuat dari bahan alami seperti pati, selulosa, atau protein [3]. Ampas tebu adalah limbah dari industri gula yang memiliki kandungan sekitar 40% - 50% selulosa [2],[8]. Selulosa ini memiliki kekuatan mekanik yang baik, tapi terlalu kaku. Oleh karena itu, selulosa perlu dicampur dengan plasticizer seperti gliserol agar lebih fleksibel. Di sisi lain, umbi talas adalah sumber pati alami yang memiliki kadar amilosa dan amilopektin tinggi [10-12]. Pati dari umbi talas ini bisa digunakan sebagai bahan utama bioplastik [13]. Jika dicampur dengan selulosa dari ampas tebu, kombinasi keduanya diharapkan bisa menghasilkan bioplastik dengan sifat fisik dan mekanik yang baik, serta lebih ramah lingkungan [14-16]. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana karakteristik bioplastik yang terbuat dari pati umbi talas dan selulosa ampas tebu, (2) bagaimana pengaruh variasi komposisi pencampuran kedua bahan terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik, dan (3) bagaimana menentukan komposisi terbaik yang memenuhi standar ASTM dan SNI. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bioplastik yang dihasilkan, menganalisis pengaruh variasi komposisi bahan, serta menemukan komposisi terbaik yang memiliki kualitas sesuai standar uji. Manfaat penelitian ini adalah mengurangi penggunaan plastik biasa, memanfaatkan limbah ampas tebu menjadi produk bernilai, serta mendukung pengembangan material ramah lingkungan di Indonesia.

METODE PENELITIAN

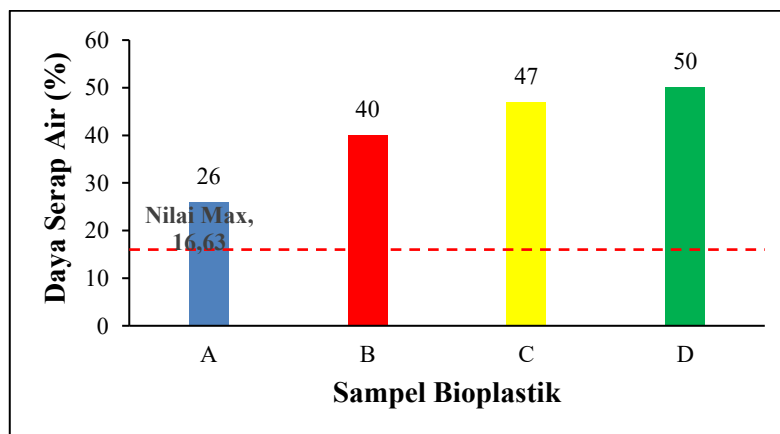
Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk membuat bioplastik dari pati umbi talas dengan penambahan selulosa dari ampas tebu sebagai bahan penguat dan gliserol sebagai plasticizer. Bahan utama yang digunakan adalah pati umbi talas, selulosa ampas tebu, dan gliserol. Bahan kimia pendukung yang digunakan meliputi NaOH 2%, HCl 0,1 M, H₂O₂ 30%, dan air. Alat yang digunakan antara lain oven, magnetic stirrer, blender, gelas beaker, ayakan 100 mesh, serta alat uji mekanik dan spectrometer FTIR. Proses penelitian dimulai dengan persiapan pati umbi talas, yaitu dengan mengupas, mencuci, menghaluskan, menyaring, dan mengendapkan talas selama 12 jam hingga terbentuk endapan pati. Endapan tersebut dikeringkan pada suhu 60°C dan diayak hingga diperoleh serbuk pati halus berukuran 100 mesh. Selanjutnya, persiapan selulosa ampas tebu dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu delignifikasi dengan NaOH 2%, hidrolisis dengan HCl 0,1 M, dan pemutihan dengan H₂O₂ 30%. Hasilnya dikeringkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk selulosa berukuran sama. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan mencampurkan 5 gram pati umbi talas, variasi selulosa (0 g, 0,5 g, 1 g, dan 1,5 g), serta 2 ml gliserol. Campuran diaduk menggunakan magnetic stirrer pada suhu 80°C selama 1 jam dengan kecepatan 500 rpm hingga homogen, kemudian dituangkan ke cetakan berukuran 20 × 20 cm² dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam hingga terbentuk lembaran bioplastic. Sampel bioplastik yang dihasilkan kemudian diuji karakteristiknya melalui beberapa pengujian, yaitu uji daya serap air (ASTM D570-98), uji biodegradasi (SNI 7188.7:2016), uji kuat tarik (ASTM E8M), uji regangan (ASTM D882-12), dan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi kimia yang terbentuk. Hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa terhadap sifat mekanik, fisis, dan struktur kimia bioplastik, serta menentukan komposisi terbaik yang menghasilkan bioplastik berkualitas baik dan sesuai standar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini membuat bioplastik dari pati umbi talas dengan menambahkan selulosa dari ampas tebu dalam beberapa variasi, yaitu 0 gram, 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram. Setiap sampel kemudian diuji untuk mengetahui sifat fisik dan mekaniknya, seperti daya serap air, tingkat biodegradasi, kekuatan tarik, elongation, serta analisis gugus fungsi menggunakan FTIR. Hasil uji menunjukkan bahwa penambahan selulosa memberi pengaruh signifikan terhadap sifat bioplastik yang dihasilkan.

1. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Uji daya serap air ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik sampel bisa menyerap air saat terkena air. Hasil dari uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. yang menunjukkan grafik hasil uji daya serap air.

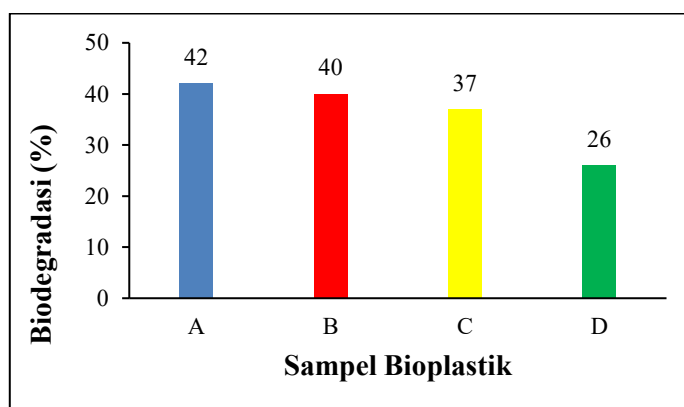


Gambar1. Diagram Hasil Pengujian Daya Serap Air

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada grafik, nilai daya serap air meningkat seiring penambahan selulosa ampas tebu. Sampel tanpa selulosa (0 g) memiliki daya serap air sebesar 26%, sedangkan pada penambahan 0,5 g, 1 g, dan 1,5 g berturut-turut meningkat menjadi 34%, 42%, dan 50%. Kenaikan ini menunjukkan bahwa selulosa bersifat hidrofilik karena mengandung gugus hidroksil ($-OH$) yang mudah mengikat molekul air. Dengan demikian, semakin banyak selulosa yang ditambahkan, semakin tinggi kemampuan bioplastik dalam menyerap air. Namun, peningkatan ini masih berada pada batas wajar dan menunjukkan bahwa bioplastik tetap memiliki stabilitas fisik yang baik serta dapat terurai secara alami.

2. Hasil Pengujian Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk memahami sejauh mana bioplastik dapat hancur di dalam tanah. Dalam uji ini, berat sampel diukur setelah sampel ditanam di tanah. Hasil dari uji biodegradasi terlihat pada Gambar 2. yang menunjukkan grafik hasil uji biodegradasi.

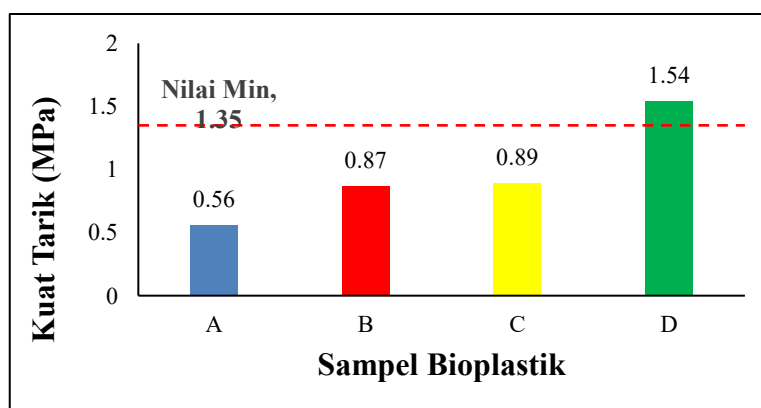


Gambar 2. Diagram Hasil Pengujian Biodegradasi

Hasil pengujian pada grafik menunjukkan bahwa persentase biodegradasi menurun seiring dengan penambahan selulosa ampas tebu. Sampel tanpa selulosa (0 g) memiliki tingkat degradasi tertinggi sebesar 42%, sedangkan pada penambahan 0,5 g, 1 g, dan 1,5 g selulosa menurun menjadi 36%, 30%, dan 26%. Penurunan ini terjadi karena selulosa memiliki struktur yang padat dan sulit diuraikan oleh mikroorganisme, berbeda dengan pati yang lebih mudah terdegradasi. Meskipun demikian, seluruh sampel tetap menunjukkan kemampuan terurai secara alami, sehingga bioplastik yang dihasilkan masih termasuk dalam kategori ramah lingkungan.

3. Hasil Pengujian Kuat Tarik

Hasil dari pengujian ini menunjukkan seberapa besar kekuatan material bioplastik dapat menahan beban sebelum mengalami kerusakan. Nilai pengujian kuat tarik bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3. diagram hasil pengujian kuat tarik

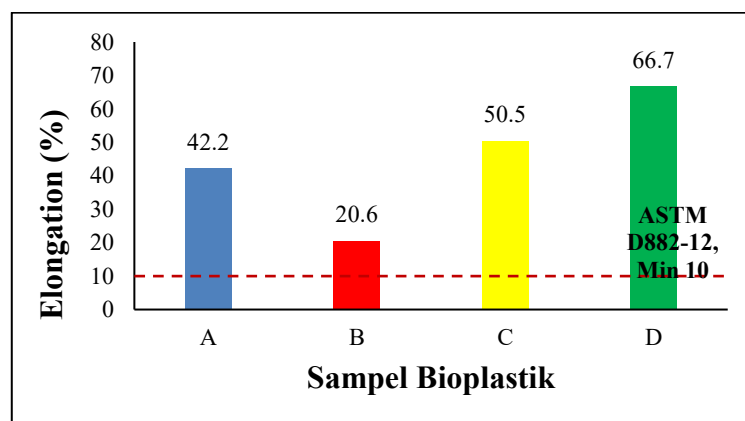


Gambar 3. Diagram Hasil Pengujian Kuat Tarik

Berdasarkan grafik hasil pengujian, nilai kuat tarik bioplastik meningkat seiring bertambahnya jumlah selulosa dari ampas tebu. Sampel A memiliki nilai terendah sebesar 0,56 MPa, sedangkan sampel D memiliki nilai tertinggi 1,54 MPa, yang telah memenuhi standar ASTM E8M ($\geq 1,35$ MPa). Kenaikan ini menunjukkan bahwa penambahan selulosa memperkuat struktur bioplastik karena adanya ikatan hidrogen antara gugus hidroksil pada pati dan selulosa yang membuat material lebih padat dan kuat terhadap tarikan.

4. Hasil Pengujian Elastisitas (*Elongation*)

Dimana, nilai *elongation* ditentukan dari sifat fisik bioplastik dan menunjukkan kemampuan maksimum bioplastik yang diregangkan dalam memberikan gaya tarik hingga putus. Nilai pengujian *elongation* bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4. diagram hasil pengujian *elongation*.

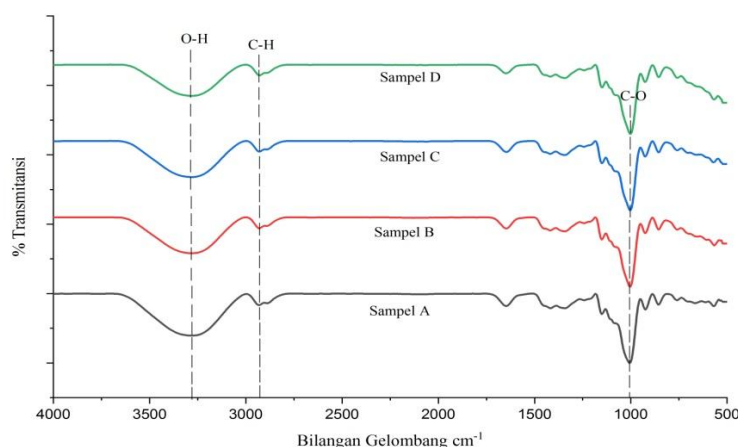


Gambar 4. Diagram Hasil Pengujian *Elongation*

Grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *elongation* bioplastik meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah selulosa ampas tebu. Sampel tanpa selulosa memiliki nilai *elongation* terendah sebesar 20,6%, sedangkan penambahan selulosa 1,5 g menghasilkan nilai tertinggi 66,7%. Peningkatan ini menunjukkan bahwa selulosa membantu meningkatkan kelenturan bioplastik karena terbentuknya ikatan antar molekul pati dan selulosa yang lebih stabil. Dengan demikian, bioplastik menjadi lebih elastis dan tidak mudah sobek.

5. Hasil Analisis FTIR

Uji spektroskopi FTIR dilakukan untuk melihat interaksi antar komponen bioplastik. Ada empat sampel diuji menggunakan FTIR. Dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik FTIR

Grafik hasil uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi utama seperti O–H, C–H, dan C–O pada semua sampel bioplastik. Gugus-gugus ini menandakan bahwa terjadi ikatan antara pati umbi talas, selulosa ampas tebu, dan gliserol dalam proses pembentukan bioplastik. Puncak serapan pada daerah gugus tersebut mengindikasikan terbentuknya ikatan hidrogen yang membuat struktur bioplastik menjadi lebih kuat dan stabil. Dengan demikian, uji FTIR membuktikan bahwa seluruh komponen berhasil berikatan secara kimia dalam matriks bioplastik.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang pemanfaatan selulosa ampas tebu sebagai bahan baku dalam pembuatan bioplastik berbasis pati umbi talas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Karakteristik bioplastik berbasis pati umbi talas dengan penambahan selulosa ampas tebu menunjukkan sifat fisis dan mekanis yang berbeda pada setiap variasi. Maka didapatkan nilai daya serap air yang bernilai 26% - 50%, biodegradasi bernilai 42% - 26%, kekuatan tarik bernilai 0,56 MPa - 1,54 MPa, elongation bernilai 20,6% - 66,7%, O-H bernilai 3268 cm^{-1} - 3288 cm^{-1} , C-H bernilai 2870 cm^{-1} - 2889 cm^{-1} , dan C-O bernilai 1073 cm^{-1} - 1074 cm^{-1} .

Pengaruh perubahan campuran antara pati umbi talas dan selulosa dari ampas tebu menunjukkan bahwa menambahkan selulosa mampu meningkatkan kemampuan menyerap air, kekuatan tarik, dan elongasi. Namun, penambahan selulosa juga memengaruhi penurunan sifat bisa terurai secara biologis. Hasil uji menunjukkan daya serap air berkisar 26% hingga 50%, kekuatan tarik berkisar 0,56 MPa hingga 1,54 MPa, dan elongasi berkisar 20,6% hingga 66,7%. Sementara itu, nilai biodegradasi menurun dari 42% hingga 26%.

Komposisi terbaik dalam penggunaan selulosa ampas tebu dan pati umbi talas terdapat pada sampel D, dengan perbandingan selulosa ampas tebu : pati umbi talas sebesar 1,5 gram : 5 gram. Penambahan gliserol membantu membuat bahan lebih elastis, sehingga bioplastik bisa meregang tanpa mudah patah. Kombinasi antara kekuatan dari selulosa dan kelenturan dari gliserol inilah yang membuat bioplastik pada sampel D paling stabil dan tidak mudah robek. Hal ini terbukti dari dua parameter uji, yaitu nilai kuat tarik sebesar 1,54 MPa yang mencapai standar ASTM E8M dan nilai elongation sebesar 66,7% yang mencapai standar ASTM D88-12. Selain itu, terdapat ikatan oksigen – hidrogen (O-H) sebesar 3700 cm^{-1} , ikatan karbon – hidrogen (C-H) sebesar 3000 cm^{-1} , serta ikatan karbon – oksigen (C-O) sebesar 1075 cm^{-1} .

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka saran yang peneliti berikan, yaitu: Peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan variasi pati yang berbeda dari penelitian sebelumnya, sehingga menghasilkan sifat fisis yang lebih baik dan peneliti selanjutnya disarankan untuk menambahkan gliserol dengan variasi yang berbeda pada setiap sampel, dan tambahan bahan lain seperti kitosan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amrillah, N. A. Z., Hanum, F. F., & Rahayu, A. (2022). Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa Dari Agricultural Waste. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1(1).
- [2] Anisya, M., Andriana, Y. F., & Islamsyah, H. (2020). Eksplorasi Limbah Ampas Tebu (Bagasse) Untuk Material Produk Ecofashion. *Ikra-Ith Humaniora: Jurnal Sosial Dan Humaniora*, 4(3), 1–9.
- [3] Arianti, Y. S., & Saputro, W. A. (2020). Tingkat Pendapatan Dan Kelayakan Usahatani Tebu Di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal Science Innovation And Technology (SINTECH)*, 1(1), 7–12.
- [4] Aryanti, N., Kusumastuti, Y. A., & Rahmawati, W. (2017). Pati Talas (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri. *Majalah Ilmiah Momentum*, 13(1).
- [5] ASTM D570-98. (1999). *Standard Test Method For Water Absorption Of Plastics*.
- [6] ASTM D882-12. (2012). *Standard Test Method For Tensile Properties Of Thin Plastic Sheetting*.

- [7] Astuti, A. D., Wahyudi, J., Ernawati, A., & Aini, S. Q. (2020). Kajian Pendirian Usaha Biji Plastik Di Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 16(2), 95–112.
- [8] Fadilla, A., Amalia, V., & Wahyuni, I. R. (2023). Pengaruh Selulosa Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*) Sebagai Zat Pengisi Plastik Biodegradable Berbasis Pati Kulit Singkong (*Manihot Esculenta*). *Gunung Djati Conference Series*, 34, 69–80.
- [9] Hilwatullisan, H., & Hamid, I. (2019). Pengaruh Kitosan Dan Plasticizer Gliserol Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Talas. *Indonesian Journal Of Industrial Research*, 2(2), 221–227.
- [10] Huwaidi, A. F., & Supriyo, E. (2022). Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Jagung Terplastisasi Sorbitol Dengan Pengisi Selulosa Dari Ampas Tebu. *Equilibrium Journal Of Chemical Engineering*, 6(1), 45–49.
- [11] Kalsum, U., Juniar, H., & Khirnanda, I. (2020). Pengaruh Sorbitol Dan Carboxymethyl Pada Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu. *Jurnal Distilasi*, 5(1), 21–26.
- [12] Kalsum, U., Robiah, R., & Yokasari, Y. (2020). Pembuatan Bioplastik Dari Ampas Tahu Dan Ampas Tebu Dengan Pengaruh Penambahan Gliserol Dan Tepung Maizena. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 34–37.
- [13] Kustiyah, E., Novitasari, D., Wardani, L. A., Hasaya, H., & Widianoro, M. (2023). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2), 300–306.
- [14] Lu, Q., Wu, J., Zhang, J., & Zhang, Y. (2017). Structural Characterization Of Lignin And Its Degradation Products With Spectroscopic Methods. *Journal Of Spectroscopy*, 2017, 1–15.
- [15] Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A. F. (2022). Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 53–67.
- [16] Muriyani, A., Wardenaar, E., & Indrayani, Y. (2023). Karakteristik Briket Arang Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum* L) Dan Serbuk Kayu Kaliandra (*Calliandra Calothyrsus*) Dengan Perekat Tepung Tapioka. *Jurnal Hutan Lestari*, 11(2), 469–482.
- Nafisah, S. (2022). *Pemanfaatan Selulosa Sekam Padi Dan Pati Biji Alpukat Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer*. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.