

Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri –Gliserol dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)

Oltry Noveliza Yudelta, Ananda Putra*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia

*anandap@fmipa.unp.ac.id

Abstract - *Biodegradable* plastic is environmentally friendly plastic because it is easily degraded by microorganisms. This research aims to see how much influence the addition of virgin coconut oil additives has on the quality of bacterial cellulose-Glycerol based *biodegradable* plastic from coconut water (*Cocos nucifera*) which includes physical properties test (moisture content and swelling test), mechanical properties test (tensile strength, elongation and elasticity) and biodegradation test. This research uses 3.5% Glycerol as a plasticizer with varying volumes of virgin coconut oil, namely 2 mL, 4 mL, 6 mL and 8 mL. The results of the physical properties test obtained are that the % moisture content and swelling test decreases as the volume of virgin coconut oil increases. The maximum results from mechanical properties testing obtained a tensile strength value of 118.97 MPa with variations in the addition of 6 mL virgin coconut oil, where the tensile strength value already complies with the SNI standard for synthetic plastics, namely in the range 24.7-302 MPa, the elastic value obtained is 3571.15 MPa, and the elongation value is 5.28%. For the biodegradation test, the plastic that was added with virgin coconut oil experienced a decrease but on the 15th day this plastic has fully degraded.

Keywords - *Bacterial Cellulose, Biodegradable Plastic, Coconut Water, Glycerol, Virgin Coconut Oil.*

I. PENGANTAR

Industri plastik konvensional telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, dan telah memberikan manfaat dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Namun, dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia semakin menjadi perhatian serius di seluruh dunia. Plastik konvensional, sulit terurai secara alami, berkontribusi pada masalah serius polusi plastik yang telah mencapai tingkat krisis global [1].

Plastik *biodegradable* menawarkan solusi yang menjanjikan dalam mengatasi masalah polusi plastik. Plastik *biodegradable* dapat terurai secara alami melalui proses biodegradasi, menjadi senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan seperti air, karbon dioksida, dan biomassa. Namun, untuk membuat plastik *biodegradable* yang berkualitas tinggi, perlu inovasi dalam bahan baku dan formulasi produksi [2]. Selulosa bakteri yang dibuat menggunakan media air kelapa memiliki potensi besar sebagai bahan baku untuk plastik *biodegradable*. Air kelapa, merupakan bahan baku lokal yang melimpah dan berkelanjutan. Namun, plastik *biodegradable* yang dibuat dari

selulosa bakteri ini sering menghadapi kendala dalam hal kekuatan mekanis dan sifat biodegradabilitas [3].

Salah satu pendekatan yang menarik dalam meningkatkan kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri adalah dengan penambahan *plasticizer* dan zat aditif yang memperbaiki sifat-sifat plastik. Gliserol sering digunakan sebagai *plasticizer* karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan kelembutan, fleksibilitas, dan daya tarik dari bahan plastik. *Plasticizer* adalah senyawa yang ditambahkan ke dalam bahan plastik untuk mengurangi kekakuan dan meningkatkan elastisitasnya. Dalam aplikasi plastik *biodegradable*, gliserol sering digunakan sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan *plasticizer* sintesis yang umumnya digunakan pada plastik konvensional. Selain itu, gliserol relatif mudah didapat dari sumber alami seperti minyak nabati dan lemak hewan, sehingga dapat menjadi bahan yang lebih terjangkau secara ekonomi dibandingkan dengan *plasticizer* sintesis [4].

Ikatan hidrogen ini dapat meningkatkan keterikatan antara molekul polimer pada bahan plastik *biodegradable* dan gliserol sehingga meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan tarik dari

bahan plastik biodegradable. Selain itu, gliserol juga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi yang dapat memperbaiki struktur polimer pada bahan plastik *biodegradable* [5].

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan zat aditif yang menarik untuk diteliti. Penggunaan VCO sebagai zat aditif dapat diharapkan meningkatkan sifat mekanis dan biodegradabilitas plastik *biodegradable* tersebut [6]. Penggunaan zat aditif *virgin coconut oil* (VCO) dinilai aman karena diketahui VCO sudah sering dipakai pada bidang pangan, obat-obatan dan bidang lainnya [7].

Penggunaan VCO dalam plastik biodegradable memerlukan penelitian yang cermat untuk mengoptimalkan konsentrasi yang efektif dan memahami pengaruhnya secara menyeluruh terhadap sifat-sifat plastik tersebut [8]. Oleh karena itu, penelitian eksperimental yang mendalam sangat penting untuk memahami secara lebih detail peran VCO sebagai zat aditif dalam plastik biodegradable [9].

Berdasarkan uraian di atas pembuatan plastik *biodegradable* setelah ditambahkan VCO sebagai zat aditif diharapkan dapat meningkatkan kualitas plastik *biodegradable* dan melanjutkan penelitian terdahulu, untuk itu penulis ingin melakukan penelitian tentang "Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Gliserol Dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)". Oleh karena itu plastik yang akan dibuat harus memenuhi SNI yang mana kuat tarik untuk plastik konvensional berdasarkan SNI adalah 24,7-302 Mpa [10].

Plastik *biodegradable* merupakan keluarga dari produk polimer dengan struktur molekul yang rentan terhadap dekomposisi biologis. Selain struktur kimia plastik, tingkat degradasi plastik *biodegradable* juga dikendalikan oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan dan kandungan hara, semuanya berpengaruh terhadap aktivitas mikroba [11].

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Peralatan yang digunakan dikelompokkan jadi dua yaitu untuk preparasi sampel dan karakterisasi. Alat untuk preparasi sampel adalah gelas laboratorium, wadah plastik ukuran 24x17x4 cm, panci pemasak, kompor, kain lap, koran, tisu gulung, saringan, karet, pengaduk, pisau, gunting, kertas pH, neraca analitik, dan oven. Peralatan untuk karakterisasi adalah alat Uji Tarik (*Universal Tensile Strength*), alat FTIR, dan XRD.

B. Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan meliputi air kelapa tua dari limbah penjual santan di Jalan Patenggangan Air Tawar, inokulum *A. Xylinum* (Nata de coco lima bersaudara Siteba), Sukrosa, Asam Asetat, Pupuk Urea, Air, Gliserol 3,5%, NaOH 2% (Novalindo), dan VCO (THIBAH)

C. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Selulosa Bakteri-Gliserol (SBG-VCO)

Pembuatan medium air kelapa tua dilakukan dengan mempersiapkan air kelapa tua sebanyak 600 mL, 60 gram gula, dan 6 gram urea air kelapa awalnya dicek pH terlebih

dahulu kemudian di panaskan hingga tepat mendidih, lalu tambahkan Gliserol 3,5% sebanyak 10 mL dan VCO yang divariasikan kedalam panci, terakhir tambahkan asam asetat hingga pH nya berubah menjadi 4,5. Setelah homogen medium dipindahkan pada wadah plastik yang selanjutnya ditutup menggunakan kertas koran yang sudah disterilisasi. Kemudian medium dibiarkan sampai suhu kamar. Setelah mencapai suhu kamar medium fermentasi diinokulasikan dengan starter *A. Xylinum* dengan perbandingan 10:1 (%v/v). Pada saat inokulasi, wadah tidak boleh digoyang dan tunggu hingga 14 hari sampai terbentuk selulosa bakteri sekurang-kurangnya 0,5 cm.

2. Pencucian dan pemurnian selulosa bakteri (SBG-VCO)

Selulosa bakteri yang telah terbentuk dicuci dengan air mengalir dalam waktu +/- 24 jam, selanjutnya direndam dengan NaOH 2% (%w/v) dalam waktu +/- 24 jam. Setelah itu dicuci lagi dengan air mengalir sampai bersih. Proses pencucian dan pemurnian dilakukan untuk membunuh dan menghilangkan bakteri dan zat-zat non selulosa yang tidak dibutuhkan.

3. Pembuatan lembaran plastik SBG-VCO

Selulosa bakteri gliserol VCO yang sudah dimurnikan kemudian dipotong sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan lalu di oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. Lembaran SBG-VCO plastik siap untuk dikarakterisasi.

4. Pengujian Sifat Fisik Plastik *biodegradable*

a. Uji kandungan air

Pengujian dilakukan dengan memotong selulosa dengan ukuran 5 cm x 5 cm kemudian ditimbang berat basahnya lalu dioven dengan suhu >100°C kemudian ditimbang kembali hingga beratnya konstan.

Persen air yang terkandung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{Kandungan Air} = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat basah}} \times 100\%$$

b. Uji derajat pengembangan

Pengujian dilakukan dengan memotong selulosa dengan ukuran 5 cm x 5 cm kemudian ditimbang berat basahnya lalu direndam dalam 50 mL aquades kemudian ditimbang kembali hingga beratnya konstan.

Persen derajat pengembangan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{Pengembangan} = \frac{\text{Berat konstan} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

5. Pengujian Sifat Mekanik Plastik *biodegradable*

a. Uji kuat tarik

Tensile strength dihitung dengan memakai alat *Tensile Strength Industries model SSB 0500*. Analisis kuat tarik plastik dilakukan melalui data yang diperoleh dari alat tensometer.

Besarnya kuat tarik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma t = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

Dimana:

F maks = Gaya yang diberikan alat (N)

Ao = Luas penampang (mm²)

σt = Kuat tarik (MPa)

b. Uji kuat putus (*elongasi*)

Pengukuran kuat putus menggunakan cara yang sama dengan pengujian *Tensile strength*. *Elongasi* dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan memakai persamaan berikut:

$$\% \text{ Elongasi} = \frac{\text{regangan saat putus (mm)}}{\text{panjang awal (mm)}} \times 100\%$$

c. Uji Elastisitas (*Modulus Young*)

Elastisitas plastik *biodegradable* dilihat dari uji kuat tarik dan pemanjangan sampel. Elastisitas dapat dihitung dengan cara:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Dimana:

E = *Modulus Young* (MPa)

σ = Kuat Tarik

ε = Persen Pemanjangan

d. Uji biodegradasi

Analisis biodegradasi terhadap lembaran plastik SB dilakukan dengan menguburkan lembaran plastik di dalam tanah dengan ukuran 5 x 5 cm pada kedalaman tanah 15 cm. Proses pengukuran dilakukan selama 15 hari. Sebelum dikubur, plastik ditimbang massanya, kemudian dikubur di dalam tanah selama 15 hari dengan interval penimbangan setiap 3 hari. Plastik yang terurai dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ biodegradasi} = \frac{m - m_o}{m} \times 100\%$$

Dimana:

m = Massa sampel sebelum dikubur

m_o = Massa sampel setelah dikubur

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

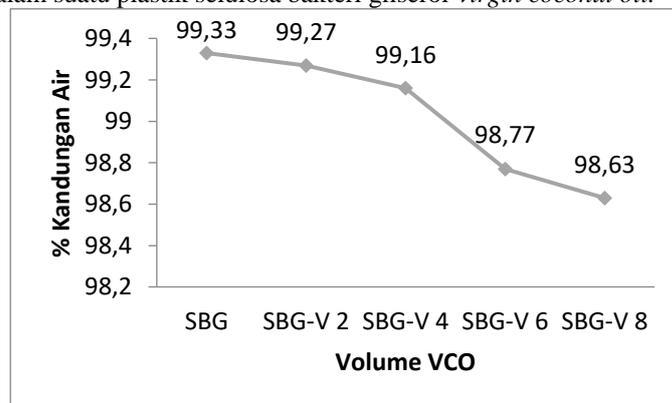
Dari pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri gliserol VCO didapatkan hasil plastik yang berwarna putih, padat, tebal dan lebih kenyal serta licin jika dibandingkan dengan plastik *biodegradable* tanpa VCO dan gliserol. Untuk hasil plastik yang terbentuk dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Plastik SBG-VCO

A. Uji kandungan Air

Uji kandungan air merupakan salah satu parameter uji sifat fisik guna mengetahui seberapa banyak air yang terkandung dalam suatu plastik selulosa bakteri gliserol-*virgin coconut oil*.

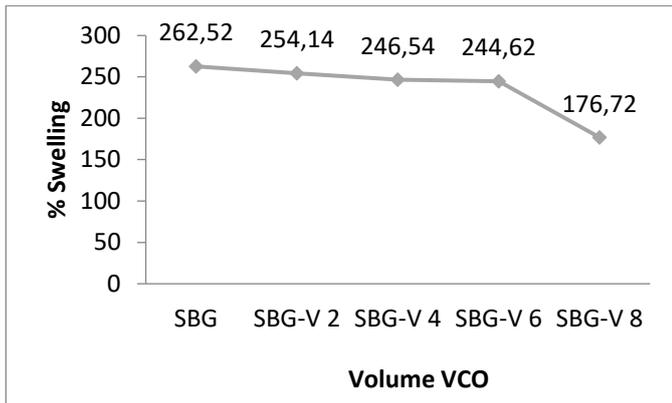


Gambar 2. Grafik Uji Kandungan Air SBG-VCO

Pada gambar 2 dapat dilihat adanya penurunan kandungan air dari 99,33% hingga 98,63%. Berdasarkan hasil yang didapatkan bahwa semakin banyak VCO yang ditambahkan maka semakin sedikit kandungan air di dalam selulosa bakteri, hal ini disebabkan karena VCO banyak mengandung asam laurat dan membentuk ikatan hidrogen antar molekul penyusun selulosa bakteri, hal itu mengakibatkan berkurangnya kandungan air bebas dalam selulosa bakteri yang dihasilkan

B. Uji Penggembungan (*Swelling*)

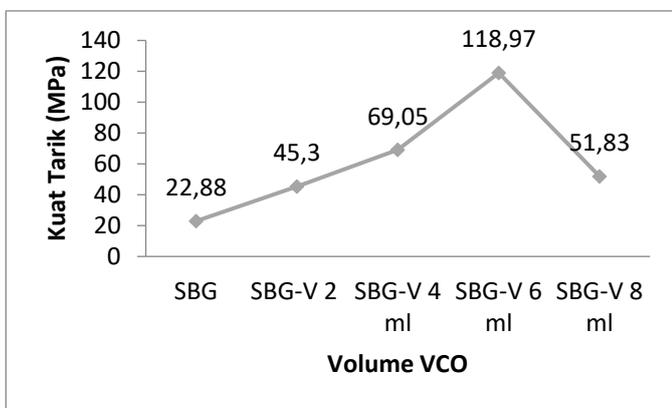
Uji *swelling* digunakan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan dari plastik untuk menyerap air, diperoleh dengan cara merendam plastik di dalam air sebanyak 20 mL selama 24 jam hingga berat konstan (selama 4 hari) dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Grafik Uji Derajat Pengeembungan SBG-VCO

Dilihat dari gambar 3, derajat pengembangan tertinggi didapat pada variasi 0 mL kemudian mengalami penurunan hingga pada 8 mL. Peningkatan penambahan *virgin coconut oil* dapat menurunkan derajat pengembangan plastik *biodegradable*, karena *virgin coconut oil* banyak mengandung asam lemak yang bersifat hidrofobik dan anti mikroba yang dapat menurunkan permeabilitas uap air, meningkatkan sifat *barrier* pada plastik yang dihasilkan [12]. Semakin tebal dan rapat matriks *film* yang terbentuk dapat mengurangi laju transmisi uap air karena sulit ditembus uap air [13].

C. Uji kuat tarik (Tensile Strength)

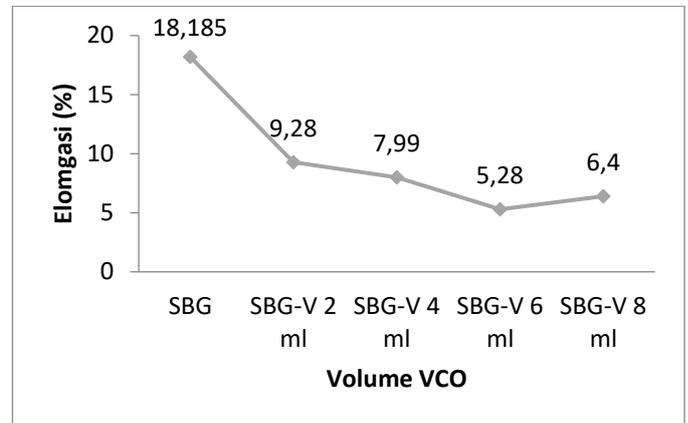


Gambar 4. Grafik Uji Kuat Tarik SBG-VCO

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik tertinggi pada penambahan volume VCO 6 mL sebesar 118.97 MPa. Peningkatan kuat tarik disebabkan penambahan VCO menghasilkan matriks *film* semakin kuat, sehingga kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah *film* semakin besar [14]. Hal ini disebabkan oleh kemampuan VCO untuk memperkuat interaksi antara partikel selulosa bakteri, yang pada gilirannya meningkatkan kekuatan keseluruhan dari matriks plastik [15]. Namun pada plastik SBG-V 8 mL didapat nilai kuat tarik yang menurun, disebabkan karena bakteri *A. Xylinum* bersifat aerob membutuhkan oksigen pada saat proses fermentasi [16], ini menyebabkan kualitas dari selulosa bakteri yang dihasilkan menjadi berkurang, sehingga jika ditambahkan lagi

menggunakan *virgin coconut oil* di atas 6 mL nilai kuat tariknya turun. Berdasarkan pengujian kuat tarik, maka didapatkan plastik dengan kualitas yang terbaik pada plastik SBG-V 6 mL dan digunakan pada uji biodegradasi, uji gugus fungsi (FTIR) dan kristanilitas (XRD).

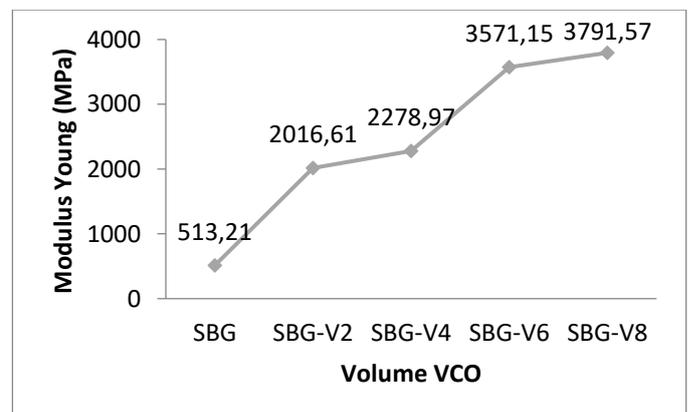
D. Persen pemanjangan plastik biodegradable



Gambar 5. Grafik Uji Elongasi SBG-VCO

Dapat dilihat dari gambar 5 menunjukkan nilai *elongasi* menurun sebanding dengan penambahan volume *virgin coconut oil*. Nilai *elongasi* berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik, dimana semakin tinggi volume *virgin coconut oil* yang ditambahkan maka molekul *virgin coconut oil* akan membentuk matriks *film* yang semakin kuat sehingga semakin sulit untuk putus yang mengakibatkan nilai perpanjangan atau *elongasi* menurun [17].

E. Elastisitas

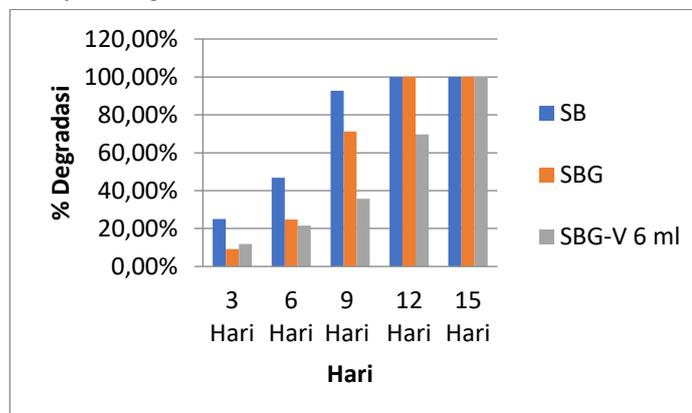


Gambar 6. Grafik Uji Elastisitas SBG-VCO

Berdasarkan gambar 6, dapat dilihat bahwa nilai elastisitas semakin tinggi seiring dengan bertambahnya volume VCO yang ditambahkan. Selain itu, penambahan VCO dalam jumlah yang lebih besar juga dikaitkan dengan peningkatan elastisitas material plastik *biodegradable*. Sifat elastis yang ditingkatkan ini memungkinkan material untuk menahan deformasi dan kembali ke bentuknya semula setelah gaya diberikan. Ini dapat memperluas rentang aplikasi material plastik *biodegradable*,

meningkatkan daya tahan dan ketahanannya terhadap tekanan eksternal yang berbeda [18].

F. Uji biodegradasi



Gambar 7. Uji Biodegradasi SBG-VCO

Berdasarkan gambar 7, plastik *biodegradable* yang terdegradasi ditandai dengan mengalami kerusakan dan pengurangan massa setelah penguburan. Plastik *biodegradable* mudah terdegradasi karena mengandung gugus hidroksil (OH) dan karboksil (CO) yang mudah terdegradasi di alam. dapat dilihat dari grafik diatas semakin banyak *virgin coconut oil* yang ditambahkan semakin lama plastik tersebut terdegradasi [19]. Hal ini disebabkan karena *virgin coconut oil* yang memiliki sifat hidrofobik dan anti mikroba sehingga sukar mengikat air yang menjadikan plastik sulit terdegradasi [20], yang mana kemampuan terurainya suatu plastik berkaitan dengan kemampuan menyerap air. Semakin banyak air suatu material maka semakin mudah terdegradasi. Air ialah media bagi sebagian besar bakteri dan mikroba terutama yang ada di dalam tanah. Sehingga kandungan air mengakibatkan plastik menjadi lebih mudah terdegradasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih pada Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang telah mengizinkan dan memberikan fasilitas Laboratorium Kimia dalam penyelesaian penelitian ini. Terimakasih kepada Ibu Fajriah Azra, S.Pd., M.Si dan Ibu Melindra Mulia, M.Si selaku penguji skripsi.

REFERENSI

- [1] Johnson, C.D. (2019). "Environmental Impact of Conventional Plastics." *Environmental Science and Technology*, 52(14), 7865-7875.
- [2] Wang, Q., et al. (2020). "Biodegradable Plastics: A Solution to Plastic Pollution." *Advanced Materials*, 32(14), 1905640.
- [3] Li, Q., et al. (2019). "Biodegradable materials based on bacterial cellulose and virgin coconut oil and their properties." *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 1033-1041.
- [4] Ratnawati, M., et al. (2020). "Developing Economically Viable Biodegradable Plastics: A Comprehensive Study." *Journal of Environmental Science and Technology*, 15(2), 123-140.
- [5] Rocha, G. J. M., Komesu, A., Silva, I. C., et al. (2019). Glycerol as plasticizer for thermoplastic starch films: Thermal, mechanical, and barrier properties. *Industrial Crops and Products*, 128, 558-565.
- [6] Li, X., et al. (2020). "Improved mechanical and thermal properties of bacterial cellulose by incorporation of virgin coconut oil." *Cellulose*, 27(15), 8579-8593.
- [7] Brown, E., & Johnson, D. (2019). "Virgin Coconut Oil as a Sustainable Additive for Biodegradable Polymers." *Polymer Chemistry*, 28(4), 567-580.
- [8] Davis, O., & Wilson, S. (2020). "Glycerol as a Green Plasticizer for Biodegradable Films." *Green Chemistry*, 29(1), 115-129.
- [9] Smith, J., et al. (2020). "Advances in Biodegradable Plastics." *Journal of Environmental Science*, 45(3), 321-335.
- [10] Rodriguez, C., et al. (2019). "Sustainable Use of Coconut Resources in Biodegradable Polymers." *Sustainability Science*, 25(3), 409-422.
- [11] BARLINA, R. (2020). Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil (Vco) Dan Minyak Kedelai Terhadap Mutu Dan Nilai Gizi Biskuit Bayi. In *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* (Vol. 20, Issue 1, p. 35). <https://doi.org/10.21082/jlitri.v20n1.2014.35-44>
- [12] Pratiwi, I., Pardi, & Yunus, M. (2018). Pemisahan Asam Laurat dari Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Metode Saponifikasi dan Sonikasi. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 235-239.
- [13] Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P. D. (2020). Pembuatan edible film dari pati kulit singkong menggunakan plasticizer sorbitol dengan asam sitrat sebagai crosslinking agent. *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2), 46-56.
- [14] Hidayat, F., Syaubari, S., & Salima, R. (2020). Pemanfaatan pati tapioka dan kitosan dalam pembuatan plastik *biodegradable* dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer. *Jurnal Litbang Industri*, 10(1), 33. <https://doi.org/10.24960/jli.v10i1.5970.33-38>
- [15] Rahman, M., et al. (2023): "Role of Virgin Coconut Oil in Enhancing Physical Properties of Biodegradable Plastics from Bacterial Cellulose." *Journal of Biodegradable Materials*, 67(4), 301-315.
- [16] Kusniawati, E., Dian, K. S., & Indah, P. (2020). Pelatihan Pembuatan Nata De Coco Di Kelurahan Mariana Ilir Kabupaten Banyuasin. *Seminar Nasional AVoER*, 12(November), 18-19.
- [17] Tahir, A., et al. (2022). "Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Selulosa Bakteri." *Journal of Sustainable Materials*, 25(3), 201-215.
- [18] Li, X., et al. (2022): "Investigating the Role of Virgin Coconut Oil in Enhancing Elastic Properties of Biodegradable Plastics." *Journal of Sustainable Materials*, 56(2), 124-138.
- [19] Maulana, M. I., Syahbanu, I., & Harlia. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Material Konduktif Film Komposit Polipirol (PPy)/Selulosa Bakteri. *Jkk*, 6(3), 11-18. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/22258>
- [20-] Safitri, N., Rahmaniah, R., & Iswadi, I. (2021). Studi Kualitas Film Plastik Biodegradable Berbasis Pati Jagung Ketan (Zea Mays Ceratina) Dengan Penambahan Kitosan Dan Virgin Coconut Oil (Vco). *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(1), 65. <https://doi.org/10.24252/jft.v8i1.21211>