

Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Air Kelapa

Norma Wahyunita¹, Ananda Putra^{*2}, Umar Kalmar Nizar³, Fajriah Azra⁴

^{1,2,3,4}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Indonesia

*anandap@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Plastic is a polymer that we use a lot in everyday life, but it has a bad impact on the environment because it is difficult to degrade in nature. Therefore, a study was carried out to make plastic that is more environmentally friendly, namely plastic Biodegradable that utilizes bacterial cellulose from *Acetobacter xylinum* with old coconut water as a medium with the addition of a plasticizer in the form of Polyethylene Glycol (PEG) and the addition of gum arabic additives with variations in the mass of gum arabic, namely 0g, 1g, 3g, 5g and 7g. The bacterial cellulose plastic PEG gum arabic produced was characterized including water content, degree of swelling, tensile strength, elongation, elasticity, ability biodegradation, functional group analysis (FTIR) and crystallinity test (XRD). The results of testing the water content and degree of swelling on PEG gum arabic bacterial cellulose plastic, obtained plastic with the more mass of gum arabic added, the greater the percentage of water content and degree of swelling. The results of mechanical testing showed an increase in the value of tensile strength and elasticity along with the amount of gum arabic added but the elongation value decreased. In the biodegradation test, it was found that the more gum arabic which was added, the biodegradation ability increased. The analysis of the plastic functional groups showed that there were no new groups formed. Crystallinity analysis showed that the addition of gum arabic can reduce the percentage of crystallinity.

Keywords — Gum Arab, PEG, Plastic Biodegradable, Bacterial Cellulose

I. PENDAHULUAN

Minimnya pengetahuan masyarakat dan perilaku buruk dalam pengelolaan limbah plastik dapat mengakibatkan terganggunya kesehatan serta keadaan lingkungan sekitar. Sampah plastik yang berbahaya dan sulit dikelola memerlukan waktu yang cukup lama untuk membuat sampah plastik benar-benar terurai. Salah satu solusi guna mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan cara membuat plastik *biodegradable* [1].

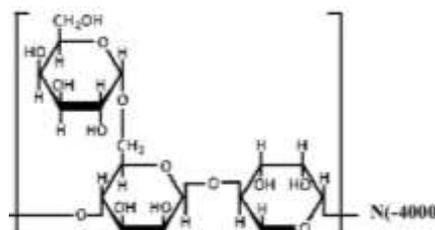
Plastik *biodegradable* adalah plastik dengan bahan dasar polimer alam yang mudah terurai oleh mikroba secara alami menjadi suatu senyawa yang ramah lingkungan [2]. Mikroba memiliki kemampuan dalam membentuk bermacam enzim yang bisa bereaksi dengan polimer alam. Reaksi enzimatik akan polimer adalah suatu proses kimiawi dimana mikroba mendapatkan sumber makanan dari polimer [3]. Plastik *biodegradable* dapat dibuat dengan metoda pemanfaatan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam memproduksi selulosa. Selulosa yang dihasilkan dari bakteri ini di namakan selulosa bakteti (SB) [4].

Plastik *biodegradable* yang terbuat dari air kelapa dengan plastisizer Polietilen Glikol (PEG) masih belum memenuhi standar bioplastik JIS Z1707 oleh karena itu perlu ditambahkan zat aditif Gum Arab yang diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan tingkat degradasi yang baik. Berikut tabel standar bioplastik JIS Z1707.

TABEL 1.
STANDAR BIOPLASTIK JIS Z1707

No	Karakteristik	JIS Z1707
1.	Ketebalan Plastik (mm)	0.25 mm
2.	Kuat Tarik (MPa)	3,922
3.	Persen Elongasi (%)	<10 % sangat buruk >50 % sangat baik
4.	Hidrofobisitas (%)	-
5.	Modulus Elastisitas	0,35 Mpa

Gum arab merupakan polisakarida alami yang berasal dari getah batang pohon *Acacia Senegal* dan pohon *Acacia seyal*, pohon tersebut merupakan sejenis dari pohon legume (polong-polongan) yang merupakan hidrokoloid makanan yang umum digunakan. Gum Arab memiliki struktur sebagai berikut:



Gambar 1. Struktur Molekul Gum Arab [5]

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu untuk preparasi sampel dan karakterisasi. Alat-alat untuk preparasi sampel adalah peralatan gelas, wadah plastik ukuran 24×17×4 cm, panci pemasak, kompor, kain lap, koran, tisu gulung, saringan, karet, pengaduk, pisau, gunting, kertas pH, neraca analitis, setrika, cawan penguap, dan oven. Peralatan untuk karakterisasi adalah alat kuat tarik Tension Testing (Universal Tensile Strength), FTIR, dan XRD. Selanjutnya untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain air kelapa tua, gum arab, inoculum *Acetobacter xylinum*, sukrosa, asam asetat 25%, pupuk urea, aquadest, PEG dan NaOH.

B. Prosedur Kerja

1. Pembuatan Selulosa Bakteri PEG Gum Arab

Sebanyak 600 mL air kelapa tua dipanaskan hingga hampir mendidih kemudian tambahkan 600 g gula, 6 g urea, 10 mL PEG 400 14%, 12 mL asam asetat dan variasi gum arab (0g; 1g; 3g; 5g; dan 7g) lalu panaskan hingga mendidih. Setelah mendidih masukan pada wadah plastik, ditutup dan diaman pada suhu ruang, setelah mencapai suhu ruang diinokulasi dengan *starter A. xylinum*, kemudian fermentasi selama 14 hari hingga mencapai ketebalan minimal 0,5 cm.

2. Pemurnian Selulosa Bakteri PEG Gum Arab

Selulosa bakteri yang telah mencapai ketebalan seharusnya kemudian dimurnikan dengan menggunakan NaOH 2% dengan cara memasukkan selulosa bakteri di dalam larutan NaOH 2% sampai terendam selama 1 x 24 jam.

3. Sintesis Plastik *Biodegradable*

Proses pembuatan plastik *biodegradable* dengan cara *press* lembaran selulosa bakteri menggunakan setrika diantara kain *nonwofen* selama 15 menit guna mengurangi kandungan air pada lembaran plastik dan menghindari plastik agar tidak pecah dan mengerut.

4. Uji Kandungan Air

Pengukuran dilakukan dengan cara menimbang sampel sebagai berat awal, kemudian dioven pada suhu 105°C hingga beratnya konstan.

$$\% \text{Kandungan air} = \frac{\text{berat basah} - \text{berat kering}}{\text{berat basah}} \times 100\%$$

5. Uji Peggembangan (*Swelling*)

Hasil sampel kering pada pengujian kandungan air dilanjutkan pengerjaannya dengan cara merendam plastik ke dalam air sebanyak 20 mL selama 3 hari, kemudian ditimbang hingga beratnya konstan.

$$\% \text{Peggembangan} = \frac{\text{berat konstan} - \text{berat awal}}{\text{berat awal}} \times 100\%$$

6. Uji Kuat Tarik

Uji daya tarik adalah tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh plastik saat ditarik sebelum plastik tersebut putus [6]. Sampel plastik dijepit pada kedua ujungnya menggunakan alat kuat tarik (*tensile strength*), kemudian alat tersebut dioperasikan hingga sampel putus.

$$\text{Kuat tarik (MPa)} = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan:

F : Beban yang diberikan (N)

A₀ : Luas penampang sampel (M²)

7. Uji Kuat Putus (Elongasi)

Pengujian kuat putus atau elongasi dilakukan langkah yang sama seperti pada uji kuat tarik.

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

8. Uji Elastisitas

Pengujian elastisitas plastik *biodegradable* dapat dilihat dari pengujian kuat tarik dan kuat putus plastik. Besarnya nilai kuat tarik berbanding lurus dengan nilai elastisitas.

$$\text{Elastisitas (MPa)} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Keterangan:

ε = Kuat tarik

σ = Persen kuat putus

9. Uji Biodegradasi

Plastik *biodegradable* disiapkan dengan ukuran (5 x 5) cm selanjutnya ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mendapatkan berat awal (W₁). Plastik dikubur di dalam tanah dengan kedalaman 15 cm selama 12 hari. Selanjutnya, sampel diambil dari tanah, dibersihkan hingga tidak ada tanah yang menempel pada plastik dan ditimbang sehingga diperoleh berat plastik yang telah dikubur (W₂). Persen kehilangan massa dari plastik *biodegradable* ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Berat (W)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad [7]$$

10. Uji FTIR

Karakterisasi struktur plastik *biodegradable* menggunakan instrumen FTIR bertujuan untuk menentukan gugus fungsi dan jenis ikatan yang terdapat pada plastik *biodegradable*. Sampel plastik *biodegradable* dikarakterisasi pada bilangan gelombang 4000 - 600 cm⁻¹.

11. Uji XRD

Sampel dipotong dengan ukuran 2×2 cm. Potongan sampel ditempatkan diatas sample holder dan dimasukkan kedalam alat XRD. Pada monitor akan dihasilkan fraktogram yang dapat digunakan untuk menentukan derajat kristalinitas dari sampel plastik *biodegradable*.

$$\% \text{ Kristalinitas} = \frac{I_c - I_a}{I_c} \times 100\%$$

Keterangan:

I_c = Intensitas kristalin

I_a = Intensitas amorf

III.

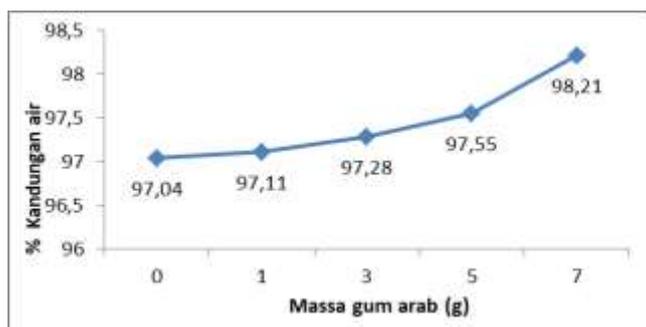
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Plastik SBPEG Gum Arab

A. Kandungan Air

Uji kandungan air merupakan salah satu parameter uji sifat fisik guna mengetahui seberapa banyak air yang terkandung dalam suatu plastik selulosa bakteri polietilen glikol gum arab. Pengaruh penambahan zat aditif gum arab pada SBPEG terhadap persentase kandungan air pada selulosa bakteri polietilen glikol gum arab dapat dilihat pada gambar 3.

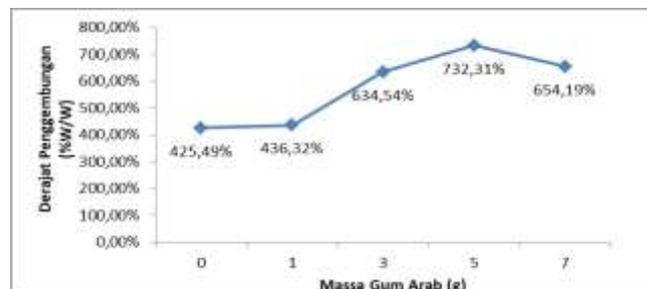


Gambar 3. Persentase Kandungan Air SBPEG-GA

Kandungan air akan semakin meningkat dengan semakin banyaknya gum arab yang ditambahkan. Kandungan air tertinggi yaitu pada SBPEG GA 7g sebesar 98,21%. Hal ini terjadi karena gum arab dapat berperan sebagai penstabil yang mempunyai kemampuan dalam mengikat air yang baik pada bahan. Karena sifat hidrofiliknya gum arab berperan sebagai penstabil dalam memproduksi produk. Sehingga produk yang memakai gum arab sebagai penstabil akan mempunyai kadar air yang cukup tinggi [8].

B. Penggembungan (Swelling)

Uji *swelling* berfungsi untuk mengetahui berapakah kekuatan suatu material pada penyerapan air hingga terjadi kesetimbangan. Pengaruh penambahan zat aditif gum arab terhadap persentase derajat penggembungan dapat dilihat pada gambar 4.

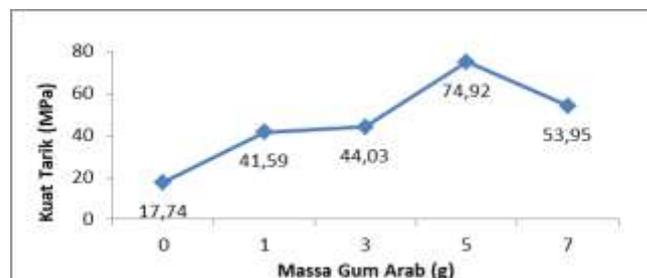


Gambar 4. Grafik Derajat Penggembungan Plastik

Terjadi peningkatan nilai presentase derajat penggembungan seiring dengan kenaikan massa gum arab. Dimana titik optimumnya pada penambahan gum arab 5 gr yaitu 732,31% Hal ini menunjukkan bahwa plastik SBPEG-GA bersifat hidrofilik. PEG memiliki gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hydrogen dalam air begitupun gum arab juga memiliki gugus hidrofilik, sehingga semakin menambah sifat hidrofilik plastik [9]. Akan tetapi terjadi penurunan derajat penggembungan pada penambahan gum arab 7 gr menjadi 654,19% kesalahan ini disebabkan adanya faktor suhu yang tidak stabil pada saat mensintesis plastik.

C. Uji Kuat Tarik

Kuat tarik ialah tegangan maksimum atau besarnya beban yang dapat ditahan oleh suatu sampel sebelum rusak atau putus, pengujian kuat tarik menggunakan alat kuat tarik *Tension Testing* (Universal Tensile Strength). Semakin besar beban atau gaya tariknya, maka semakin bagus kualitas dari plastik *biodegradable* selulosa bakteri polietilen glikol gum arab yang dihasilkan. Pengaruh penambahan gum arab terhadap kuat tarik plastik SBPEG-GA dapat dilihat pada gambar 5.



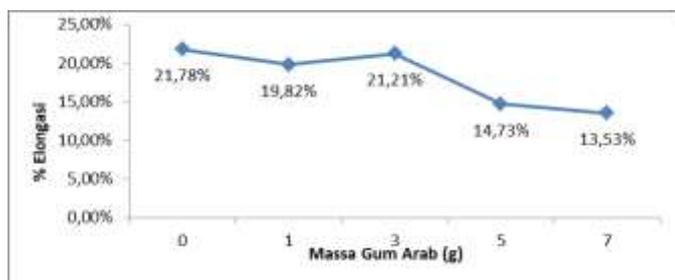
Gambar 5. Grafik Kuat Tarik Plastik SBPEG-GA

Besarnya nilai kuat tarik pada plastik semakin bertambah seiring dengan bertambahnya gum arab. Nilai kuat tarik pada plastik mencapai titik optimum pada penambahan gum arab 5g yaitu sebesar 74,92 MPa. Sedangkan pada SBPEG-GA 7 mengalami penurunan menjadi 53,95 MPa disebabkan karena matriks pada plastik

telah melewati titik jenuhnya, dimana semakin banyak penambahan gum arab tanpa diimbangi penambahan komposisi selulosa menyebabkan tidak semua gum arab dapat bercampur sempurna sehingga nilai kuat tarik meningkat kemudian akan menurun lagi [10]. Dapat dilihat juga bahwa nilai kuat tarik SB tanpa penambahan gum arab dan dengan penambahan gum arab sudah memenuhi nilai minimal kuat tarik yang ditetapkan oleh JIS Z1707.

D. Uji Kuat Putus (Elongasi)

Elongasi adalah nilai panjang maksimum plastik saat terjadi peregangan atau plastik ditarik hingga tepat sebelum putus [11]. Pengaruh penambahan gum arab terhadap kuat putus plastik SBPEG-GA dapat dilihat pada gambar 6.

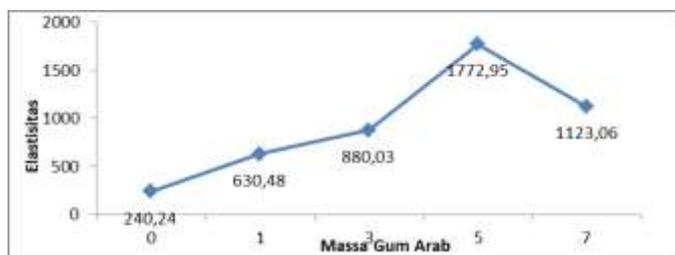


Gambar 6. Grafik Kuat Putus (Elongasi) Plastik

Nilai elongasi menurun sebanding dengan penambahan gum arab. Hal ini terjadi akibat adanya interaksi antara campuran molekul selulosa dan gum arab. Ikatan molekul selulosa dan gum arab yang terjadi akan semakin rapat apabila gum arab dalam jumlah banyak akibatnya plastik akan susah untuk memanjang, hal ini tentu saja akan menurunkan tingkat persentase elongasi [12].

E. Uji Elastisitas

Elastisitas merupakan ukuran kekakuan dari suatu bahan. Apabila nilai elastisitasnya semakin tinggi artinya bahan tersebut bersifat semakin kaku [13]. Adapun pengaruh penambahan gum arab terhadap elastisitas plastik SBPEG dapat dilihat pada gambar 7.



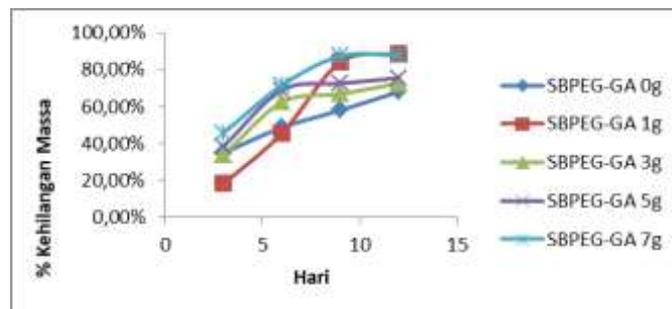
Gambar 7. Grafik Elastisitas Plastik SBPEG-GA

Nilai elastisitas semakin tinggi seiring dengan bertambahnya massa gum arab. Nilai elastisitas mencapai titik optimum pada penambahan gum arab 5 g sebesar 1772,95 MPa. Gum arab merupakan matriks yang mempunyai sifat yang dapat menambah fleksibilitas, elongasi dan kekuatan polimernya sehingga dapat menurunkan kekakuan polimer karena meningkatkan jarak

antar rantai dengan mengurangi ikatan antar molekul sekunder [14]. Akan tetapi nilai elistisitasnya menurun pada penambahan gum arab 7 g, faktor yang mempengaruhi menurunnya nilai elastisitas ini salahsatunya faktor suhu yang tidak stabil pada saat mensintesis plastik.

F. Uji Biodegradasi

Untuk mengetahui apakah bioplastik mudah terdegradasi atau tidak di lingkungan atau untuk melihat tingkat ketahanan bioplastik terhadap mikroba pengurai maka dilakuka uji biodegradasi. Pengaruh penambahan gum arab terhadap proses biodegradasi plastik biodegradable dapat dilihat pada gambar 8.

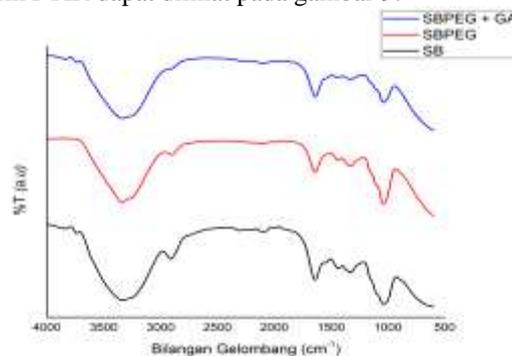


Gambar 8. Pengaruh Penambahan Gum Arab Terhadap Biodegradasi Plastik Biodegradable.

Penambahan massa gum arab berbanding lurus dengan persentase plastik yang terdegradasi, semakin banyak gum arab pada plastik makan semakin cepat plastik tersebut terdegradasi. Hal ini disebabkan oleh gum arab yang bersifat hidrofilik sehingga dapat mengikat molekul air disekitar lingkungan serta akan mempercepat terjadinya degradasi.

G. Uji FTIR

Tujuan dari analisis gugus fungsi menggunakan FTIR yaitu guna mendapatkan perbedaan gugus fungsi yang terdapat pada SB murni, SBPEG dan SBPEG-GA. Spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 9.



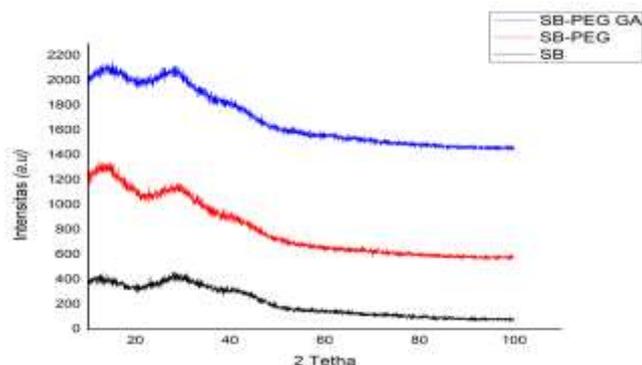
Gambar 9. Spektrum FTIR

Dari gambar spektrum diatas melihatkan adanya ikatan O-H pada bilangan gelombang sekitar 3500-3200 cm⁻¹, ikatan C-H pada bilangan gelombang sekitar 3000-2840 cm⁻¹, ikatan C-O pada bilangan gelombang sekitar 1085-

1050 cm^{-1} . Berdasarkan pengujian analisa gugus fungsi menggunakan FTIR ini tampak tidak adanya gugus fungsi yang baru. Hal ini menunjukkan bahwa proses sintesis bioplastik yang disertai penambahan zat aditif termasuk pada proses *blending* secara fisika [15].

H. Uji XRD

Hasil yang diperoleh pada analisis XRD dalam bentuk grafik difraktogram yang melihat puncak-puncak struktur kristal suatu material. Struktur kristalin ini akan menunjukkan puncak-puncak tajam, sedangkan untuk struktur amorf akan menunjukkan puncak-puncak yang melebar [16]. Grafik difraktogram dari ketiga sampel bioplastik dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Difraktogram XRD Plastik *Biodegradable*

Setelah dilakukan perhitungan dari data yang didapatkan dari gambar di atas pada SBPEG-GA memiliki derajat kristanilitas yang tinggi dibandingkan dengan SB murni. Pada SBPEG mengalami kenaikan derajat kristanilitas akan tetapi apabila ditambahkan dengan gum arab akan menurunkan nilai derajat kristalinitas dari plastik.

IV. KESIMPULAN

1. Penambahan zat aditif gum arab pada selulosa bakteri PEG dapat menaikkan persentase kandungan air dari selulosa bakteri PEG yaitu dari 97,04% menjadi 98,21%.
2. Penambahan zat aditif gum arab pada selulosa bakteri PEG dapat menaikkan persentase pengembangan dari selulosa bakteri PEG yaitu dari 425,49% menjadi 732,31%.
3. Variasi zat aditif gum arab dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elastisitas dari selulosa bakteri PEG yaitu pada variasi massa 5 g.
4. Penambahan zat aditif gum arab tidak menambah gugus baru dari selulosa bakteri PEG dan sifat kristalinitas selulosa bakteri PEG terjadi kenaikan dengan penambahan gum arab.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak laboratorium Departemen Kimia Fakultas Matematika dan

Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang yang memberikan dukungan pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Khotimah, K. 2006. Kajian Pengaruh Bahan Penstabil terhadap Kualitas Susu Bubuk. *Jurnal Protein*.
- [2] Aripin, S., Saing, B., Kustiayah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknik Mesin*, 06(2), 79–84.
- [3] Ilmah, A. M., Siswanto, & Dyah, H. (2013). Sintesis Membran Penyaring Logam Berat Timbal (Pb) di Udara Berbasis Selulosa Asetat dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Physics and Application*, 1, 1–13
- [4] Rohaeti, E. (2009). Karakterisasi Biodegradasi Polimer. *Prosiiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, 47, 248–257
- [5] Setiawati, A., 2007, Interaksi Obat dalam Gunawan, S.G, 2007, Farmakologi dan Terapi, Edisi 5, hal 862-873, Bagian Farmakologi dan Terapeutik Fakultas Kedokteran UI, Jakarta
- [6] Hidayati, S., Zulferiyenni, & Satyajaya, W. (2019). Optimasi Pembuatan Biodegradable Film dari Limbah Padat Rumput laut *Eucaema cottonii* dengan Penambahan Gliserol, Kiptsan, CMC dan Tapioka. *Jphpi 2019*, 22(2), 340–354.
- [7] Panjaitan, M. (2017). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja. *Jurnal Manajemen Vol 3*. No. 2, p. 1-5.
- [8] Maulana, M. I., Syahbanu, I., & Harlia. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Material Konduktif Film Komposit Polipirol (PPy)/Selulosa Bakteri. *Jkk*, 6(3), 11–18
- [9] Gunawan, A., Amran, A., & Putra, A. (2019). Effect of Gum Arabic on the Quality of Bacterial Cellulose Sorbitol Plastic from Pine Apple (*Ananas sativus*) Peel Waste. *International Journal of Progressives Sciences and Technologies*, 12(2), 181–188. <http://ijpsat.ijpsat-journals.org/index.php/ijpsat/article/view/707/385>
- [10] Nahwi, N. F. (2016). Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Raja , Tongkol Jagung Dan Bonggol Enceng Gondok Skripsi Oleh: Naufal Fadli Nahwi. *SKripsi Universitas IISAM Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 121.
- [11] Nofiandi, D. *et al* (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Polivinil Alkohol dengan Propilenglikol sebagai Plasticizer. *Jurnal Katalisator* 1(2).
- [12] *Munthoub and Rahman*.(2011). Tensile and Water Absorption Properties of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticize. *Sains Malaysiana*. 40(7):713-718
- [13] Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67.
- [14] Ikhwanuddin. (2018). Universitas Sumatera Utara Skripsi. Analisis Kesadahan Total Dan Alkalinitas Pada Air Bersih Sumur Bor Dengan Metode Titrimetri Di PT Sucofindo Daerah Provinsi Sumatera Utara, Cmc, 44–48.
- [15] Marbun, Eldo S. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosai (Skripsi). Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- [16] Rohayati, M. (2014). Membangun Sistem Informasi Monitoring Data Inventory Di Vio Hotel Indonesia. Universitas Komputer Indonesia. *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*. Edisi 1 Volume 1, Februari 2014 ISSN : 2089-9033.