

PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABLE* MENGUNAKAN PATI DENGAN PENAMBAHAN KATALIS ZnO DAN STABILIZER GLISEROL

Muhammad Ravi Bachtiar Saputra, Edy Supriyo

*Prodi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi,
Universitas Diponegoro, Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia.*

*Email : ravisaputra88@gmail.com

Abstrak

Masalah utama dunia saat ini adalah masalah sampah plastik. Alasan utamanya adalah plastik konvensional dibuat secara sintetis dari polimer berbasis minyak bumi dan tidak dapat terdegradasi di lingkungan, yang merupakan penyebab serius bagi lingkungan. Solusi dari masalah ini adalah membuat plastik dari polimer alam, yang bisa diperbarui dari segi kepraktisan. Bioplastik merupakan produk organik yang dapat mengurangi plastik yang tidak terurai secara hayati.. Pada penelitian ini bioplastik akan dibuat dari pati. Pada penelitian berfokus pada plastik biodegradable dengan menggunakan metode melt intercalation dan memakai metode rancangan penelitian faktorial design dengan variasi pati 10 dan 12 gram, ZnO 12% dan 15%, dan gliserol sebesar 5 dan 7 ml. Produk *bioplastik* dengan kondisi terbaik pada uji daya serap air yaitu pada variabel berat pati sebesar 10 gram, berat ZnO 12% dan volume gliserol 5 ml. Untuk sampel terbaik untuk degradasi dengan variasi 12 gram pati, 15% berat ZnO dan 5 ml gliserol. Sifat plastik yang didapat yaitu rata, elastis dan licin dengan warna putih bening.

Kata Kunci : *Bioplastik, Gliserol, Pati, ZnO*

(*BIODEGRADABLE PLASTIC USE STARCH WITH ADDING ZnO CATALYSTS AND GLYSEROL STABILIZERS*)

Abstract

The main drawback within the world these days is that the problem plastic waste. The main reason is that conventional plastics are synthetically made from petroleum-based polymers and cannot be degraded in the environment, which is a serious cause for the environment. The solution to this problem is to make plastics from natural polymers, which are renewable from a practical point of view. Bioplastic is an organic product that can reduce the problem of plastic waste that cannot be biodegraded. In this study, bioplastics will be made from starch. The research focuses on the manufacture of biodegradable plastic using the melt intercalation method and using the factorial design research design method with variations in starch of 10 and 12 grams, ZnO 12% and 15%, and glycerol of 5 and 7 ml. Bioplastic products with the best conditions in the water absorption test are 10 grams of starch weight variable, 12% ZnO weight and 5 ml glycerol volume. For the best sample for degradation with variations of 12 grams of starch, 15% by weight of ZnO and 5 ml of glycerol. The properties of the plastic obtained are flat, elastic and smooth with a clear white color.

Keywords : *Bioplastic, Glycerol, Starch, ZnO*

PENDAHULUAN

Saat ini, perhatian terbesar dunia adalah masalah sampah plastik. Alasan utamanya adalah plastik terbuat dari polimer berbasis minyak bumi tidak terdegradasi oleh lingkungan. Plastik memiliki biodegradabilitas yang rendah dan merupakan penyebab utama pembentukan sampah. Pada umumnya plastik terbuat dari polyethylene dan polypropylene yang tidak mudah terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Kekhawatiran tentang sumber daya lingkungan yang tidak terbarukan, penggunaan sumber daya yang dapat didaur ulang untuk menghasilkan plastik biodegradable dapat menjaga kualitas produk dan mengurangi masalah pengolahan limbah yang saat ini meningkat. Karena sulitnya terurai, sampah plastik cenderung menumpuk di instalasi pengolahan sampah akhir dan dapat merusak lingkungan (Haryanto, 2017).

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat terurai oleh bakteri. Keuntungan dari plastik lainnya dapat digunakan sebagai material pengemas karena sulit menyerap air (Morgan, 2019). Plastik Biodegradable merupakan plastik yang berasal dari sumber alam yang dapat terbarukan seperti jagung, singkong, sagu dan lain-lai (Fitriyani, 2018).

Material utama untuk membuat plastik biodegradable ini menggunakan pati. Pati dibagi menjadi 2 bagian yaitu amilosa dan amilopektin dan merupakan karbohidrat. homopolimer glukosa dengan ikatan α -(1-4) glikosida kombinasi linier bisa disebut dengan amilosa. Pati terbagi menjadi dua bagian yang dapat dipisahkan dalam air dengan suhu yang tinggi, bagian yang dapat tercampur dengan air adalah amilosa dan bagian yang tidak tercampur adalah amilopektin. Derajat polimerisasi amilosa adalah 100 hingga 400 dan BM adalah 4000 hingga 150.000 (Ayuk, 2015). Amilopektin mengandung lebih dari 1000 unit glukosa per molekul dan dapat tercampur didalam butanol, bersifat kohesif, kurang cair dan kompresibel (Fessenden, 1986). Penambahan logam seng oksida (ZnO) terbukti memiliki efek antibakteri terhadap bakteri gram positif serta ragi. Struktur kristal ZnO merupakan penghambat potensial mikroorganisme dalam makanan, menggunakan pendekatan sistemik dengan agen antibakteri lainnya. Karena sifat hidrofobik dari ikatan, penambahan ZnO dari film pati berkurang terhadap kadar air plastik (Doyan dan Humaini, 2017). Gliserol adalah salah satu plasticizer yang cukup banyak dipakai karena efisien untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak antarmolekul. Sifat gliserol yang tidak beracun dan aman menguntungkan proses industri dan limbah lingkungan (Bani, 2019).

Pada penelitian ini, kami mengembangkan produksi plastik biodegradable berbasis pati dengan menambahkan aktivator logam ZnO dan plasticizer pada gliserol, dan kami juga melakukan uji penyerapan air, pengujian kemampuan menyerap air biodegradasi dan adanya gugus fungsi faurier transforms infrared (FTIR).

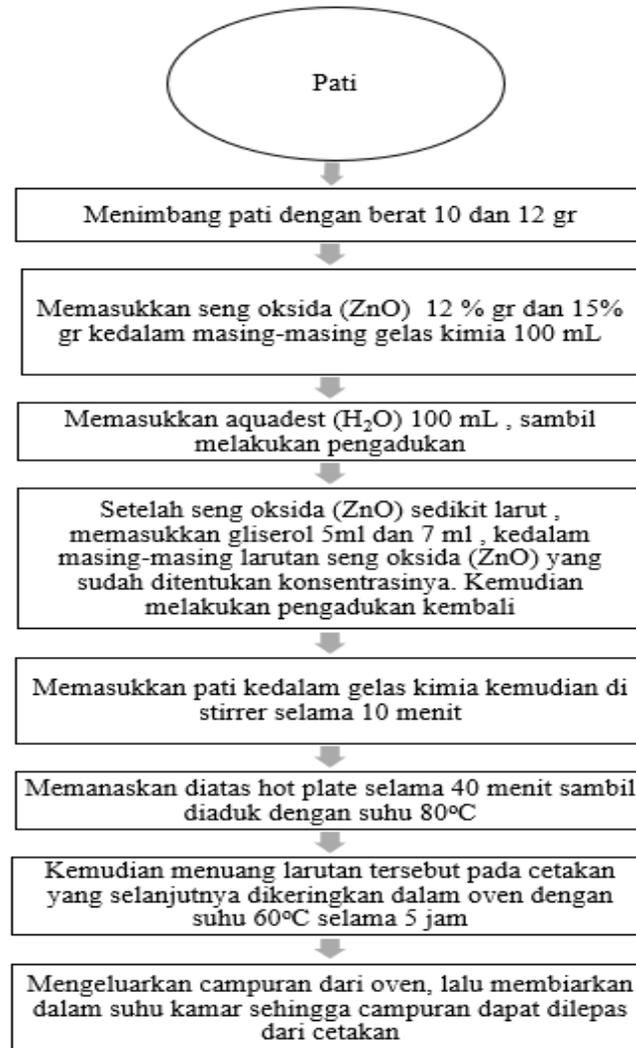
METODOLOGI

Plastik biodegradable berbahan dasar tepung tapioka, ZnO dan gliserol. Aquadest dipilih karena aman, ekonomis dan tidak beracun dalam dosis besar. Penggunaan Aquadest tanpa plasticizer mengurangi rekristalisasi, sifat mekanik dan kerapuhan film plastik. Penggunaan plasticizer seperti gliserin lebih disukai karena prosesnya tidak menguapkan gliserol dan mempercepat proses mekanis. Hal tersebut dikarenakan gliserol memiliki titik didih yang tinggi yaitu 290 °C dan cocok sebagai plasticizer dalam produksi plastik berbahan dasar pati.

ALAT DAN BAHAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya pati, aquadest, gliserol dan ZnO. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya pengaduk, beaker glass, kaca cetakan film plastik, erlenmeyer, gelas ukur, hot plate dan magnetic stirrer, neraca analitik, oven, pisau, termometer, pipet tetes, cawan porselin, desikator.

PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE



UJI BIODEGRADABLE

Pengujian biodegradabilitas dilakukan untuk memastikan bahwa bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan (Saputro & Ovita, 2017). Pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan mengisi dengan campuran tanah dan kompos. Pengomposan mendorong dekomposisi sampel bioplastik. Metode kuantitatif paling sederhana untuk mengkarakterisasi biodegradasi polimer adalah dengan menentukan kehilangan massa degradabilitas bahan polimer. Kehilangan massa ditentukan dengan mengukur massa polimer sebelum dan sesudah biodegradasi selama periode waktu tertentu. Untuk analisis biodegradabilitas, masing-masing sampel bioplastik yang digunakan dalam penelitian ini berukuran 8 x 2 cm. Analisis biodegradabilitas bioplastik membutuhkan waktu 7 hari.

$$\%m = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{m_{awal}} \times 100\%$$

UJI DAYA SERAP TERHADAP KETAHANAN AIR

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan adanya ikatan pada polimer dan ditentukan dengan menambahkan derajat ikatan polimer atau massa polimer setelah pemuaiian teratur. Dengan cara mengisi tabung reaksi dengan aquadest. Lalu memotong bioplastik dengan ukuran 3×3 cm. Menimbang berat awal bioplastik. Masukkan plastik biodegradable ke tabung reaksi berisi aquadest selama 5 menit. Setelah 5 menit bioplastik diangkat dari dalam tabung reaksi dan permukaannya di lap dengan tisu. Timbang berat sampel (w) yang telah direndam tabung reaksi (Safitri *et al.*, 2016).

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{m_{awal} - m_{akhir}}{m_{awal}} \times 100\%$$

UJI FTIR

Spektrum FTIR dari plastik biodegradable yang dihasilkan dari pati dianalisis menggunakan alat FTIR. Analisis FTIR plastik biodegradable berguna mengetahui interaksi seng oksida sebagai bahan penguat dengan gliserol berguna sebagai plasticizer dan pati untuk substrat. Sampel plastik biodegradable disesuaikan sesuai ukuran yaitu 2×4 cm dan ditempatkan dalam sinar inframerah. Lakukan pengukuran dan lihat bentuk grafiknya (Manggis, 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan 3 variasi variabel yaitu suhu berat pati 10 dan 12 gram, berat ZnO 12% dan 15%, dan volume gliserol 5 dan 7 ml. Hasil film berupa lembaran berwarna putih dan transparan. Dalam pati, ketika sejumlah air diberikan dan dipanaskan sampai suhu tertentu, ikatan hidrogen terbentuk, sehingga gelatinisasi menyebabkan molekul pembentuk pati terikat erat.



Gambar 1. Hasil Plastik Biodegradable

Sifat fisis *Plastik Biodegradable* yang dibuat dengan metode *melt intercalation* dengan bahan baku tepung tapioka. Penentuan variabel pada penelitian ini menggunakan Faktorial Desain tiga variribel berubah, berupa Rasio Pati, Penambahan ZnO, dan Penambahan Gliserol. Hasil yang di dapat diketahui pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pembuatan plastik biodegradable dengan variasi ZnO dan gliserol

Run	Variabel Berubah			Interaksi				Output		Analisa Ketidakpastian Pengukuran	
	T	t	R	Tt	TR	tR	TtR	Serap Air	Biodegradasi	Serap Air	Biodegradasi
1	-	-	-	+	+	+	-	19,07	49,67	19.55	50.91
2	-	-	+	+	-	-	+	26,92	32,41	27.59	33.22
3	-	+	-	-	+	-	+	41,86	29,11	42.91	29.83
4	-	+	+	-	-	+	-	40,42	43,91	41.44	45
5	+	-	-	-	-	+	+	27,74	30,71	28.43	31.47
6	+	-	+	-	+	-	-	22,35	53,54	22.912	54.88
7	+	+	-	+	-	-	-	55,95	58,82	57.35	60.29
8	+	+	+	+	+	+	+	43,01	32,23	44.08	33.03

Quicker Method merupakan metode yang digunakan untuk menghitung efek utama dan efek interaksi terhadap Daya Serap Air dan Tingkat Biodegradasi yang didapatkan. Hasil perhitungan variabel yang paling berpengaruh terhadap nilai Daya Serap Air dapat dilihat pada data berikut :

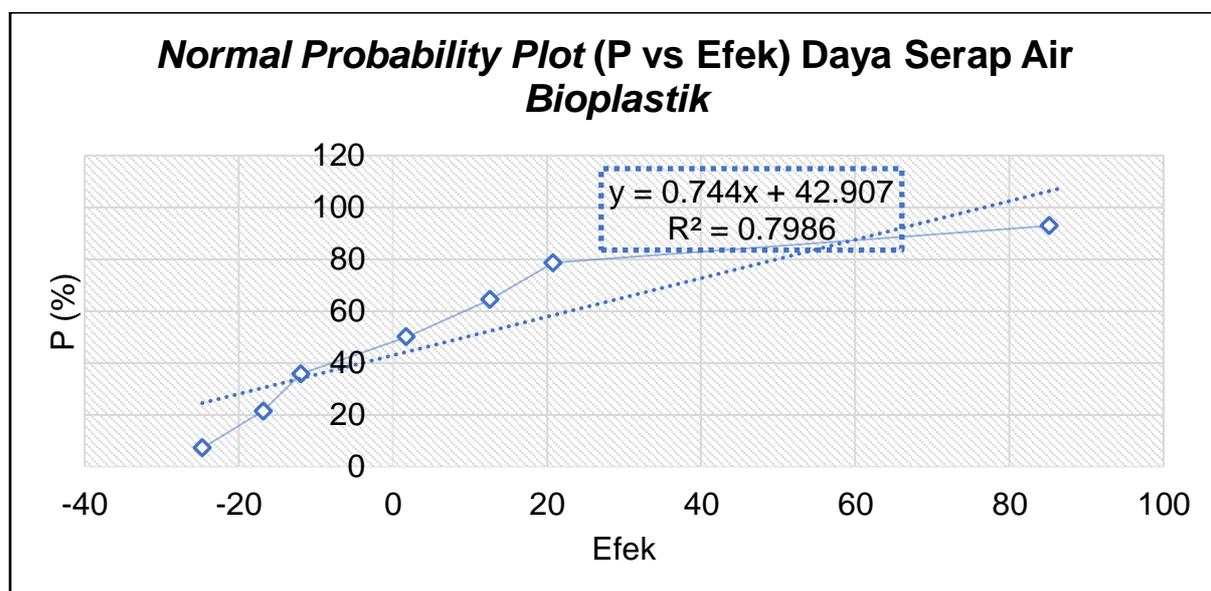
Tabel 1. Hasil efek utama dan efek interaksi terhadap nilai daya serap air bioplastik

Efek	Nilai
T	20.769989
t	85.1522297 → Efek Utama
R	-11.921426
Tt	12.5842842 → Efek Interaksi
TR	-24.739819
tR	-16.831697
TtR	1.7264288

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa Efek Utama pada penelitian ini adalah berat ZnO dengan nilai sebesar 85,1522297 dengan efek Interaksi berupa Berat Pati dan Berat ZnO sebesar 12.5842842.

Tabel 3. Penentuan Variabel Berpengaruh terhadap Daya Serap Air Bioplastik

Efek (I)	P (%)	Identitas Efek
20.769989	7.142857	T
85.15223	21.42857	t
-11.921426	35.71429	R
12.584284	50	Tt
-24.739819	64.28571	TR
-16.831697	78.57143	tR
1.7264288	92.85714	TtR

**Gambar 2.** Grafik Normal Probability Plot terhadap Daya Serap Air Bioplastik untuk Faktorial Desain 2^3

Pada Gambar 2 menampilkan grafik Normal Probability Plot antara nilai P dengan efek yang diperoleh regresi (R^2) sebesar 0,7986 dengan mengaktifkan fitur trendline pada Microsoft excel. Hal ini berarti 79,86% dari total variasi model bias diwakili dengan persamaan regresi. Adapun persamaan yang menunjukkan korelasi antara nilai daya serap air dan parameter proses penelitian (Berat pati, Berat ZnO dan Volume Gliserol) adalah $y = 0,744 x + 42,907$. Maka dari itu, pada Analisa daya serap air bioplastik dapat disimpulkan bahwa Berat ZnO merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap daya serap air.

Plastik memiliki sifat umum yaitu tahan terhadap air. Daya serap air adalah proporsi air yang oleh plastik setelah benda uji direndam dalam air pada suhu kamar selama jangka waktu tertentu. senyawa anorganik dengan rumus ZnO yang diekspresikan dalam bentuk bubuk putih yang tidak tercampur dalam air disebut dengan ZnO. Karena Zink oksida bersifat hidrofilik, penambahan konsentrasi ZnO memiliki pengaruh yang besar terhadap daya serap air (Doyan & Humaini, 2017).

Berdasarkan hasil yang didapat dari uji daya serap air, produk *bioplastik* dengan kondisi terbaik yaitu pada variabel berat pati sebesar 10 gram, berat ZnO 12% dan volume gliserol 5 ml.

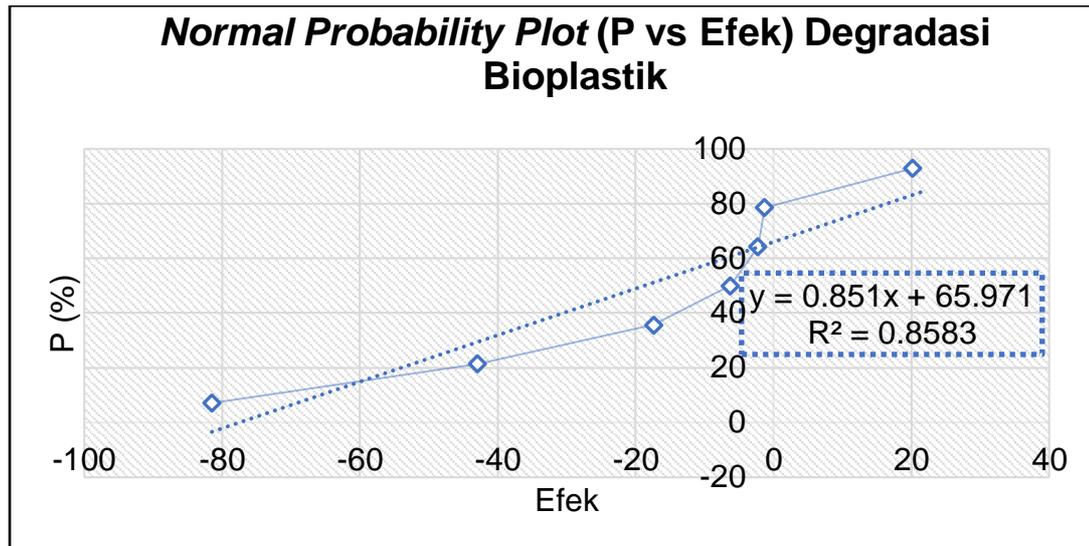
Tabel 4. Hasil Efek Utama dan Efek Interaksi terhadap Nilai Degradasi Bioplastik

Efek	Nilai
T	20.2052702 → Efek utama
t	-2.2778263
R	-6.2266472
Tt	-42.939771
TR	-1.2883103 → Efek Interaksi
tR	-17.368686
TtR	-81.484854

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa Efek Utama pada penelitian ini adalah Berat Pati dengan nilai sebesar 20,2052702 dengan efek Interaksi berupa Berat Pati dan Berat ZnO sebesar -1,2883102.

Tabel 5. Penentuan Variabel Berpengaruh terhadap Daya Degradasi Bioplastik

Efek (I)	Identitas Efek	P (%)
20.20527	T	7.142857
-2.2778263	t	21.42857
-6.2266472	R	35.71429
-42.939771	Tt	50
-1.2883103	TR	64.28571
-17.368686	tR	78.57143
-81.484854	TtR	92.85714



Gambar 3. Grafik Normal Probability Plot terhadap Daya Degradasi Bioplastik untuk Faktorial Desain 2^3

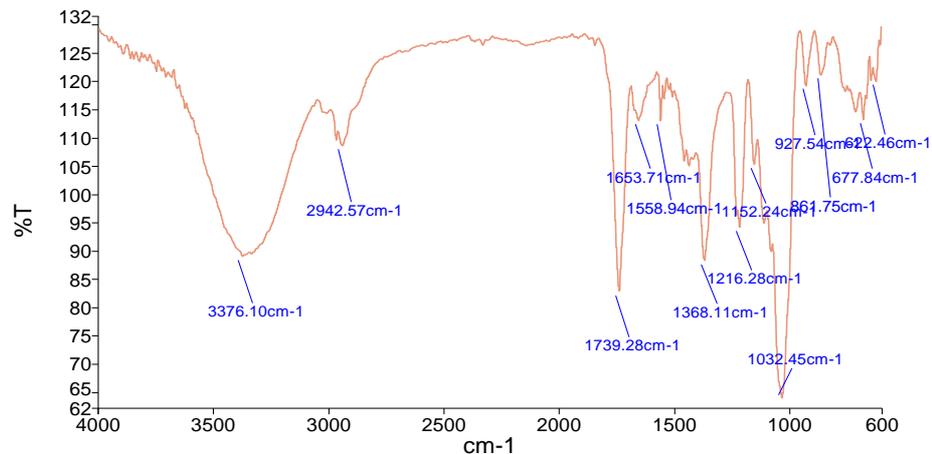
Pada Gambar 3 menampilkan grafik Normal Probability Plot antara nilai P dengan efek yang diperoleh regresi (R^2) sebesar 0,8583 dengan mengaktifkan fitur trendline pada Microsoft excel. Hal ini berarti 85,83% dari total variasi model bias diwakili dengan persamaan regresi. Adapun persamaan yang menunjukkan korelasi antara nilai degradasi dan parameter proses penelitian (Berat pati, Berat ZnO dan Volume Gliserol) adalah $y = 0,851x + 65,971$. Maka dari itu, pada Analisa Biodegradasi bioplastik dapat disimpulkan bahwa Berat Pati merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap degradasi bioplastik.

Untuk SNI dari Biodegradasi berdasarkan SNI 7188.7 : 2016, Degradabilitas adalah fungsi kerentanan terhadap perubahan struktur kimia karena perubahan sifat fisik dan mekanik yang mendorong degradasi suatu produk atau bahan. Untuk SNI dari degradasi yaitu sebesar > 60 % selama 1 minggu (Badan Standarisasi Nasional, 2016). Untuk sampel running ke 7 dengan variasi 12 gram pati, 15 % berat ZnO dan 5 ml sudah sesuai SNI dimana berdasarkan uji biodegradasi mendapatkan sekitar 60,29 % selama 1 minggu.

Secara kimiawi, plastik yang diproduksi secara jelas dapat terurai dengan baik oleh tanah. material yang digunakan dalam penelitian adalah bahan yang dapat terdegradasi, mudah larut dengan air dan bakteri dalam tanah, dan peka terhadap pengaruh lingkungan baik fisika maupun kimia (Amni, 2015).

Faktor suhu dan kelembaban tanah juga berperan, namun tidak dilakukan pengujian . Tanah digunakan sebagai pembawa adalah humus yang diperoleh dari sisa-sisa limbah pembakaran dan terdapat banyak bakteri pengurai. bakteri memecah bioplastik, termasuk pati, dengan memecah rantai polimer menjadi monomer oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri ini. Proses ini menghasilkan senyawa organik berupa asam amino, asam laktat, gula, alkohol, vitamin, protein dan senyawa organik lainnya yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Amni, 2015)

Untuk komposisi terbaik dalam uji degradasi yaitu pada variabel dengan variasi 12 gram pati, 15% berat ZnO dan 5 ml gliserol.



Gambar 4. Hasil Uji FTIR Plastik Biodegradable

Karakterisasi kimia film bioplastik yang dihasilkan dilakukan dengan cara analisis gugus fungsi dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Spektra FTIR film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4 dan rangkuman data serapannya ditampilkan pada Tabel 6

Tabel 6. Data Spektrum FTIR Bioplastik

Hasil	Bilangan Gelombang
3376.1	– OH, regangan NH
2942.57	– CH
1739.28	<i>Gugus Karboksil (-COOH)</i>
1653.71	<i>Gugus Karboksil (-COOH)</i>
1558.94	<i>NH amina</i>
1368.11	<i>Alkana (C-H)</i>
1216.28	<i>Amina (C-N)</i>
1152.24	<i>Alkohol (C-O)</i>
1032.45	<i>Alkohol (C-O)</i>
927.54	<i>Alkena (C=C)</i>
861.75	<i>Alkena (C=C)</i>
652.37	<i>Alkena (C=C)</i>

Gambar 4 dan tabel 6 menunjukkan bahwa komposit bioplastik yang dibuat dari pati singkong (Tapioka), ZnO dan penambahan gliserol. Pada bilangan gelombang komposit bioplastik yang terbuat dari pati singkong (Tapioka), dihasilkan interpretasi gugus fungsi hidroksil (O – H) atau regangan NH, amina (N – H), Alkana (C ≡ C), Gugus Karboksil (-COOH), Alkana (C-H), Amina (C-N), Alkohol (C-O) dan Alkena (C=C).

Hasil FTIR menunjukkan bahwa ZnO dan gliserol tidak menunjukkan terbentuknya gugus fungsi baru pada panjang gelombang yang terbaca pada campuran pati. Dapat disimpulkan bahwa proses produksi bioplastik adalah proses pencampuran yang tidak bereaksi terhadap bahan. Bahan yang menyebabkan bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat yang sama dengan penyusunnya yaitu plastis, mudah terurai dan memiliki aktivitas antibakteri (Melani, 2017).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Berdasarkan hasil didapatkan, produk *bioplastik* dengan kondisi terbaik yaitu pada variabel berat pati sebesar 10 gram, berat ZnO 12% dan volume gliserol 5 ml. Sifat plastik yang didapat yaitu rata, elastis dan licin dengan warna putih bening dan untuk sampel terbaik untuk degradasi sesuai dengan SNI 7188.7 : 2016 dengan variasi 12 gram pati, 15% berat ZnO dan 5 ml gliserol.
2. Hasil FTIR menunjukkan bahwa ZnO dan gliserol tidak menunjukkan terbentuknya gugus fungsi baru pada panjang gelombang yang terbaca pada campuran pati. Dapat disimpulkan bahwa proses produksi bioplastik adalah proses pencampuran tanpa reaksi terhadap bahan-bahannya. Bioplastik yang diperoleh memiliki sifat yang sama dengan plastik penyusunnya, bersifat degradable dan memiliki aktivitas antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Amni, C., Marwan, M., & Mariana, M. (2015). Pembuatan Bioplastik Dari Pati Ubi Kayu Berpenguat Nano Serat Jerami dan ZnO. *Jurnal Litbang Industri*, 5(2), 91. <https://doi.org/10.24960/jli.v5i2.670.91-99>
- Ayuk Niken, D. A. (2013). Isolasi amilosa dan amilopektin dari pati kentang. *Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 57–62.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Kriteria ekolabel – Bagian 7 : Kategori produk tas belanja plastik dan bioplastik mudah terurai*.
- Bani, M. D. (2019). Variasi Volume Gliserol terhadap Sifat Fisis Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Ubi Kayu (Manihot Esculenta Cranz). *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(1), 61–78. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v7i1.678>
- Doyan, A., & Humaini, H. (2017). SIFAT OPTIK LAPISAN TIPIS ZnO. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(1), 34. <https://doi.org/10.29303/jpft.v3i1.321>
- Fessenden, R. J. F. ; J. S. (1986). *Kimia Organik* (Aloysius Hadyana Pudjaatmaka (ed.); 2nd ed.). Penerbit Erlangga.
- Fitriyani. (2018). Sintesis dan Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Biji Nangka Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan Plasticizer Gliserol. *Skripsi*.
- Haryanto, & Titani, F. R. (2017). Bioplastic from Tapioca and Maizena Starch. *Techno*, 18(1), 1–6.
- Manggis, A., & Minyak, D. A. N. (2018). *SINTESIS PLASTIK BIODEGRADABLE. Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains Dalam Ilmu Kimia Oleh : Ismat Najih*.
- Morgan. (2019). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 4(1).
- Safitri, I., Riza, M., & Syaubari, S. (2016). Uji Mekanik Plastik Biodegradable dari Pati Sagu dan Grafting Poly(Nipam)-Kitosan dengan Penambahan Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 107. <https://doi.org/10.24960/jli.v6i2.1914.107-116>
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Sintesis dan karakterisasi bioplastik dari kitosan-pati ganyong (*Canna edulis*). *Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 2(1), 13–21. <https://doi.org/10.1017/S1355770X15000017>