

Karakterisasi Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan dengan Serat Selulosa Daun Nanas sebagai Pengisi

Yuli Darni^{*1}, Lia Lismeri², Simparmin Br Ginting³, Audhea Yolanda Kania⁴, Nindya Indah K⁵

^{1,2,3,4}Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas of Lampung, Bandar Lampung 35141, Indonesia

*E-mail: email penulis korespodensi, Times New Roman 8 regular.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui formulasi pati-kitosan dan bahan pengisi (filler) dalam pembuatan bioplastik terhadap karakteristik bioplastik yang terbentuk dan kondisi optimum formulasi bioplastik, untuk memperoleh serat selulosa dari daun nanas yang mempunyai ukuran nanometer, dan memperoleh bioplastik hasil aplikasi nanoserat yang memiliki sifat mekanik dan fisik yang menyamai plastik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Pada penelitian ini variasi rasio massa pati-kitosan yang digunakan yaitu 9:1, 8:2, dan 7:3 (gr/gr) dan variasi penambahan bahan pengisi (filler) serat selulosa batang jagung yang digunakan yaitu 0 gram, 0,5 gram dan 1 gram. Ukuran ayakan untuk pati dan bahan pengisi (filler) sebesar 200 mesh. Pada proses pembuatan bioplastik konsentrasi gliserol ditetapkan 10% (persen berat), waktu pengadukan 35 menit dengan temperatur yaitu pada 75°C dan kecepatan pengadukan sebesar 375 rpm. Serat selulosa yang dihasilkan masih berukuran mikro dengan diameter 1,078 – 1,224 µm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik pati kulit singkong kitosan dengan bahan pengisi daun nanas sudah mendekati nilai sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Analisa yang dilakukan yaitu analisis sifat mekanik (kuat tarik, persen perpanjangan), analisis sifat fisik (penyerapan air dan uji biodegradasi, water vapor permeability), analisis gugus fungsi dengan FTIR. Bioplastik ini memiliki nilai kuat tarik terbaik 21,74 Mpa, perpanjangan 105,70 %, penyerapan air yaitu 150%, biodegradasi 106,25% dan water vapor permeability 2,62 g/m²

Kata kunci: Bioplastik, Pati Kulit Singkong, Daun Nanas, Pemlastis (Plasticizer), Gliserol, Kitosan

1. Pendahuluan

Plastik telah menjadi komoditi umum yang digunakan dalam berbagai industri. Mulai dari peralatan elektronik, perlengkapan rumah tangga, perlengkapan kantor hingga makanan dan minuman. Namun pada kenyataannya, sampah plastik menjadi masalah lingkungan karena plastik membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mengalami proses daur ulang [2]. Menurut Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS), Konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 17 kg/tahun. Jika jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2023 sekitar 278 jiwa, maka penggunaan plastik secara nasional mencapai 4,73 ton. Penggunaan plastik yang cukup tinggi berdampak negatif terhadap kelestarian

lingkungan, karena sulit terdegradasi sehingga penumpukan sampah plastik yang mencemari lingkungan. Apabila sampah plastik bertambah maka akan menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan hidup dan akan mengganggu kesehatan makhluk hidup, baik manusia, hewan, dan tumbuhan.

Beberapa penelitian telah menghasilkan teknologi pembuatan plastik dari bahan alami yang dapat terdegradasi dalam waktu singkat yang disebut plastik biodegradabel atau bioplastik [9]. Pembuatan bioplastik menjadi solusi dalam upaya mengimbangi kekuatan mekanik dari plastik konvensional, dengan pencampuran selulosa, pati, kitosan dan pemlastis (plasticizer).

Dengan pencampuran tersebut akan menghasilkan bioplastik yang keras dan kuat namun ringan. Pemilihan bahan baku pati dalam pembuatan bioplastik memiliki potensi besar karena di Indonesia khususnya, terdapat berbagai tanaman penghasil pati

Pati banyak diperoleh dari limbah pertanian salah satunya kulit singkong. Limbah kulit singkong merupakan salah satu limbah utama pangan di Indonesia. Satu kilogram singkong menghasilkan 15-20% kulit singkong. Kandungan pati yang dimiliki kulit singkong sebesar 44-59% [7]. Melihat karakteristik pati kulit singkong dapat digunakan sebagai material untuk pembuatan bioplastik. Kulit singkong memiliki persentase kurang lebih 20% dari umbinya sehingga per kg umbi singkong menghasilkan 0,2 kg kulit singkong. Menurut BPS (Badan Pusat Statistik) 2020 Provinsi Lampung (2020), Provinsi Lampung menjadi daerah penghasil Singkong terbesar di Indonesia dengan angka produksi mencapai 5,6 juta ton dari total produksi di seluruh Indonesia sebesar 18,48 juta ton, rata-rata produksi hasil tanaman singkong mencapai 25 ton per hektar setiap musim panen, dimana data tersebut menunjukkan provinsi Lampung sebagai sentra industri singkong terbesar di Indonesia dengan produksi mencapai lebih dari 30% dari total produksi nasional [12].

Pada penelitian ini, selulosa digunakan sebagai pengisi berbahan baku limbah daun nanas. Daun nanas memiliki kandungan selulosa sebesar (69,5% – 71,5%), lignin (4,40 – 4,70%). Namun, serat alam juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya memiliki interaksi yang buruk antara serat dengan matriks, ketahanan terhadap air yang kurang serta daya tahan yang juga rendah. Kekurangan-kekurangan ini dapat diatasi dengan modifikasi terhadap serat alam yang akan digunakan. Modifikasi dapat dilakukan secara kimia maupun mekanik untuk meningkatkan sifat-sifat serat alam itu sendiri. Salah satu modifikasi

terhadap serat alam adalah dengan mengubah ukuran serat alam menjadi nano. Dengan diubahnya serat alam menjadi serat yang berukuran nano diharapkan sebagai bahan pengisi, serat alam akan terdispersi secara merata dan seragam di seluruh bagian bioplastik. Selain pati dan serat alam, sintesis bioplastik akan efektif dengan penambahan pemlastis (plasticizer) dan kitosan. Pemlastis (Plasticizer) merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk menurunkan kekakuan sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer [1].

Pada pembuatan bioplastik ini, penambahan pemlastis (plasticizer) dilakukan untuk memacu proses pencetakan fleksibilitas biokomposit serta dapat menghasilkan bioplastik yang memiliki sifat mekanik, morfologi yang optimum [1]. Pada penelitian ini plasticizer yang digunakan adalah gliserol. Gliserol merupakan salah satu jenis pemlastis umum yang digunakan karena efektif untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga dapat meningkatkan jarak antarmolekul. Gliserol juga bersifat hidrofilik. Dalam pembuatan bioplastik penggunaan kitosan sebagai penstabil, pengental dan pembentuk lapisan pelindung jernih pada saat proses pembuatan film [2].

2. Metodologi (Times New Roman 12, bold, huruf kapital hanya pada huruf awal)

Pada bagian metodologi menggunakan font Times New Roman 12 regular. Menjelaskan secara detail prosedur penelitian mulai dari bahan dan alat yang digunakan, desain penelitian, sampai metode analisa.

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah Aquades, Pati Kulit Singkong diperoleh dari pasar tradisional di wilayah Bandar Lampung, Nanoserat Selulosa Daun Nanas dan Kitosan sebagai bahan pengisi (filler) dan pemlastis (plasticizer), Gliserol 10%, Asam Asetat 99%.

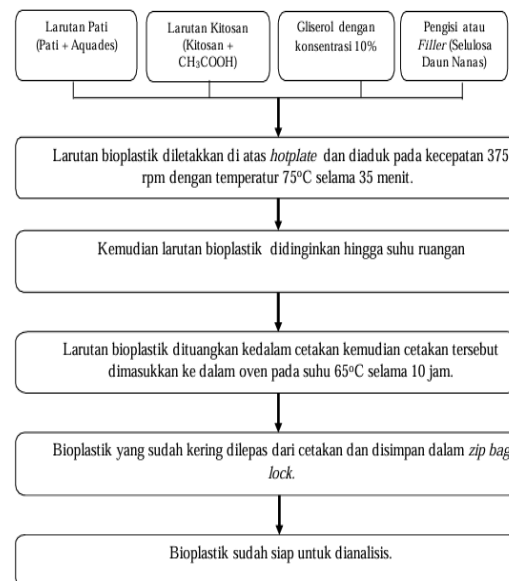
2.2. Metodologi

Tahapan prosedur penelitian meliputi pembuatan kulit singkong, sintesis bahan pengisis nanoserat selulosa, serta pembuatan bioplastik. Tahap pertama adalah pembuatan pati kulit singkong. kulit singkong dipilah dan direndam menggunakan air. Air tersebut diganti setiap 15 menit hingga warna air rendaman agak jernih, kemudian masukkan kulit singkong kedalam parutan jika mesin parut berputar maka hasil parutan akan jatuh ke dalam screw press, parutan yang dihasilkan dimasukkan kedalam corong mesin pemeras santan, kemudian sari pati yang dihasilkan akan keluar terpisah melalui saringan dan ampas akan keluar melalui pembuangan ampas, endapan sari pati yang telah tersaring dijemur dengan sinar matahari selama 1-2 hari dan dilanjutkan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 70 °C selama 30 menit. Pati yang telah kering dikemas ke dalam zip bag lock. Kemudian dilanjutkan analisa pati.

Selanjutnya untuk proses sintesis bahan pengisi nanoserat pembuatan selulosa mengacu pada penelitian. [16] dimulai dari membersihkan daun nanas kemudian di keringkan dibawah sinar matahari langsung, kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit kedalam mesin pancacah, hasil cacahan daun nenas dihaluskan dengan mesin penggilingan yaitu powder grinder dan dilanjutkan hasil penggilingan di ayak menggunakan ayakan ukuran 200 mesh. Daun nanas yang telah lolos ayak 200 mesh dilakukan delignifikasi untuk menghilangkan lignin dengan menggunakan larutan KOH 4%, dilanjut proses bleaching dengan bahan larutan

NaOCI 3% kemudian dilanjutkan dengan perlakuan mekanik menggunakan high energy milling untuk menghasilkan material berukuran nano dan dilanjutkan analisa PSA (particel size analyzer) untuk mengetahui ukuran material yang dihasilkan kemudian dilanjutkan analisa hemiselulosa untuk mengetahui komposisi daun nanas baik sebelum maupun sesudah treatment.

Selanjutnya untuk proses pembuatan bioplastik mengacu pada metode Oleh BAN (2006) dengan mencampurkan antara rasio pati kulit singkong, dan nanoserat selulosa daun nanas dengan. Prosedur pembuatan bioplastik dapat dilihat pada Gambar 1 diagram alir dibawah ini:



Gambar. 1 Diagram pembuatan bioplastik

3. Hasil dan pembahasan

Bioplastik di Karakterisasi untuk mempelajari dan mengetahui formulasi dalam pembuatan bioplastik terhadap karakteristik bioplastik yang terbentuk dan kondisi optimum formulasi bioplastik. Bahan pembuatan bioplastik pada penelitian ini berbahan dasar pati kulit singkong dengan bahan pengisi variasi nanoserat selulosa, variasi kitosan, dan variasi pati kulit singkong. Pati kulit singkong yang dihasilkan berwarna putih kecoklatan dengan kadar pati yang

dihasilkan sebesar 46,44%. Hal ini sesuai dengan pendapat Irham Maladi (2019) bahwa kadar pati kulit singkong berkisar 44 – 59%. Bahan pengisi selulosa dari limbah daun nanas dibuat dengan metode mekanik dan kimia. Daun nanas yang sudah dicuci dan dikeringkan dimasukkan kedalam mesin pencacah kemudian di giling sehingga didapatkan lolos ayakan 200 mesh. Serbuk daun nanas yang telah lolos ayak 200 mesh dilakukan delignifikasi untuk menghilangkan lignin dengan menggunakan larutan KOH 4%, dilanjut proses bleaching dengan bahan larutan NaOCl 3% kemudian dilanjutkan dengan perlakuan mekanik menggunakan high energy milling untuk menghasilkan material berukuran nano dan dilanjutkan analisa PSA (particel size analyzer) untuk mengetahui ukuran material.

Table 1. Ukuran Selulosa

Selulosa	Ukuran (μm)
Nanoserat Selulosa Daun Nanas	1.078 – 1,244

Berdasarkan tabel .1 menunjukkan ukuran selulosa yang dihasilkan yaitu 1.078 – 1,244 μm . Selulosa yang dihasilkan pada penelitian ini belum mencapai ukuran (20 – 30 nm) [16], dimana selulosa yang dihasilkan dari proses perlakuan alkali + bleaching + mekanis. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Jerry (2014) menghasilkan nanoserat berukuran 281.7 nm dengan perlakuan dekortikasi + hidrolisis + fibrilasi digester + ultrasonik. Menurut artikel yang ditulis oleh Fakultas Sains dan Teknologi, Unair (2019) hal yang mempengaruhi ukuran partikel adalah parameter milling di antaranya tipe alat milling, rasio bola dengan sampel, ukuran dan jenis material bola, waktu milling, kecepatan milling, temperatur milling, jenis sampel, ukuran material awal, jenis material dari vial, dan lain sebagainya. Semakin banyak bola milling yang digunakan, maka akan semakin kecil partikel yang dihasilkan. Semakin sedikit material yang di milling, maka semakin cepat kita memperoleh material berukuran

nano. Semakin lama waktu milling, maka partikel yang dihasilkan semakin kecil. Dengan demikian hal tersebut memungkinkan terjadinya perbedaan ukuran partikel.

Table 2. Komposisi daun nanas

Sample	Selulosa (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)
Daun nanas sebelum treatment	14.79	7.13	2.32
Daun nanas setelah treatment	22.52	24.15	11.08

Pada tabel 2 menunjukkan perbedaan komposisi pada daun nanas sebelum dan sesudah diperlakukan kimia dan mekanik. Dari tabel tersebut terjadi peningkatan kadar selulosa dari 14,79% menjadi 22,52% serta peningkatkan kadar hemiselulosa dari 7,13% menjadi 24,15% dan kadar lignin 2,32% menjadi 11,08%. Berdasarkan literatur kandungan serat daun nanas sebelum proses delignifikasi memiliki kadar selulosa (69.5–71.5%). Hal ini mungkin disebabkan karena terjadinya kerusakan selulosa pada serat daun nanas terjadi ketika putusnya rantai molekul diakibatkan reaksi hidrolisis yang terjadi pada jembatan glukosida, sehingga nilai kandungan selulosa serat daun nanas mengalami penurunan [4].

Penggunaan konsentrasi alkali berbanding lurus terhadap nilai kadar selulosa, semakin pekat konsentrasi alkali yang digunakan semakin tinggi kadar selulosa yang dihasilkan. Perlakuan alkali menyebabkan hemiselulosa terhidrolisis juga larut dalam air, sedangkan proses bleaching dapat menghilangkan sebagian besar lignin [8]. Proses bleaching pada penelitian ini menggunakan bahan NaOCl, sebelumnya bahan bleaching yang digunakan adalah NaClO₂. Penggantian NaOCl menjadi NaClO₂ dikarenakan harga bahan yang cukup mahal, dan sedikit. Sedangkan dalam penelitian ini memungkinkan terjadinya trial dan eror sehingga membutuhkan bahan yang tercukupi.

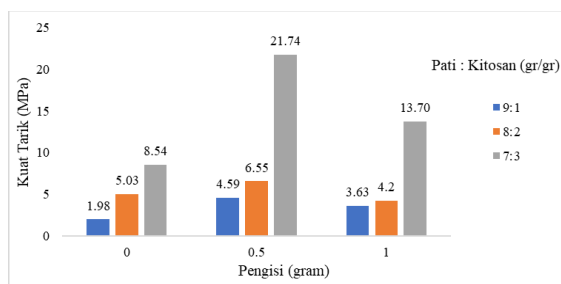
Sehingga pada penelitian ini bahan bleaching diganti menjadi NaOCl.

Tahapan selanjutnya pembuatan bioplastik. Bahan baku yang digunakan adalah pati kulit singkong lolos ayakan 200 mesh, kitosan, gliserol, dan selulosa. Larutan bioplastik diletakkan di atas hotplate dan diaduk pada kecepatan 375 rpm dengan temperatur 75°C selama 35 menit. Larutan bioplastik dituangkan kedalam cetakan kemudian cetakan tersebut dimasukkan ke dalam oven pada suhu 65°C selama 5 jam. Kemudian, bioplastik dilepaskan dari cetakan dan disimpan dalam zip bag lock.

1.1. Pengaruh Formulasi Bioplastik Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik

a) Kuat tarik

Bioplastik yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik. Sifat ini pada komposit dipengaruhi salah satunya oleh perbandingan antara matriks dan pengisi (filler) dalam komposit sehingga komposisi pati, kitosan dan pengisi (filler) pada bioplastik sangat berpengaruh pada kuat tariknya.



Gambar. 2 Grafik Pengaruh Formulasi Bioplastik Terhadap Kuat Tarik

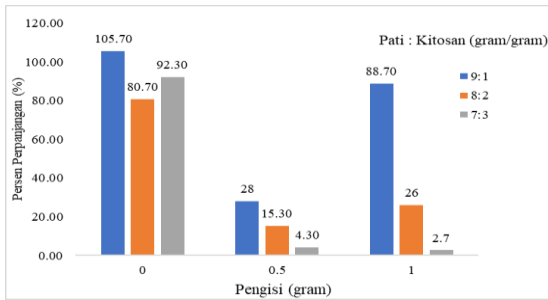
Berdasarkan Grafik pada Gambar 2 nilai kuat tarik dari bioplastik pada penelitian ini yang dihasilkan meningkat dengan seiring penambahan pengisi. Tingginya kuat tarik pada variasi bahan pengisi (filler) dipengaruhi adanya ikatan hidrogen intermolekuler yang terjadi antara gugus hidroksil (O-H) dari pati dengan gugus hidroksil (O-H) dan karboksil (COOH) selulosa sehingga ikatan tersebut

mengakibatkan kekuatan mekanik bioplastik menjadi semakin meningkat [14]. Penghilangan lignin pada selulosa yang bersifat hidrofobik akan meningkatkan interaksi antara matriks pati dan selulosa. Hal ini akan berpengaruh positif terhadap distribusi selulosa yang semakin baik dalam bioplastik. Menurut (Silviana & Hadiyanto, 2017) peningkatan nilai kuat tarik terjadi karena komponen komponen yang terdistribusi secara sempurna sebagai pengisi dengan menempati ruang ruang pada kerangka matriks pati

Selain Bahan Pengisi (filler), penambahan kitosan dapat mempengaruhi sifat mekanik bioplastik [14] semakin Semakin tinggi komposisi kitosan maka kuat tarik juga bertambah naik ini dikarenakan ikatan hidrogen yang terbentuk di dalam film plastik dengan adanya ikatan hidrogen ini menyebabkan film plastik semakin kuat dan sulit untuk putus. Dengan demikian pada penelitian ini formulasi bioplastik dengan nilai kuat tarik tertinggi pada pati-kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) selulosa 0,5 gram yaitu sebesar 21,72 MPa. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7188:2014 syarat nilai kuat tarik plastik dengan minimal 13 MPa. Bioplastik pada sampel 7:3 dengan pengisi (filler) 0,5 gram dan 7:3 dengan pengisi (filler) 1 gram masuk dalam standar kuat tarik SNI7188:2014 dengan hasil kuat tarik 21,74 MPa, dan 13,70 Mpa.

b) Persen perpanjangan

Persen perpanjangan dipengaruhi oleh interaksi antara pati, kitosan, selulosa dan pemlastis (plasticizer). Pengaruh formulasi bioplastik terhadap persen perpanjangan dapat dilihat pada Grafik Gambar 3



Gambar. 3 Grafik Pengaruh Formulasi Bioplastik Terhadap Persen Perpanjangan

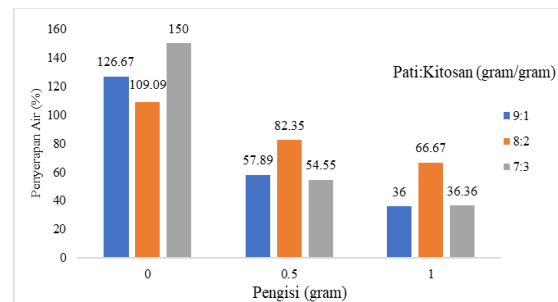
Berdasarkan Grafik pada Gambar 3 nilai persen perpanjangan film bioplastik cenderung menurun dengan penambahan bahan pengisi (filler) berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik pada bioplastik [3] Penurunan sifat mekanik perpanjangan putus juga dipengaruhi banyaknya penguat (kitosan) yang digunakan, semakin tinggi konsentrasi penguat digunakan mengakibatkan elongasi semakin menurun. Penambahan kitosan bisa mereduksi besarnya nilai dari elongasi bioplastik, hal ini mengindikasikan bahwa jumlah kitosan yang ditambahkan dapat menyebabkan penurunan jarak ikatan antar molekul. Penurunan jarak ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk antara molekul kitosan-amilosa-amilopektin.

Pada penelitian ini formulasi bioplastik dengan nilai persen perpanjangan yang baik didapatkan pada rasio pati-kitosan 9:1 dengan pengisi (filler) 0 gram yaitu sebesar 105,7 %. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7188.7:2016 syarat nilai perpanjangan putus plastik yaitu 21 – 220%. Bioplastik pada sampel 9:1 dengan pengisi (filler) 0 gram ; 0,5 gram ; 1 gram juga rasio pati-kitosan 8:2 dengan pengisi (filler) 1 gram serta rasio pati kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) 0 gram memenuhi syarat SNI 7188.7:2016 dengan hasil perpanjangan putus 105,70; 28; 88,70; 26; 92,3%.

1.2. Pengaruh Formulasi Bioplastik Terhadap Sifat Fisik Bioplastik

a) Penyerapan air

Uji penyerapan air atau swelling merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui daya serap bioplastik yang dihasilkan terhadap air. Derajat swelling hanya mengganggu ikatan intramolekul dan tidak memutuskan ikatan kimia pada suatu polimer. Menurut (Purnavita et al., 2020) semakin tinggi derajat swelling maka bioplastik sukar hancur dalam air meski daya serap tinggi, sebaliknya semakin rendah derajat swelling maka bioplastik semakin mudah hancur dalam air akibat adanya H₂O yang berdifusi ke dalamnya. Hasil uji penyerapan air atau swelling dapat dilihat pada Grafik Gambar 4.

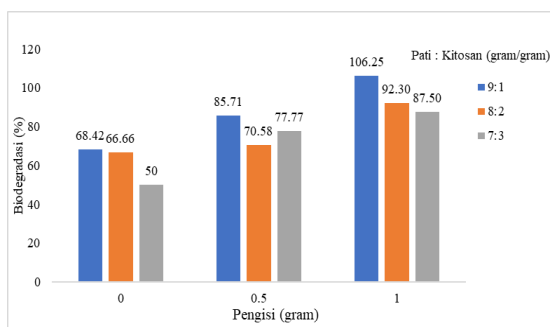


Gambar. 4 Grafik Pengaruh Penyerapan Air Terhadap Formulasi Bioplastik

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 nilai penyerapan air pada film bioplastik semakin menurun dengan seiring penambahan pengisi (filler). Hal ini mungkin di akibatkan selulosa mampu menurunkan daya serap air. Selulosa memiliki sifat hidrofobik sehingga dapat mengurangi sifat hidrofilik pati. Ditinjau dari struktur kimia, selulosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat sehingga sulit untuk bergabung dengan air [11]. terjadi nya penurunan nilai penyerapan air di duga karena intermolekul selulosa H₂O tidak dapat memasuki daerah kristalin dan hanya menyebabkan memasuki struktur amorf selulosa. Pada penelitian ini, nilai penyerapan air pada film bioplastik terendah didapatkan pada rasio pati-kitosan 9:1 dengan pengisi (filler) 1 gram yaitu 36%. Dan sampel dengan nilai penyerapan air tertinggi pada rasio pati-kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) 0 gram yaitu 150%.

b) Biodegradasi

Metode yang digunakan pada pengujian biodegradasi pada penelitian ini adalah metode soil burial test dengan menginkubasi sampel didalam tanah. Inkubasi ini dilakukan didalam wadah plastik terbuka dengan suhu kamar selama 10 hari. Setelah proses inkubasi selesai, sampel diambil, dibersihkan, ditimbang dan dihitung pengurangan massanya untuk mengetahui nilai kehilangan massa dan lajunya. Hasil perhitungan tersebut ditunjukkan pada grafik Gambar 5.



Gambar. 5 Grafik Pengaruh Biodegradasi Terhadap Formulasi Bioplastik

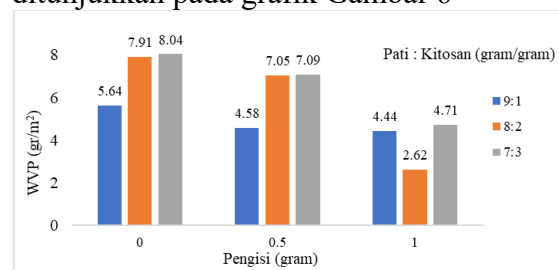
Berdasarkan grafik pada Gambar 3.4 bahwa penambahan selulosa sebagai pengisi (filler) pada film bioplastik berpengaruh nyata dengan persen kehilangan berat biodegradasi. bahwa semakin banyak selulosa yang dikandung oleh suatu plastik, maka semakin cepat plastik tersebut untuk terdegradasi. Pada saat menginkubasi film bioplastik di dalam tanah perubahan fisik juga mengalami perubahan seperti pengerutan dan kerusakan bioplastik. Hal ini disebabkan selulosa mempunyai gugus hidroksil (OH) yang menginisiasi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dalam tanah. Bioplastik berbahan baku pati dan selulosa memiliki gugus hidroksi O-H akan terdekomposisi menjadi potongan – potongan kecil hingga menghilang dalam tanah. Gliserol juga berperan dalam degradasi. Gliserol memiliki sifat hidrofilik menyumbangkan gugus OH untuk membantu mengabsorpsi air dalam tanah. Selain itu Kemampuan degradasi film bioplastik dipengaruhi juga

oleh berbagai faktor seperti jenis tanah, jenis mikroba, dan kelembaban.

Pada penelitian ini, nilai laju degradasi pada film bioplastik tertinggi pada rasio pati-kitosan 9:1 dengan pengisi (filler) 1 gram yaitu 106.25 % dan sampel dengan nilai terendah pada rasio pati-kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) 0 gram yaitu 50%. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7188.7:2016 syarat nilai biodegradasi plastik yaitu > 60%. Bioplastik pada sampel 9:1 dengan pengisi (filler) 0,5 gram ; 1 gram juga, rasio pati-kitosan 8:2 dengan pengisi (filler) 0 gram; 0,5 gram : 1 gram serta rasio pati-kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) 0,5 gram ; 1 gram, memenuhi syarat SNI 7188.7:2016 dengan hasil biodegradasi 85,71; 106,25; 66,66; 70,58; 92,30; 77,77; 87,50%.

c) Water Vapor Permeability (WVP)

Permeabilitas uap material dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu rasio hidrofilik dan hidrofobik, rantai polimer dan struktur kristal. Hasil uji water vapor permeability ditunjukkan pada grafik Gambar 6



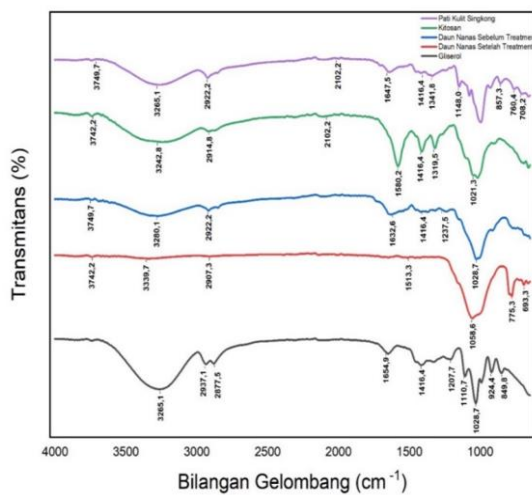
Gambar. 6 Grafik Pengaruh Permeabilitas Air (WVP) Terhadap Formulasi Bioplastik

Berdasarkan grafik pada Gambar 3.5 bahwa seiring dengan penambahan pengisi (filler) pada film bioplastik, nilai permeabilitas semakin menurun. Hal ini mungkin diakibatkan adanya kandungan selulosa akan membentuk jaringan matriks makin rapat sehingga molekul – molekul air akan sulit melewati film [7]. selulosa termodifikasi dapat bekerja efektif sebagai penghalang oksigen. Pada penelitian ini nilai permeabilitas tertinggi pada rasio pati-kitosan 7:3 dengan pengisi (filler) 0 gram dengan nilai permeabilitas 8,041 g/m².h

sedangkan nilai premeabilitas terendah pada rasio pati-kitosan 8:2 dengan pengisi (filler) 1 gram dengan nilai 2,62 g/m².h. Menurut [7], peningkatan nilai premeabilitas akan mengakibatkan kandungan uap air pada pangan yang dikemas akan semakin meningkat sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan mikroorganisme semakin semakin cepat. Film bioplastik dengan rasio pati-kitosan 8:2 dengan pengisi (filler) 1gram memiliki nilai premeabilitas terendah sehingga dapat menghambat perpindahan uap air dan baik digunakan dalam aplikasi kemasan.

1.3. *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Hasil analisa gugus fungsi pada film bioplastik ini ditunjukkan pada grafik pada Gambar 7



Gambar.7 Hasil Analisa FTIR Pati Kulit Singkong, Kitosan, Gliserol, Daun Nanas Sesudah Treatment, Daun Nanas Sebelum Treatment

Berdasarkan Tabel 3 hasil analisa gugus fungsi pati kulit singkong yaitu gugus fungsi O–H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3749.7 cm⁻¹, N–H pada 3265.1 cm⁻¹, O–H pada 2922.2 cm⁻¹, C=C pada 2012.2 cm⁻¹ dan 1647.5 cm⁻¹, N=N pada 1416,4 cm⁻¹, NO₂ pada 1341.8 cm⁻¹, C–O pada 1148.0 cm⁻¹, =C–H pada 998.9 cm⁻¹, C–H pada 857.3 cm⁻¹, C–Cl pada 760.4 cm⁻¹ dan 708.2 cm⁻¹.

Table 3. FTIR Pati Kulit Singkong

No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Pati Kulit Singkong	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1.	3749,7	O – H stretching (senyawa alkohol)	3000 – 3750
2.	3265,1	N–H stretching (amida)	3300 – 3250
3.	2922,2	O–H stretching (asam karbosilat)	3300 – 2500
4.	2102,2	C=C stretching (alkuna)	2260 – 2100
5.	1647,5	C=C stretching (alkena)	1680 – 1600
6.	1416,4	Azo Compound N=N Stretching (senyawa azo)	1450 – 1400
7.	1341,8	NO ₂ symmetric Stretching (senyawa nitro)	1370 – 1330
8.	1148,0	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000
9.	998,9	=C–H out-of-plane bending (alkena)	1000 – 600
10.	857,3	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690
11.	760,4	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690
12.	708,2	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690

Table 4. FTIR Kitosan

No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Kitosan	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1.	3742,2	O – H stretching (senyawa alkohol)	3000 – 3750
2.	3242,8	N–H stretching (amida)	3300 – 3250
3.	2914,8	O–H stretching (asam karbosilat)	3300 – 2500
4.	2102,2	C=C stretching (alkuna)	2260 – 2100
5.	1580,2	Pyridine C=N stretching (piridina), C=C stretching	1615 – 1565
6.	1416,4	Azo Compound N=N Stretching (senyawa azo)	1450 – 1400
7.	1319,5	Aromatic C–N stretching (amina)	1360 – 1250
8.	1021,3	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh hasil analisa gugus fungsi kitosan yaitu gugus fungsi O–H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3742.2 cm⁻¹, N–H pada 3242.8 cm⁻¹, O–H 2914.8 cm⁻¹, C=C pada 210.2 cm⁻¹, kombinasi C=C dan C=N pada 1580.4 cm⁻¹, N=N pada 1416.4 cm⁻¹, C–N pada 1319.5 cm⁻¹, dan C–O pada 1021.3 cm⁻¹.

Table 5. FTIR Daun nanas sebelum treatment

No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Daun Nanas Sebelum Treatment	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1.	3749,7	O – H stretching (senyawa alkohol)	3000 – 3750
2.	3280,1	N–H stretching (amida)	3300 – 3250
3.	2922,2	O–H stretching (asam karboksilat)	3300 – 2500
4.	1632,6	C=C stretching (alkuna)	2260 – 2100
5.	1416,4	Azo compound N=N stretching (senyawa azo)	1450 – 1400
6.	1237,5	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh hasil analisa gugus fungsi daun nanas sebelum *treatment* yaitu gugus fungsi O–H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3749.7 cm⁻¹, N–H pada 3280.1 cm⁻¹, O–H 2922.2 cm⁻¹, C=C pada 1632.6 cm⁻¹, N=N pada 1416.4 cm⁻¹, C–O pada 1237.5 cm⁻¹.

Table 6. FTIR Daun nanas setelah treatment

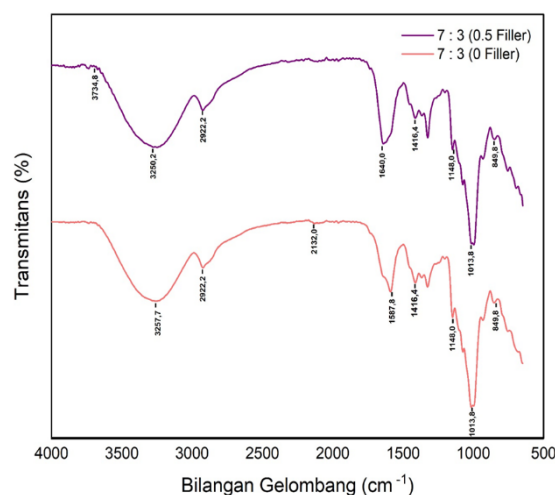
No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Daun Nanas Setelah Treatment	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1.	3742,2	O – H stretching (senyawa alkohol)	3000 – 3750
2.	3339,7	Si–OH stretching (senyawa silikon)	3700 – 3200
3.	2907,3	O–H stretching (asam karboksilat)	3300 – 2500
4.	1513,3	C=C stretching (senyawa aromatik)	1600 – 1430
5.	1058,6	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000
6.	775,3	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690
7.	693,3	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690

Berdasarkan Tabel 3.6 diperoleh hasil analisa gugus fungsi daun nanas setelah *treatment* yaitu gugus fungsi O–H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3742.2 cm⁻¹, Si–OH pada 3339.7 cm⁻¹, O–H 2907.3 cm⁻¹, C=C pada 1513.3 cm⁻¹, C–O pada 1058.6 , C–H pada 775.3 cm⁻¹ dan 693.3 cm⁻¹.

Table 7. FTIR Gliserol

No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Kitosan	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
1.	3265,1	N–H stretching (amida)	3300 – 3250
2.	2937,1	O–H stretching (asam karboksilat)	3300 – 2500
3.	2877,5	O–H stretching (asam karboksilat)	3300 – 2500
4.	1654,9	C=C stretching (alkena)	1680 – 1600
5.	1416,4	Azo Compound N=N Stretching (senyawa azo)	1450 – 1400
6.	1207,7	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000
7.	1110,7	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000
8.	1028,7	C–O stretching (alkohol dan fenol)	1300 – 1000
9.	924,4	=C–H out-of-plane bending (alkena)	1000 – 600
10.	849,8	Out-of-plane C–H bending (senyawa aromatik)	900 – 690

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh hasil analisa gugus fungsi gliserol yaitu gugus fungsi N–H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3265.1 cm⁻¹, O–H pada 2937.1 dan 2877.5 cm⁻¹, C=C pada 2907.3 cm⁻¹, C=C pada 1654.9 cm⁻¹, N=N pada 1416.4, C–O pada 1207.7 cm⁻¹, 1110.7 cm⁻¹ dan 1028.7 cm⁻¹ , =C–H pada 924,4 cm⁻¹ , C–H 849,8 cm⁻¹.



Gambar. 8 Grafik Hasil Analisa FTIR Bioplastik Rasio Pati-kitosan 7:3 dengan bahan pengisi 0 : 0,5 gram

Table 8. FTIR Pati-Kitosan 7:3 dan Filler 0; 0,5 grams

No.	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Gugus Fungsi	Bila Gelor (cr)
	Pati:Kitosan 7:3 dan Pengisi 0 gram	Pati:Kitosan 7:3 dan Pengisi 0,5 gram		
1.	-	3734,8	O-H stretching (senyawa alkohol)	3000
2.	3257,7	-	N-H stretching (amida)	3300
3.	2922,2	3250,2	O-H stretching (asam karboksilat)	3300
4.	-	2922,0	O-H stretching (asam karboksilat)	3300
5.	2132,0	-	C=C stretching (alkuna)	2260
6.	1587,8	-	Pyridine C=N stretching (piridina), C=C stretching	1615
	-	1640,0	C=C stretching (alkena)	1680
7.	1416,4	1416,4	N=N stretching (senyawa azo)	1450
8.	1148,0	1148,0	C-O stretching (alkohol dan fenol)	1300
9.	1013,8	1013,8	C-O stretching (alkohol dan fenol)	1300
10.	849,8	849,8	Out-of-plane C-H bending (senyawa aromatik)	900

Hasil analisa sampel bioplastik dengan rasio massa pati-kitosan 7:3 dan pengisi 0gram yaitu gugus fungsi N-H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3257.7 cm⁻¹, O-H pada 2922.2 cm⁻¹, C=C pada 2132.0 cm⁻¹, kombinasi C=N dan C=C pada 1587.8 cm⁻¹, N=N pada 1416.4 cm⁻¹, C-O pada 1148.0 cm⁻¹ dan 1013.8 cm⁻¹, C-H pada 849.8 cm⁻¹.

Hasil analisa sampel bioplastik dengan rasio massa pati-kitosan 7:3 dan pengisi 0,5gram yaitu gugus fungsi O-H ditunjukkan pada bilangan gelombang 3734.8 cm⁻¹, O-H pada 3250.2 dan 2922.0 cm⁻¹, C=C pada bilangan 1640.0 cm⁻¹, N=N pada 1416.4 cm⁻¹, C-O pada 1148.0 cm⁻¹ dan 1013.8 cm⁻¹, C-H pada 857.3 cm⁻¹.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan pengisi (filler) berupa serat selulosa dan kitosan berpengaruh terhadap sifat-sifat bioplastik yang dihasilkan.

Variasi rasio pati kulit singkong dan kitosan yang digunakan juga memberikan karakteristik bioplastik yang berbeda-beda. Selain itu, bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini telah menunjukkan kemampuan biodegradasi yang cukup baik. Secara keseluruhan, bioplastik berbahan dasar pati kulit singkong dan kitosan dengan penambahan bahan pengisi dari daun nanas telah menunjukkan sifat yang mendekati nilai standar sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Daftar pustaka

- Arizal, V., Darni, Y., Azwar, E., Lismeri, L., & Utami, H. (2017). Aplikasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol. Prosiding Dalam Rangka Seminar Nasional Riset Industri Ke 3 Balai Riset Dan Standardisasi Industri Bandar Lampung, September, 32–39.
- Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C. C., Banoub, J., & Le, T. A. T. (2021). Environmental impact of bioplastic use: A review. *Heliyon*, 7(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918>
- Darni, Y., Lismeri, L., Hanif, M., Sarkowi, S., & Evaniya, D. S. (2020). Peningkatan Kuat Tarik Bioplastik dengan Filler Microfibrillated Cellulose dari Batang Sorgum. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 18(2), 37. <https://doi.org/10.5614/jtki.2019.18.2.1>
- Fisika, D., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., & Alam, P. (2014). Karakterisasi bionanokomposit serat daun nanas sebagai bahan plastik kemasan makanan jerry rizky rudwiyanti.
- Iman, K., Djonaedi, E., & Hardiamn, M. Y. (2021). Pemanfaatan Pektin dan Kitosan dengan Plasticizer Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan

- Bioplastik. *Jurnal of Chemical Science*, 6(1), 1–9.
- Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., Septiyanto, R. F., & Affifah, I. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa dan Glukomanan. *Metana*, 16(1), 19–25.
<https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.29977>
- Rachmadiyani, R. (2020). Bab II Studi Literatur UNIKOM. 1–33.
[https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3903/8/UNIKOM_RACHMI_RACHMADIYANI_BAB II.pdf](https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3903/8/UNIKOM_RACHMI_RACHMADIYANI_BAB%20II.pdf)
- Selpiana, Patricia, & Anggraeni, C. P. (2016). Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol pada Pembuatan Bioplastik dari Ampas Tebu dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1), 18–26.
- Silviana, S., & Hadiyanto, H. (2017). Preparation of sago starch-based biocomposite reinforced microfibrillated cellulose of bamboo assisted by mechanical treatment. *AIP Conference Proceedings*, 1855.
<https://doi.org/10.1063/1.4985494>
- Sulityo, H. W., & Ismiyati. (2012). Pengaruh Formulasi Pati Singkong–Selulosa Terhadap Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik. *Konversi*, 1(2), 23–30.
- Wicaksono, R. (2013). Isolasi nanoserat selulosa dari ampas tapioka dan aplikasinya sebagai bahan pengisi film tapioka.
- Y. Darni, & H. Utami. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum,. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 7(4), 88–98.
- Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 185.
<https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Jabbar, U. F. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum*. L). Skripsi, 71.
- Jayanudin. (2009). Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida. *J. Rek. Pros.*, 3(1), 10–14.
- 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.
<https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi Dan Karakterisasi Selulosa: Review. *Jurnal Saintika Unpam : Jurnal Sains Dan Matematika Unpam*, 1(2), 177.
<https://doi.org/10.32493/jsmu.v1i2.2381>
- Purnavita, S., Subandriyo, D. Y., & Anggraeni, A. (2020). Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Komposit Pati Aren