

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah terlaksana, dapat diketahui bahwa selulosa dan kitosan dapat dibuat sebagai bahan baku pembuatan bioplastik *degradable* yang mampu menggantikan penggunaan plastik sintetis. Darni dkk., (2014) melakukan penelitian bioplastik *degradable* dengan bahan baku pati dari sorgum dan selulosa dari residu rumput laut yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik bioplastik *degradable* yang dibuat. Hasil terbaik dari penelitian ini yaitu pada perbandingan pati dan selulosa 6,5 : 3,5 (w/w) dengan uji kuat tarik sebesar 11,53 kPa, modulus young 46,95 kPa dan densitas sebesar 0,15 g/ml. Elastisitas terbaik dengan nilai 32,75% pada perbandingan pati dan selulosa 7,5 : 2,5 (w/w). Adapun hasil uji terbaik antara lain waktu kelarutan terlama selama 305 menit pada perbandingan pati dan selulosa 10:0 serta uji SEM dengan perbesaran 100x secara umum tidak merata antara pati dan selulosa, pada uji gugus fungsi terdapat gugus C=C; C-H; C-O; C≡C; O-H.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Utami dkk, (2014) bertujuan untuk menentukan karakteristik bioplastik *degradable* terbaik dari kulit pisang dengan penambahan gliserol dan kitosan. Hasil optimum yang diperoleh yaitu pada uji kuat tarik 8,55 MPa pada variasi pati dan kitosan 6:4 (v/v), uji ketahanan air terbaik pada perbandingan pati dan kitosan 5:5 (v/v) sebesar 20,75%. Selain itu, kadar air terendah pada variasi gliserol 1% sebesar 14%. Pada uji gugus fungsi terjadi perubahan gugus fungsi yang awalnya tergabung karena terdapat modifikasi pati menjadi putus yang mengakibatkan perubahan posisi gugus fungsi dan teralihkan oleh gugus kitosan dan gliserol.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ningsih & Ariyani, (2019) bertujuan untuk mengetahui hasil optimum pada karakteristik bioplastik *degradable* dari ubi nagara dan gliserol dengan variasi *carboxymethyl cellulose* (CMC). Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang optimum pada variasi CMC 9% pada uji kuat tarik 0,5281 N/mm², uji elongasi 114,7%, dan uji transmisi uap air

yang terendah 0,5281 N/mm². Nilai uji transmisi uap air telah sesuai dengan Japanese Industrial Standart 2-1707 dengan transmisi uap air maksimum 7 g/m²/hari.

Penelitian Lailyningtyas dkk, (2020) melakukan pembuatan bioplastik *degradable* dari pati ganyong dengan variasi selulosa tandan kosong kelapa sawit dan sorbitol untuk mengetahui hasil optimum pada uji mekanik bioplastik *degradable*. Pengujian yang telah dilakukan yaitu uji mekanik tertinggi pada kuat tarik dan elastisitas sebesar 24,931 MPa dan 3,407 MPa pada variasi selulosa asetat 2,5 gr dan sorbitol 1 ml. Adapun variasi selulosa asetat 2 gr dan sorbitol 5 ml dengan uji perpanjangan tertinggi sebesar 37,777% .

Penelitian yang telah dilakukan oleh Cengristitama & Insan, (2020) menggunakan selulosa dari sekam padi dan gliserol sebagai produk bioplastik *degradable* dengan penambahan kitosan. Hasil karakteristik pada perbandingan selulosa dan gliserol 1,4:4 (b/v) dapat meningkatkan ketahanan air yaitu 83,37%, uji degradasi terendah 14,28 mg/hari, waktu yang dapat terurai terlama selama 43 hari dan uji kehilangan berat terendah 16%. Pada uji organoleptik secara umum pada setiap variasi memiliki tekstur yang kasar, memiliki aroma, dan warna yang kusam.

Penelitian Dewi dkk, (2021) melakukan penelitian mengenai bioplastik *degradable* yang berbahan baku pati dari jagung dan selulosa dari limbah kertas untuk mengetahui hasil optimum bioplastik *degradable*. Hasil optimum diperoleh pada uji biodegradasi selama 13 hari menunjukkan bahwa pada variasi pati dan pulp selulosa 5:1 (w/w) dan 5:2 (w/w) dapat terdegradasi sempurna, dan pada variasi 5:0 (w/w) tersisa 40% dan variasi 5:3 (w/w) tersisa 20% dari ukuran bioplastik *degradable* semula. Uji daya serap air terendah sebesar 35,48% pada variasi 5:1 (w/w), uji tarik tertinggi 1,65 MPa pada variasi 5:2 (w/w) dan uji elongasi tertinggi 37,5% pada variasi 5:0 (w/w).

Penelitian yang telah dilaksanakan oleh Suryani dkk, (2021) bertujuan untuk menentukan sifat mekanik yang terbaik dari bioplastik *degradable* berbahan baku protein dari ampas tahu dengan variasi kitosan dan gliserin. Hasil yang telah di uji menunjukkan pada variasi gliserin 30% tanpa kitosan memiliki uji kuat tarik

tertinggi 2,12 MPa dan uji ketahanan air terendah 49,7% serta pada variasi 30% dengan penambahan kitosan 5% memiliki uji elongasi tertinggi 2,2%.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurwidiyani & Triawan, (2022) membuat penelitian bioplastik *degradable* dari pati biji durian dan penambahan sorbitol dengan variasi selulosa dari sabut kelapa. Hasil uji yang diperoleh pada uji tertinggi pada kuat tarik sebesar 7,28 MPa dan elastisitas sebesar 0,73 MPa pada variasi selulosa 4%. Hasil uji gugus fungsi pada bilangan geombang 1246 cm^{-1} dan 1642 cm^{-1} mengalami penurunan intensitas serapan yang merupakan karakteristik lignin dan hemiselulosa serta terdapat gugus -OH , C-H , dan C-O .

Pada penelitian Afdal dkk, (2022) membuat penelitian plastik *biodegradable* dari selulosa tongkol jagung dan kitosan dengan variasi *plasticizer* sorbitol. Hasil uji yang telah dilakukan bahwa uji tarik tertinggi pada variasi *plasticizer* sorbitol 10% dengan nilai 2,7750 MPa, pada variasi *plasticizer* sorbitol 30% memiliki uji ketahanan air maksimum dengan persentase 28,38% serta dapat terdegrasi selama 9 hari dengan nilai 90,24%, uji elongasi terbaik pada variasi *plasticizer* sorbitol 50% dengan nilai 16,95%, dan plastik *biodegradable* memiliki gugus fungsi O-H , CH_2 , C-O , dan N-H_2 .

Pada penelitian Kamaluddin dkk, (2022) melakukan penelitian mengenai bioplastik dari selulosa limbah kertas dengan penambahan *plasticizer*, hasil yang diperoleh pada sintesis selulosa yaitu memiliki gugus fungsi C=O dan C-O . Pada bioplastik selulosa dengan *platicizer* memiliki kuat tarik $3,2893 \text{ N/mm}^2$, elongasi 5,16%, dan modulus young 0,6002 N pada hasil tersebut diperoleh pada kontrol 0% tanpa *plasticizer*. Pada uji biodegradasi pada *plasticizer* 25% baik gliserol dan sorbitol memiliki persen kehilangan pada hari ke-12 sebesar 28,33% dan 37,58%. Nilai daya ketahanan terhadap air tertinggi pada kontrol 0% sebesar 75,81% dikarenakan sifat dari selulosa asetat yang tidak dapat larut dalam air.

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	(Darni dkk, 2014)	Mengetahui uji karakteristik bioplastik <i>degradable</i> yang berbahan baku pati dari sorgum dan selulosa dari residu rumput laut dengan penambahan gliserol	Hasil optimum yang diperoleh yaitu pada uji kuat tarik sebesar 11,53 kPa dengan perbandingan pati dan selulosa 6,5 : 3,5 (w/w); modulus young 46,95 kPa dan densitas sebesar 0,15 g/ml. Elastitas terbaik pada perbandingan pati dan selulosa 7,5 : 2,5 (w/w) sebesar 32,75%. Hasil uji waktu kelarutan terlama selama 105 menit, uji SEM secara umum tidak merata, dan uji gugus fungsi terdapat gugus C=C; C-H; C-O; C≡C; O-H	Bahan baku, pelarut
2.	(Utami dkk., 2014)	Mengetahui hasil optimum bioplastik <i>degradable</i> dari kulit pisang dengan penambahan kitosan dan gliserol	Hasil terbaik diperoleh pada variasi pati:kitosan 6:4 (v/v) diuji kuat tarik sebesar 8,55 Mpa, ketahanan air terbaik pada variasi 5:5 (v/v) dengan persen air 20,75%. Pada ujigugus fungsi awal mula gugus fungsi bergabung karena adanya	Bahan baku, pelarut

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			modifikasi pati dan terjadi pemutusan gugus fungsi serta posisi gugus fungsi teralihkan oleh gugus kitosan dan gliserol.	
3.	(Ningsih & Ariyani, 2019)	untuk mengetahui hasil optimum pada karakteristik bioplastik <i>degradable</i> dari pati ubi nagara dan gliserol dengan variasi CMC	Pada konsentrasi CMC 9% memiliki transmisi uap terendah dan uji kuat tarik optimum dengan nilai 6,370 g/m ² /hari dan 0,5281 N/m ² . Adapun hasil uji terbaik pada daya serap air yang terendah 36,364% dan ketebalan yang terkecil 0,13 mm dengan tanpa CMC, uji ketahanan air terkecil dan uji elongasi terbaik pada variasi CMC 12% dengan nilai 32,458% dan 116,1%.	Bahan baku, pelarut
4.	(Lailynin gtyas dkk, 2020)	Menentukan hasil uji mekanik yang terbaik pada bioplastik <i>degradable</i> dari pati ganyong dengan variasi	Uji kuat tarik tertinggi 24,931 MPa dan elastisitas 3,407 MPa pada variasi selulosa asetat 2,5 gr dan sorbitol 1 ml, serta nilai perpanjangan maksimum sebesar 37,777% pada	Bahan baku, pelarut dalam proses maserasi, jenis <i>plasticizer</i>

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		selulosa asetat dari tandan kosong kelapa sawit dan sorbitol	variasi selulosa asetat 2 gr dan sorbitol 5 ml	
5.	(Cengristitama & Insan, 2020)	Mengetahui efektivitas dari bioplastik <i>degradable</i> menggunakan sekam sebagai selulosa yang diekstraksi menggunakan pelarut metanol. Penambahan gliserol dan kitosan dilakukan didalam pembuatan bioplastik <i>degradable</i>	Hasil terbaik antara gliserol dan selulosa dengan penambahan kitosan dengan perbandingan 1,4:4 memiliki ketahanan air 83,37% dan waktu pendegradasian terlama selama 43 hari. Pada uji organoleptik secara umum memiliki tekstur kasar, memiliki bau, dan warna kusam	Jenis Pelarut, proses <i>bleaching</i> pada selulosa, dan waktu maserasi

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
6.	(Dewi dkk, 2021)	Mengetahui hasil optimum bioplastik <i>degradable</i> dengan bahan baku pati dari jagung dengan penambahan selulosa dari limbah kertas	Diperoleh uji degradasi secara sempurna pada hari ke-13 yaitu pada variasi pati dan pulp selulosa 5:1 (w/w) dan 5:2 (w/w), dan pada variasi 5:0 (w/w) tersisa 40% dan variasi 5:3 (w/w) tersisa 20% dari ukuran bioplastik <i>degradable</i> semula. Uji daya serap air terendah sebesar 35,48% pada variasi 5:1 (w/w), uji tarik tertinggi 1,65 MPa pada variasi 5:2 (w/w) dan uji elongasi tertinggi 37,5% pada variasi 5:0 (w/w).	Bahan baku, jenis pelarut, proses pembuatan selulosa dan bioplastik <i>degradable</i>
7.	(Suryani dkk., 2021)	Untuk menentukan hasil sifat mekanik yang terbaik bioplastik <i>degradable</i> dari protein ampas tahu dengan variasi kitosan dan gliserin	Diperoleh uji elongasi tertinggi 2,2% pada variasi gliserin 30% dan kitosan 5 ml, variasi gliserin 30% tanpa kitosan memiliki uji ketahanan air terendah 49,7% dan uji kuat tertinggi 2,12 MPa. Variasi gliserin tanpa kitosan dapat terdegradasi sempurna selama 14 hari dan persen	Bahan baku, jenis pelarut

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			uji berat menurun dengan bertambahnya gliserin. Penambahan kitosan pada gliserin, terdegrasi sempurna selama 7 hari dengan persentase kehilangan berat 100%. Hasil uji gugus fungsi tidak adanya gugus baru sehingga bioplastik <i>degradable</i> ampas tahu hanya beraksi secara fisika dan terdapat gugus OH yang berasal dari gliserin yang dapat mengikat air.	
8.	(Nurwidi yani & Triawan, 2022)	Untuk menentukan karakteristik bioplastik <i>degradable</i> dari pati biji durian dan penambahan sorbitol dengan variasi selulosa sabut kelapa	Hasil yang telah diuji memiliki nilai elastisitas dan kuat tarik tinggi sebesar 0,73 MPa dan 7,28 MPa pada variasi selulosa 4%. Uji gugus fungsi pada bilangan gelombang 1246 cm^{-1} dan 1642 cm^{-1} mengalami penurunan intensitas serapan yang merupakan karakteristik lignin dan hemiselulosa	Bahan baku, pelarut, jenis <i>plasticizer</i>

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			serta terdapat gugus –OH, C-H, dan C-O	
9.	(Afdal dkk., 2022)	Untuk mengetahui hasil optimum terhadap <i>plasticizer</i> sorbitol dalam proses pembuatan bioplastik yang berbahan baku selulosa tongkol jagung dan kitosan	Hasil yang diperoleh pada bioplastik memiliki ketahanan air maksimum 28,38% dan uji degradasi pada bioplastik dapat terurai maksimum 90,24% selama 9 hari pada variasi , <i>plasticizer</i> sorbitol 30%, pada variasi 10% sorbitol memiliki kuat tarik tertinggi yaitu 2,7750 MPa dan uji elongasi terbaik sebesar 16,94% pada variasi sorbitol 50%, serta memiliki gugus fungsi bioplastik OH, CH ₂ , C-O, NH ₂	Bahan baku, Pelarut pada pembuatan selulosa, jenis <i>plasticizer</i>
10	(Kamalu ddin dkk., 2022)	Mengetahui karakteristik dari bioplastik kertas HVS dengan pengaruh penambahan <i>plasticizer</i>	Hasil yang telah diuji pada penelitian ini yaitu memiliki gugus fungsi C=O dan C-O pada selulosa asetat, pada kontrol 0% memiliki uji ketahanan air pada bioplastik sebesar 75,81%, kuat tarik 3,2893 N/mm ² , elongasi 5,16%, dan	Bahan baku, pelarut pada pembuatan selulosa,

No	Nama Peneliti (tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			modulus young 0,6002 N. Pada uji <i>biodegradable</i> sebesar 28,33% dan 37,58% pada konsentrasi 25% gliserol dan sorbitol.	

2.2 Teori-Teori yang Relevan

2.2.1 Sekam Padi

Produk sampingan dari padi ialah sekam yang berasal dari pengolahan penggilingan padi, hasil penggilingan tersebut terdapat dedak berkisar 8-15%, sekam 20-30%, dan hasil beras diperoleh 50-63,5% dari data awal bobot gabah (Rahmiati dkk, 2019). Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Sekam padi berwarna kekuningan atau keemasan yang memiliki ukuran panjang 5-10 mm dan lebar 2,5-5 mm (Satriyani Siahaan dkk, 2013). Adapun klasifikasi ilmiah menurut Astomo, (2019) tanaman padi antara lain:

Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)
 Sub devisio : *Angiospermae*
 Kelas : *Monocothyledoneae*
 Ordo : *Poales*
 Famili : *Graminae*
 Genus : *Oryza Linn*
 Spesies : *Oryza sativa L.*

Sekam padi seringkali dimanfaatkan oleh masyarakat untuk pupuk, pakan ternak, dan pembuatan batu bata merah. Selain itu, sekam padi dapat dibuat menjadi arang aktif, kertas karbon, bahan bakar, dan batu baterai (Satriyani

Siahaan dkk, 2013). Sekam padi memiliki sifat kimia dan fisik antara lain terdapat kandungan karbon 1,33%, hydrogen 1,54%, oksigen 33,645, silika 16,98%, sulfur <1%, densitas 125 kg/m³ dan memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Kandungan selulosa yang tinggi pada sekam padi seringkali dimanfaatkan menjadi bahan baku briket karena saat pembakaran dapat merata dan konstan (Rohmah & Redjeki, 2014). Pemanfaatan tersebut dimanfaatkan untuk mengurangi penumpukan limbah sekam padi. Adapun gambar sekam padi yang dapat dilihat pada Gambar 2.1



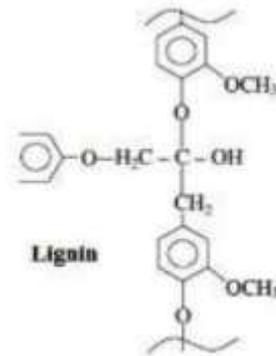
Gambar 2.1 Sekam Padi (Pribadi,2022)

Sekam padi memiliki unsur organik antara lain selulosa 58,85%, hemiselulosa 18,03%, dan lignin 46,97% (Cengristitama & Insan, 2020). Adapun kandungan kimiawi pada sekam padi yaitu kadar air 9,02%; protein kasar 3,03%; lemak 1,18%; serat kasar 35,68%; abu 17,17%; dan karbohidrat kasar 33,71% (Maulinda & Khalil, 2015).

2.2.2. Lignin

Lignin memiliki rumus molekul yaitu $[(C_9H_{10}O_2)(OCH_3)]_n$. Lignin merupakan polimer yang melimpah di alam dan terdapat pada dinding sel. Lignin berfungsi sebagai perekat pada tumbuhan (Suhartati dkk, 2016). Molekul kompleks yang dimiliki oleh lignin tersusun dari unit phenylpropane yang berikatan dalam struktur tiga dimensi (Zulmanwardi & Paramita, 2019). Lignin juga berperan melindungi hemiselulosa dan selulosa dari aksi kimiawi. Lignin merupakan perpaduan dari macam-macam senyawa yang berikatan kuat, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen, tetapi dengan perbandingan karbon lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa karbohidrat (Pasue dkk, 2019). Lignin

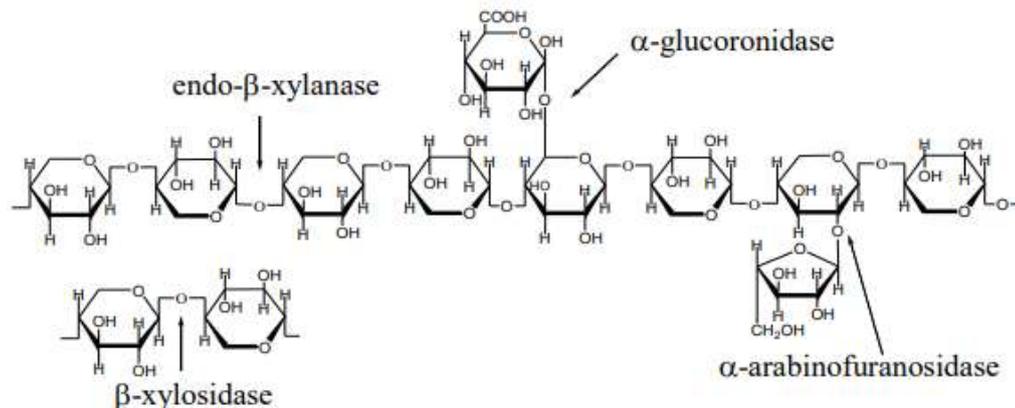
juga dikenal sebagai pengikat ion logam dan dapat menangkal logam yang dapat bereaksi dengan komponen lain sehingga tidak dapat larut dalam air (Kanani dkk, 2018). Berikut adalah struktur lignin yang dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Lignin (Kanani dkk., 2018)

2.2.3. Hemiselulosa

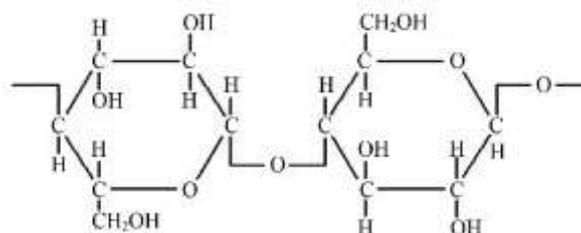
Hemiselulosa memiliki rumus molekul yaitu $(C_5H_8O_4)_n$ (Kurniaty, 2017). Hemiselulosa merupakan golongan polisakarida heterogen dengan berat molekul yang rendah dan biasanya hemiselulosa memiliki kadar 15-30% dari berat kering bahan lignoselulosa (Pasue dkk, 2019). Hemiselulosa memiliki fungsi yaitu sebagai penghubung lignin dan selulosa serta membuat jaringan antara selulosa, hemiselulosa, dan lignin menjadi lebih kaku (Anggoro & Rhozman, 2021). Hemiselulosa memiliki berat molekul lebih rendah dibandingkan selulosa, sehingga air mudah diserap oleh hemiselulosa, memiliki sifat plastis, dan memiliki struktur kontak antar molekul yang lebih luas dari selulosa (Pasue dkk., 2019). Menurut Zulmanwardi & Paramita, (2019) kandungan gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6) merupakan monomer gula penyusun hemiselulosa, seperti xylosa, arabionosa, glukosa, galaktosa, mannose, dan sebagian kecil rhamosa, asam galaturonat, asam metal glukoroat, dan asam glukoroat. Adapun struktur kimia hemiselulosa yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Struktur Hemiselulosa (Kurniaty, 2017)

2.2.4 Selulosa

Selulosa dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$, di mana n merupakan derajat polimerisasi. Selulosa ialah senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan merupakan senyawa organik serta penyusun dinding sel tanaman. Selulosa termasuk golongan polisakarida yang memiliki molekul tidak bercabang dan memiliki ratusan hingga puluhan ribu ikatan glikosida β -(1,4) unit D-glukosa, serta terbentuk rantai bersisian, kuat, dan lurus. Kandungan selulosa di alam tidak murni didapatkan begitu saja, namun saling berkaitan dengan polisakarida seperti lignin, pektin, hemiselulosa, dan xilan. Pada selulosa memiliki bentuk morfologi kristal dan amorf yang kompleks (Ratnayani dkk, 2021). Adapun struktur kimia dari selulosa yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Selulosa (Sumber : Sofia, 2020).

Selulosa tidak dapat terlarut dalam pelarut umum karena mempunyai ikatan hidrogen yang kuat (Alaydin dkk, 2020). Ikatan hidrogen yang terdapat pada struktur molekulnya memiliki peranan penting dalam menampilkan sifat-sifat fisik

selulosa (Balat dkk, 2008). Sifat dari selulosa yaitu memiliki kandungan serat, tegangan tarik yang tinggi, sukar larut dalam air dan pelarut organik (Yulianita Pratiwi Indah Lestari, 2022). Selulosa jika dengan rantai yang panjang dapat terdegradasi lama dikarenakan pengaruh suhu yang panas, bahan kimia dan pengaruh biologis serta memiliki sifat fisik yang kuat. Panjang, lebar, dan tebal molekulnya merupakan sifat fisika terpenting dari selulosa (Fernianti & Jayanti, 2016). Untuk mengetahui adanya gugus selulosa dapat mengacu pada (Husni dkk, 2018) ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Gugus Fungsi Selulosa (Husni dkk, 2018)

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Selulosa Murni
1	O-H Ulur	3750-3000	3350
2	C-H Ulur	3000-2700	2800
3	CH ₂ Tekuk	1475-1300	1431
4	C-H Tekuk	1300-1000	1300
5	C-O Ulur	1050-1000	1035

2.2.5 *Plasticizer*

Plasticizer memiliki berat molekul rendah yang berbahan organik, jika ditambahkan pada polimer mengurangi kekakuannya (Anandito dkk, 2012). Gliserol merupakan jenis *plasticizer* yang memiliki sifat hidrofilik, larut dalam air, dan meningkatkan sifat polar (Huri & Nisa, 2014). Dalam pembuatan bioplastik *degradable* perlunya *plasticizer* untuk mengurangi kekakuan dan kerapuhan pada bioplastik *degradable*. *Plasticizer* gliserol digunakan dapat mengurangi ikatan hidrogen dan peningkatan jarak antara molekul dari primer dapat menambah keelastisitasan pada bioplastik *degradable* (Setyaningrum dkk, 2020). Penggunaan konsentrasi *plasticizer* jika ditambahkan lebih banyak akan meningkatkan kelarutan (Coniwanti, 2014). Gliserol menjadi salah satu pemlastis yang banyak digunakan dalam proses pembuatan bioplastik *degradable*.

2.2.6 Isolasi selulosa

Untuk mendapatkan selulosa yang diperoleh dari alam perlu adanya proses dengan berbagai tahapan antara lain :

a) Maserasi

Maserasi ialah metode ekstraksi yang umum digunakan dikarenakan menggunakan metode yang sederhana dan suatu penguraian kandungan karbohidrat yang dapat menyebabkan bau tidak sedap dan menimbulkan gas karbondioksida (Novia dkk, 2017). Prinsip dasar maserasi yaitu dengan proses perendaman utamanya pada tanaman. Metode yang digunakan menggunakan pelarut yang sesuai, dengan suhu kamar dengan wadah tertutup. Proses maserasi menggunakan pengulangan atau pergantian pelarut yang baru setiap prosesnya. Jika pada proses telah mencapai kesetimbangan konsentrasi antara senyawa pada pelarut dan sel tanaman maka proses maserasi dihentikan (Mukhriani, 2014). Endapan yang diperoleh setelah proses maserasi selanjutnya disaring atau dipisahkan dengan pelarutnya.

Adapun kerugian dari metode ini yaitu membutuhkan banyak waktu, pelarut yang banyak, dan tidak menutup kemungkinan beberapa senyawa hilang. Daripada itu, terdapat senyawa yang mungkin sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun disisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhtarini, 2014).

b) Delignifikasi

Delignifikasi ialah proses awal untuk memutus ikatan lignin pada struktur lignoselulosa. Lignin dapat membentuk hubungan kovalen dengan komponen hemiselulosa. Keberadaan lignin menyebabkan sulitnya terdegradasi, sehingga keberadaannya membentuk lignoselulosa yang kompleks dan dapat menghambat selulosa untuk terurai (Yoricya dkk, 2016). Selulosa akan terbuka pada struktur lignoselulosa dengan proses delignifikasi. Proses delignifikasi merusak struktur lignin dan lepasnya kandungan karbohidrat. Perusakan struktur lignoselulosa merupakan salah satu langkah untuk mengubah lignoselulosa menjadi senyawa

gula. Proses delignifikasi pada umumnya menggunakan larutan alkali atau basa (Kurniaty, 2017).

c) Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi kimia antar air dan zat lain yang menghasilkan suatu zat serta menyebabkan suatu larutan terdekomposisi dengan menggunakan air (Novia dkk, 2017). Reaksi hidrolisis menggunakan reaksi endoterm (perluanya kalor) (Firdaus dkk, 2018). Hidrolisis bertujuan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan. Hidrolisis dapat memecah ikatan hidrogen sehingga ukuran tereduksi dari mikro menjadi nano. Perlakuan hidrolisis asam untuk melarutkan bagian amorfus sehingga mereduksi ukuran serat. Ketika larutan asam berdifusi kedalam serat terjadi pemisahan ikatan glikosidik sehingga terjadi pemisahan fibril pada selulosa (Axel dkk, 2017).

d) Bleaching

Proses *bleaching* atau pemutihan ialah salah satu metode untuk menghilangkan warna dari serat karena masih adanya kandungan lignin menggunakan bahan kimia. Proses pemutihan dimaksudkan untuk meningkatkan derajat putih, meningkatkan kebersihan yang mencakup kotoran anorganik dan sisa kulit (Coniwanti dkk, 2015). Proses pemutihan ini juga dapat menghilangkan lignin dan hemiselulosa (Axel dkk, 2017), serta tidak mengakibatkan kerusakan selulosa yang lebih besar (Herpendi dkk, 2019). Pada umumnya proses *bleaching* menggunakan bahan kimia dengan senyawa oksidator yang kuat yaitu Hidrogen Peroksida (H_2O_2).

2.2.7 Bioplastik Degradable

Plastik merupakan bahan yang sangat dibutuhkan oleh kegiatan manusia dikarenakan memiliki sifat mudah dibentuk, lentur, transparan, dan ringan. Namun, plastik memiliki kekurangan berupa sulitnya terdegradasi di lingkungan. Plastik membutuhkan waktu 10 sampai 1.000 tahun untuk dapat terurai di

lingkungan (Arisetuti dkk, 2021). Plastik yang sulit terdegrasi dapat menimbulkan persoalan lingkungan yang sangat serius dimasa sekarang dan di masa yang akan mendatang.

Salah satu solusi dalam mengatasi volume limbah plastik dengan adanya bioplastik *degradable*. Bioplastik *degradable* merupakan material yang dapat mengalami tranformasi struktur kimia seperti sifat-sifat yang terkandung yang terpengaruh oleh mikroorganismenya, dalam kondisi dan waktu tertentu (Matondang dkk, 2013). Selain itu, bioplastik *degradable* terbuat dari bahan-bahan organik yang dapat terurai oleh alam dan bakteri. Bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* yang dapat mendegradasi plastik *biodegradable* karena dapat memutus rantai polimer menjadi monomer-monomer. Hasil degradasi polimer menghasilkan CO₂, H₂O dan senyawa organik seperti aldehyd dan asam organik yang ramah bagi lingkungan (Aripin dkk, 2017).

Bioplastik *degradable* memiliki manfaat yang sama dengan plastik pada umumnya yaitu sebagai pembungkus makanan atau lainnya pembeda dari bioplastik *degradable* dan plastik sintetis yaitu dari bahan bakunya. Bahan baku pembuatan dari bioplastik *degradable* berasal dari alam yang mudah dijumpai dan terbarukan. Bahan baku dari bioplastik *degradable* yang memiliki kandungan selulosa, pati, dan lignin yang terdapat pada tumbuhan dan pada hewan antar lain kasein, protein, dan lipid (Nur dkk, 2020).

Pengujian bioplastik *degradable* dilakukan untuk mengidentifikasi bioplastik *degradable* tersebut dapat terdegradasi oleh alam, aman bagi makhluk hidup dan sifat fisik yang telah terstandar. Pengujian bioplastik dilakukan uji gugus fungsi, Standar Nasional Indonesia (SNI) No.7188.7:2022 dan Badan Standar Nasional (BSN 2016) mengenai kriteria bioplastik *degradable* ditunjukkan pada Tabel berikut ini.

Tabel 2.3 Uji Gugus Fungsi Bioplastik *Degradable*

Gugus fungsi	Senyawa	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
N-H	Amina	3200-3600*
C-H	Alkana	2850-2970*
C=C	Alkena	1610-1680*
C=C	Cincin aromatik	1500-1600*
C-H	Alkana	1340-1470*

Sumber: *(Hayati dkk., 2020)

Tabel 2.4 SNI Sifat Mekanik Ekolabel Plastik

No	Karakterisasi	Nilai
1	Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2	Perpanjangan putus/elongasi (%)	21-220
3	Hidrofobisitas (%)	99 (maks)

(Sumber : SNI 7188-7:2022)

Tabel 2.5 Kriteria, AmbangBatas, dan Metode Uji Verifikasi Bioplastik

No	Aspek Lingkungan	Persyaratan
1	Penggunaan bahan aditif	Tidak menggunakan warna azo
2	Degradabilitas	Pertumbuhan mikroba pada permukaan produk >60% selama 1 minggu
3	<i>Tensile Elongation</i>	Kuat beban yang diberikan maksimal kurang dari 50 kgf/cm ² .

(Sumber : BSN, 2016)

2.3 Hipotesis

Hipotesis atau dugaan sementara dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a) Karakteristik selulosa sekam padi pada proses delignifikasi 10% yang dilanjutkan dengan hidrolisis 5% dan 10% serta dengan adanya

penambahan proses *bleaching* menggunakan H₂O₂ terhadap rendemen, kadar air, kadar hemiselulosa, kadar lignin, dan kadar selulosa.

- b) Karakteristik selulosa sekam padi pada proses delignifikasi 15% yang dilanjutkan dengan hidrolisis 5% dan 10% serta dengan adanya penambahan proses *bleaching* menggunakan H₂O₂ terhadap rendemen, kadar air, kadar hemiselulosa, kadar lignin, dan kadar selulosa.
- c) Karakteristik selulosa sekam padi yang dilihat pada struktur permukaan, unsur penyusun, dan gugus fungsi.
- d) Karakteristik bioplastik pada selulosa 1 gr dengan penambahan kitosan 1,5 gr, asam asetat 2% 100 ml serta gliserol 1,5 ml dan 3 ml terhadap daya serap air, laju *biodegradable*, uji tarik, dan elongasi.
- e) Karakteristik bioplastik pada selulosa 1 gr dengan penambahan kitosan 2 gr, asam asetat 2% 100 ml serta gliserol 1,5 ml dan 3 ml terhadap daya serap air, laju *biodegradable*, uji tarik, elongasi, karakteristik permukaan dan gugus fungsi.
- f) Karakteristik bioplastik pada selulosa 2 gr dengan penambahan kitosan 1,5 gr, asam asetat 2% 100 ml serta gliserol 1,5 ml dan 3 ml terhadap daya serap air, laju *biodegradable*, uji tarik, dan elongasi.
- g) Karakteristik bioplastik pada selulosa 2 gr dengan penambahan kitosan 2 gr, asam asetat 2% 100 ml serta gliserol 1,5 ml dan 3 ml terhadap daya serap air, laju *biodegradable*, uji tarik, dan elongasi.
- h) Karakteristik bioplastik terhadap struktur permukaan dan gugus fungsi.