

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Plastik Sintetik

Plastik sintetis merupakan bahan yang sangat diperlukan bagi kehidupan manusia dan telah berkembang menjadi industri besar. Bahan kemasan yang berasal dari polimer petrokimia yakni plastik sangat populer digunakan karena memiliki beberapa keunggulan, yakni fleksibel (mengikuti bentuk produk), transparan, tidak mudah pecah, dapat dikombinasikan dengan kemasan lain, dan tidak korosif. Namun, polimer plastik tidak tahan terhadap panas dan dapat mencemari produk dengan migrasi komponen monomernya, sehingga berdampak terhadap keamanan dan kesehatan konsumen. Selain itu, kelemahan plastik yang lainnya adalah tidak dapat dihancurkan secara alami (non-biodegradable) sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan. Karenanya, bahan kemasan plastik tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara luas karena akan menambahkan persoalan dan kesehatan di waktu mendatang (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Alasan penggunaan plastik sintetis yang meluas, dikarenakan sifatnya yang kuat, tidak mudah rapuh, dan stabil. Namun ternyata, polimer plastik juga mempunyai berbagai kelemahan, antara lain sifatnya yang tidak tahan panas, mudah rusak dan dapat menyebabkan kontaminasi melalui transmisi monomernya ke bahan yang dikemas. Kelemahan lain adalah sifatnya yang tidak dapat dihancurkan secara alami (non -biodegradable) (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Sampah plastik bekas pakai tidak akan hancur meskipun telah ditimbun dalam waktu lama, sehingga mengakibatkan penumpukan sampah plastik dapat

menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan hidup. Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bukan logam (non-metalic material) yang penting. Saat ini bahan polimer telah banyak digunakan sebagai bahan substitusi untuk logam terutama karena sifatnya yang cenderung ringan, tahan terhadap korosi dan bahan kimia, serta murah, terutama untuk pengaplikasian pada temperatur rendah. Selain itu karena daya hantar listrik dan panas yang sangat rendah, kemampuannya dalam meredam kebisingan, variasi pada warna dan tingkat transparansi, serta kesesuaian desain dan manufaktur (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Proses pembentukan rantai molekul raksasa polimer dari unit-unit molekul terkecilnya (mer atau meros) melibatkan reaksi yang sangat kompleks. Proses polimerisasi tersebut secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis reaksi, yaitu polimerisasi adisi, dan polimerisasi kondensasi. Reaksi adisi, seperti yang terjadi pada proses pembentukan makro molekul polyethylene dari molekul-molekul etilen, terjadi secara cepat dan tepat tanpa produk samping sehingga sering disebut pula sebagai Pertumbuhan Rantai (Chain Growth). Sedangkan, polimerisasi kondensasi, misalnya terjadi pada pembentukan bakelit dari dua buah mer berbeda, berlangsung tahap demi tahap (Step Growth) dengan menghasilkan produk samping, seperti molekul air yang dikondensasikan keluar (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Plastik mempunyai titik didih dan titik leleh yang beragam, hal ini berdasarkan pada monomer pembentukannya. Monomer yang sering digunakan dalam pembuatan plastik adalah propena (C_3H_6), etena (C_2H_4), vinil khlorida (CH_2), nylon, karbonat (CO_3), dan styrene (C_8H_8).

Plastik adalah polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit mekul berulang, atau “monomer”. Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik terbentuk dari kondensasi organisasi atau penambahan polimer dan bisa juga terbentuk dengan menggunakan zat lain untuk menghasilkan plastik yang ekonomis.

Plastik sintetik sangat berpotensi menjadi material yang dapat mengancam kelangsungan hidup makhluk hidup. Penguraian sampah plastik dengan pembakaran akan menghasilkan senyawa dioksin yang berbahaya bagi kesehatan. Sampah bekas plastik tidak akan hancur meskipun telah ditimbun dalam waktu lama, sehingga mengakibatkan penumpukan sampah plastik dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup (Agustin & Padmawijaya, n.d.).

B. Biopolimer

Polimer adalah salah satu bahan rekayasa bersifat nonlogam yang sangat penting. Bahan polimer banyak digunakan karna memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap korosi dan bahan kimia, serta harganya yang terjangkau serta dapat diaplikasikan pada temperatur rendah dan dengan berbagai variasi warna.

Polimer alami adalah polimer yang dihasilkan dari monomer organik seperti pati, karet, kitosan, selulosa, protein dan lignin (Coniwati, dkk, 2014). Biopolimer banyak diminati oleh industri karena berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui, biodegradable (dapat diuraikan), mempunyai sifat mekanis yang baik, dan ekonomis. Saat ini, biopolimer banyak diteliti untuk menghasilkan film (plastik) yang dapat menggantikan keberadaan plastik sintetik. Terdapat tiga

kelompok biopolimer yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan film kemasan biodegradable, yaitu :

1. Campuran biopolimer dengan polimer sintetis : film jenis ini dibuat dari campuran gratula pati (5-20%) dan polimer sintesis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan). Komponen ini memiliki angka biodegradabilitas yang rendah dan biofragmentasi sangat terbatas.
2. Polimer mikrobiologi (polister) : biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Berbagai jenis ini diantaranya polihidroksi butirat (PHB), polihidroksi valerat (PHV), asam polilaktat dan asam poliglikolat. Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga. Tetapi karena proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan biodegradable ini relatif mahal.
3. Polimer pertanian : biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintesis dan diperoleh secara murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya selulosa (bagian dari dinding sel tanaman), kitin (pada kulit Crustaceae) dan pullulan (hasil fermentasi pati oleh *Pullularia pullulans*). Polimer ini memiliki sifat termoplastik, yaitu mempunyai kemampuan untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Kelebihan dari polimer jenis ini adalah ketersediaan sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah hancur secara alami (biodegradable). Polimer pertanian yang potensial untuk dikembangkan antara lain adalah pati gandum, jagung, kentang, pisang, casein, zein, concentrate whey and soy protein.

C. Bioplastik (Plastik Biodegradable)

Plastik biodegradabel merupakan plastik yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Plastik biodegradabel memiliki kegunaan yang sama seperti plastik sintetis atau plastik konvensional. Plastik biodegradabel biasanya disebut dengan bioplastik, yaitu plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Plastik biodegradabel merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Umumnya, kemasan biodegradabel diartikan sebagai film kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami. Plastik biodegradabel dapat berubah struktur kimianya (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Bioplastik adalah salah satu biopolimer yang dapat terurai secara alami oleh bantuan bakteri, jamur, alga atau mengalami hidrolisis dalam larutan berair. Bioplastik terdiri dari plastik biodegradable atau plastik bio-based. Biodegradable dapat diartikan dari tiga kata yaitu bio yang berarti makhluk hidup, degra yang berarti berurai dan able berarti dapat, jadi film plastik biodegradable adalah film plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Film plastik ini, biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Agustin & Padmawijaya, 2016).

Plastik biodegradable adalah plastik ramah lingkungan, dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme. Plastik biodegradable memiliki fungsi yang sama dengan plastik sintesis atau plastik konvensional. Plastik jenis ini biasa dikenal dengan istilah bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang sebagian atau hampir

seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui (Coniwanti, Laila, et al., 2014), (Agustin & Padmawijaya, 2016).

Bioplastik adalah bahan yang dapat berubah menjadi biomassa, H_2O , CO_2 , atau CH_4 melalui beberapa tahapan. Bioplastik berbahan dasar selulosa atau pati dapat didegradasi oleh bakteri dengan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbondioksida dan air, juga menghasilkan organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

Jenis plastik biodegradable antara lain *polyhidroksialkanoat* (PHA) dan poliasam amino yang berasal dari sel bakteri, *polyaktida* (PLA) yang merupakan modifikasi asam laktat hasil perubahan zat tepung kentang dan jagung oleh mikroorganisme dan poliaspartat sintesis yang dapat terdegradasi. Bahan dasar plastik berasal dari selulosa, kitin, kitosan, atau tepung yang terkandung dalam tumbuhan serta beberapa material plastik atau polimer lain yang terdapat di sel tumbuhan dan hewan (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

1. Fungsi Bioplastik

Bioplastik dapat digunakan untuk pengemasan produk-produk pangan. Bioplastik berfungsi sebagai penahan difusi oksigen dan uap air serta komponen *flavor* sehingga mampu menciptakan suatu kondisi atmosfer internal yang sesuai dengan kebutuhan produk yang dikemas. Keuntungan penggunaan bioplastik sebagai pengemas bahan pangan adalah mampu memperpanjang umur simpan produk dan bersifat ramah lingkungan. Disisi lain bioplastik memiliki banyak keunggulan yaitu fleksibel, tidak mudah pecah, transparan, ekonomis, kuat,

bentuk laminasi yang dapat dikombinasikan dengan bahan kemasan lain dan sebagian ada yang tahan panas dan juga stabil (Coniwanti, Laila, et al., 2014).

2. Komponen-komponen Bioplastik

a. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah protein dan karbohidrat. Film yang terbentuk dari karbohidrat berupa pati, gum (alginat, pektin, dan gum arab), dan juga pati hasil modifikasi secara kimia. Pembentukan film berbahan dasar protein dapat menggunakan kasein, protein kedelai, gluten gandum, dan protein jagung. Film yang terbuat dari hidrokoloid sangat baik digunakan sebagai penghambat perpindahan oksigen, karbondioksida, dan lemak. Film ini memiliki karakteristik mekanik yang sangat baik, sehingga cocok untuk memperbaiki struktur film agar tidak mudah hancur (Bourtoom, 2009).

Polisakarida sebagai bahan dasar *dible film* dapat digunakan untuk mengatur udara disekitar dan memberikan ketebalan serta kekentalan pada larutan *dible film*. Pemanfaatan *dible film* ini penting karena tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya yang murah, dan bersifat nontoksik (Bourtoom, 2009).

b. Lipida

Bioplastik yang berasal dari lipida biasanya digunakan sebagai penghambat uap air, ataupun bahan pelapis dalam meningkatkan kilap pada produk-produk permen. Film yang terbuat dari lemak murni bersifat terbatas karena menghasilkan kekuatan struktur film yang kurang baik. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain seperti lilin (wax), asam

lemak, monogliserida, dan resin. Lipida turut ditambahkan dalam edible film karena berperan dalam memberi sifat hidrofobik (Bourtoom, 2009).

c. Komposit

Komposit bioplastik terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit film terdapat dalam lapisan satu-satu (bilayer), dimana satu lapisan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida atau dapat berupa gabungan antara lipida dan hidrokoloid. Lipida diketahui dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid sendiri dapat memberikan daya tahan. Film gabungan antara lipida dan hidrokoloid dapat digunakan sebagai pelapis buah-buahan atau sayur-sayuran (Fei, 2012).

D. Bonggol Pisang

Pisang (*Musa paradisiaca*) adalah tanaman buah berupa herba yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman ini kemudian menyebar ke Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Tengah. Pisang termasuk salah satu buah yang mudah tumbuh di daerah iklim tropis basah, lembab dan panas dengan curah hujan optimal 1.520-3.800 mm/tahun dan 2 bulan kering (Rismanunandar, 2017).

Pisang merupakan jenis tanaman yang mempunyai beberapa komposisi baik pada kandungan karbohidrat, protein, fosfor dan kandungan lainnya yang penting dan dibutuhkan oleh manusia. Komposisi antara satu jenis pisang dengan lainnya hampir sama hanya jumlah kandungan gizinya yang berbeda. Buah ini sangat mudah ditemukan, dan harganya cukup terjangkau. Pada umumnya pisang ditanam untuk diambil buahnya dan daunnya untuk pembungkus. Tanaman pisang

hanya berbuah sekali seumur hidupnya, sesudah itu batang pisang dan bonggolnya ditebang dan dibiarkan begitu saja. Untuk menanggulangi limbah yang tak terpakai, bonggol pisang dimanfaatkan untuk di ambil patinya. Pati ini menyerupai tepung sagu dan tepung tapioka (Irmayanti, Irhami et al., 2022)

Klasifikasi tanaman pisang adalah sebagai berikut (Rismanunandar, 2017):

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub. Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotylae</i>
Bangsa	: <i>Musales</i>
Suku	: <i>Musaceae</i>
Marga	: <i>Musa</i>
Jenis	: <i>Musa Paradisiaca</i>

Bonggol pisang merupakan tanaman pisang berupa umbi batang (batang aslinya). Bonggol pisang juga dapat dimanfaatkan untuk di ambil patinya, pati ini menyerupai pati tepug sagu dan tepung tapioka. Menurut hasil penelitian menunjukkan komposisi bonggol pisang meliputi 76% pati, 20% air (Nurjati Solikhin, et al., 2022). Selain itu bonggol pisang cukup banyak mengandung karbohidat (11,6%), selulosa yang terkandung dalam bonggol pisang mencapai (58,89%), disamping mengandung mineral dn vitamin (Gusmarwani et al., 2010). Oleh sebab itu, bonggol pisang juga dipergunakan sebagai bahan makanan, baik untuk manusia maupun hewan. Karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi maka patinya dapat dipisahkan dari ampasnya (Agatha Permatasari Mayang, Reni Puspita Sari, Rif'an Fathoni et al., 2019).



Gambar 2.1 Bonggol Pisang (Setiawati et al., 2016)

Tabel 2.1
Kandungan Gizi Bonggol Pisang (Bernatal Saragih et al., 2013)

No	Kandungan Gizi	Bonggol Basah	Bonggol Kering
1	Energi	43	42.5
2	Protein (g)	0.36	3.45
3	Lemak (g)	0	0
4	Karbohidrat (g)	11.6	66.2
5	Kalsium (mg)	15.00	60.00
6	Fosfor (mg)	60.00	150.00
7	Zat besi (mg)	0.5	2.00
8	Vitamin A (SI)	0	0
9	Vitamin B1 (mg)	0.01	0.04
10	Vitamin C (mg)	12.00	14.00
11	Air (g)	86.00	20.00
12	Bagian yang bisa dimakan (%)	100	100

Menurut (Inayatul Wardah, 2014), pada proses pengolahan bonggol pisang, akan mengalami pencoklatan pada bonggol pisang. Reaksi pencoklatan enzimatis adalah proses kimia yang terjadi pada sayuran dan buah-buahan oleh enzim polifenol oksidase yang menghasilkan pigmen warna coklat (melanin). Proses pencoklatan enzimatis memerlukan enzim polifenol oksidase dan oksigen untuk berhubungan dengan substrat tersebut.

Kecepatan perubahan pencoklatan enzimatis dapat dihambat oleh beberapa inhibitor, biasanya cara yang dilakukan adalah perlakuan perendaman diantaranya adalah dengan cara perendaman air, perendaman asam sitrat dan perendaman

sulfit. Perlakuan-perlakuan tersebut memiliki perbedaan kekuatan penghambat reaksi pencoklatan.

E. Pati

Pati merupakan salah satu polisakarida yang terdapat dalam semua tanaman, terutama dalam jagung, kentang, biji-bijian, ubi akar, padi dan gandum. Pati terdiri atas dua macam polisakarida yang keduanya merupakan polimer dari glukosa. Polimer tersebut tersusun dari unit satuan α -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosidik dan ikatan α -1,6 glikosidik pada percabangan rantainya. Kedua polimer glukosa tersebut adalah amilosa dan amiopektin (Coniwanti, Pertiwi, et al., 2014).

Pati adalah karbohidrat polimer yang terdiri dari unit anhydrolucose. Ini bukan bahan yang seragam dan kebanyakan pati mengandung dua jenis polimer glukosa : molekul rantai linier yang disebut amilase dan polimer bercabang yang disebut amilopektin glukosa. Pati sering digunakan dalam makanan industri. Pati telah digunakan untuk menghasilkan bioplastik (*Biodegradable film*) yang dapat terbiodegradasi untuk mengganti sebagian atau seluruhnya polimer plastik karena biayanya yang rendah dan dapat diperbarui, dan memiliki sifat mekanik yang baik (Bourtoom, 2009).

Pati merupakan cadangan makanan yang secara alami terbentuk dalam akar, biji, dan batang dari beberapa tanaman tersebut antara lain adalah padi, kentang, ubi kayu, jagung, gandum dan sebagainya (Whisler, 1993). Pati terbentuk dengan struktur yang sangat terorganisasi, yang dikenal sebagai granula pati. Ketika dipanaskan dengan air, pati akan mengalami proses transisi, dimana granula

terpecah menjadi sebuah campuran polimer didalam larutan, yang dikenal sebagai gelatinisasi (Ratnayake dan Jackson, 2008). Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Setelah terjadi proses gelatinisasi, kemudian larutan gelatin dicetak atau dituangkan pada tempat pencetakan dan dikeringkan selama 24 jam. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat dari lepasnya air, sehingga gel akan membentuk bioplastik yang stabil (Ginting, dkk., 2014). Semakin kecil ukuran maka semakin luas permukaan, sehingga interaksi antara pengisi dengan matriks akan relatif kuat. Hal ini diperkuat oleh teori yang menyatakan bahwa reaksi antarfasa akan meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel pengisi komposit (Adryani dan Maulida, 2014). Selain itu, (Gunawan, dkk., 2016) juga menyatakan bahwa tingkat kerapatan susunan antar serat pada ukuran diameter kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran diameter yang besar, sehingga rongga antar serat yang terjadi pada susunan diameter kecil lebih rendah dibandingkan dengan diameter besar. Hal ini akan mengurangi kemampuan material komposit dalam menerima beban, sebab ikatan antar unsur penyusun komposit melemah.

Amilopektin berpengaruh terhadap kestabilan film sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Pati yang memiliki kadar amilosa tinggi akan menghasilkan film yang lentur dan kuat. Hal ini dikarenakan struktur amilosa memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antar molekul glukosa penyusunnya dan selama pemanasan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang mampu memerangkap air sehingga menghasilkan gel yang kuat, (Ginting & B, 2012).

F. Plastisizer

Sorbitol merupakan salah satu gula alkohol golongan karbohidrat fungsinya sebagai pengganti pemanis yang banyak digunakan karena relatif murah dan tidak sulit untuk dipatahkan. Sorbitol dapat diperoleh dari tanaman-tanaman yang berada dialam. Sorbitol juga diproduksi dari dalam tubuh manusia yang merupakan hasil katalisasi dari D-glukosa oleh enzim aldose reduktase, yang mengubah struktur aldehyd (CHO) dan molekul glukosa menjadi alkohol (CH₂OH) (Kristiani, 2015). Sorbitol dapat digunakan sebagai plastisizer dalam pembuatan bioplastik. Hal ini disebabkan karena bahannya yang relatif murah, mudah didapatkan, ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Selain itu, sorbitol memiliki sifat yang tidak mudah menguap sehingga pada saat proses pencampuran yang disertai dengan pemanasan, tidak terjadi pengurangan volume sorbitol (Coniwanti, Pertiwi, et al., 2014).

Plastisizer (bahan pelembut) adalah bahan organik yang ditambahkan pada suatu produk atau polimer dengan berat molekul rendah. Dengan adanya plastisizer maka akan mengurangi kekuatan sehingga meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Anita et al., 2013). Konsentrasi plastisizer berbanding lurus dengan kelarutan. Semakin banyak penambahan plastisizer maka akan meningkatkan kelarutan suatu film (Coniwanti, Pertiwi, et al., 2014).

Plastisasi adalah suatu prose penambahan zat cair atau zat padat untuk meningkatkan nilai elastisitasnya. Plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanis bahan polimer seperti kekuatan tarik, kelenturan, dan kemuluran. Prinsip dari proses plastisasi yaitu terjadinya dispersi molekul ke dalam fasa

polimer dan terbentuk larutan polimer-pemlastis (kompatibel). Proses dispersi yang sempurna akan menghasilkan sifat fisik yang berkualitas tinggi.

Gelatinasi adalah proses perubahan granula pada suhu tinggi dan sulit untuk kembali ke keadaan sebelumnya. Gelatinasi menyebabkan ikatan rantai pada polimer membentuk jaringan tiga dimensi yang saling berhubungan. Jaringan tiga dimensi ini akan menghentikan aliran air yang ada disekitarnya. Suhu gelatinasi bervariasi bergantung pada jenis polimernya (Coniwanti, Pertiwi, et al., 2014).

G. Gliserol

Senyawa yang penting dari alkil trihidrat adalah gliserol (propan-1,2,3-triol) dengan rumus $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$. Senyawa ini kebanyakan ditemui hampir disemua lemak hewani dan minyak nabati sebagai ester gliseril dari asam palmitat, stearat dan oleat. Senyawa ini bermanfaat sebagai anti beku (*anti freeze*) dan juga merupakan senyawa yang higroskopis sehingga banyak digunakan untuk mencegah kekeringan pada tembakau, pembuatan tinda dan parfum, obat-obatan, kosmetik, pada bahan makanan dan minuman serta penggunaan lainnya (Ginting & B, 2012).

Gliserin, atau juga sering disebut gliserol, merupakan unsur kimiawi yang bersifat organik. Gliserin dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya, banyak zat dapat lebih mudah larut dalam gliserol dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu gliserin merupakan jenis pelarut yang baik (Sari, Dewi Purnama, 2018).

Gliserol efektif digunakan sebagai *plasticizer* pada *film* hidrofilik, seperti *film* berbahan dasar pati, gelatin, pektin, dan karbohidrat lainnya termasuk

kitosan. Penambahan gliserol akan menghasilkan *film* yang lebih fleksibel dan halus. Gliserol adalah molekul hidrofilik yang relatif kecil dan dapat dengan mudah disisipkan di antara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen dengan amida. Gliserol dapat meningkatkan pengikatan air pada *edible film*. Gliserol merupakan cairan yang memiliki kelarutan tinggi, yaitu 71 g/100 g air pada suhu 25°C. Biasanya digunakan untuk mengatur kandungan air dalam makanan dan mencegah kekeringan pada makanan (Ginting & B, 2012). Bertambahnya jumlah gliserol dalam campuran pati-air mengurangi nilai tegangan dan perpanjangan (elongation).

H. Selulosa

Selulosa merupakan polimer alam yang paling melimpah, biokompatibel, dan ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, tidak beracun, serta dapat diperbarui. Selulosa belakangan ini digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam industri dan menyebabkan permintaan selulosa terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh semakin berkurangnya cadangan bahan baku yang berasal dari sumber daya alam tak terbarukan. Meskipun demikian, selulosa masih belum dapat dimanfaatkan di berbagai bidang karena kesukaran dalam pemrosesan akibat adanya ikatan hidrogen intra- dan antar molekul yang kuat pada struktur selulosa (Sari, Dewi Purnama, 2018).

Selulosa merupakan bahan dasar penyusun tumbuhan yang merupakan metabolit primer. Selulosa merupakan senyawa organik dengan rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$. Selulosa termasuk homopolisakarida yang dihubungkan oleh ikatan β -1-4 glikosida. Selulosa dapat dikonversi menjadi berbagai macam senyawa

kimia lain yang mempunyai nilai konvensional tinggi. Selulosa berupa zat padat amorf yang tidak larut dalam air dan pelarut organik umum. Dalam keadaan dingin, selulosa cukup tahan terhadap pengaruh asam mineral encer merupakan pengaruh enzim amilase. Hidrolisis sempurna dengan asam encer akan membentuk molekul-molekul glukosa (Sari, Dewi Purnama, 2018).

Selulosa juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik karena merupakan biopolimer dengan kadar serat yang tinggi. Sifat mekanik dari bioplastik selulosa berbanding terbalik dengan diameter serat. Pada tahun 1900, selulosa ditemukan dari suatu materi yang dilarutkan dalam natrium hidroksida 17,5%. Materi yang tidak larut tersebut dinamakan sebagai α -selulosa. Sedangkan, materi yang larut disebut β -selulosa dan γ -selulosa yang pada saat sekarang ini disebut dengan gula-gula dan jenis karbohidrat sederhana lainnya (Sari, Dewi Purnama, 2018)

Selulosa termasuk polimer hidrofilik dengan tiga gugus hidroksil reaktif tiap unit hidroglukosa, tersusun atas ribuan gugus anhidroglukosa yang tersambung melalui ikatan 1,4- β -glukosida membentuk molekul berantai yang panjang dan linier. Gugus hidroksil ini telah dimanfaatkan untuk memodifikasi selulosa dengan memasukkan gugus fungsi tertentu pada selulosa melalui teknik pencangkakan. Gugus hidroksil pada C2 dan C3 adalah gugus hidroksil yang terikat pada atom karbon sekunder, sedangkan gugus hidroksil pada C6 terikat pada atom karbon primer. Kereaktifan dan kesamaan gugus hidroksil primer dan sekunder ini berbeda. Dengan memilih monomer yang tepat, maka kekuatan mekanik dan stabilitas termal material berbasis selulosa yang dimodifikasi dengan teknik pencangkakan dapat ditingkatkan (Sari, Dewi Purnama, 2018). Struktur

kimia dari monomer yang tercangkok ke selulosa akan mempengaruhi sifat dari selulosa tersebut. Reaktifitas selulosa dapat ditingkatkan melalui proses pengembangan selulosa. Penyerapan air atau pelarut tertentu dapat menyebabkan pengembangan selulosa. Pengembangan selulosa merupakan tahapan yang diperlukan pada proses esterifikasi selulosa. Pengembangan selulosa dapat mempermudah pereaksi mencapai daerah kristalin. Kecepatan asetilasi pada selulosa yang telah mengalami pengembangan meningkat sekitar tiga kali lebih cepat daripada selulosa yang tidak mengalami pengembangan.

Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibagi atas tiga jenis (Nuringtyas, 2010), yaitu :

1. α - Selulosa (Alpha Cellulose) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 600 – 15000. α - selulosa dipakai sebagai penduga dan atau tingkat kemurnian selulosa. Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka semakin baik mutu bahannya.
2. Selulosa β (Betha Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 15 – 90, dapat mengendap bila dinetralkan.
3. Selulosa γ (Gamma Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) kurang dari 15, kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

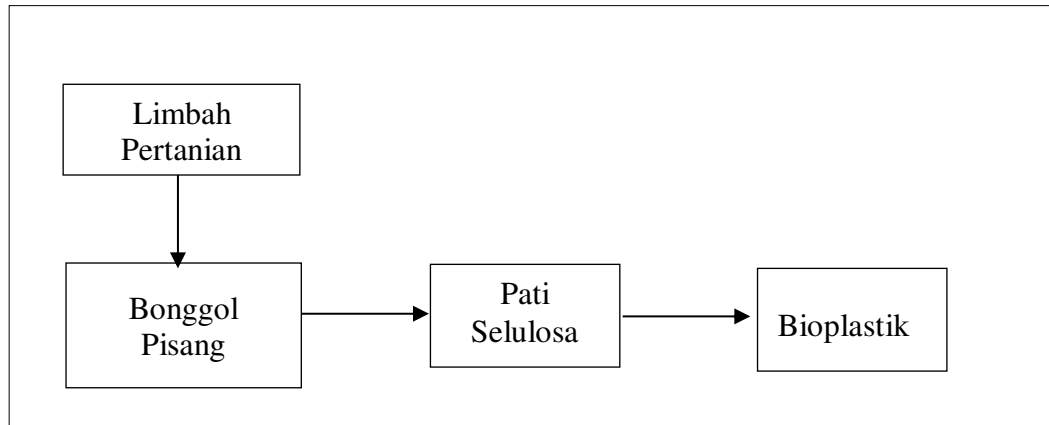
I. Review Penelitian Sebelumnya

Beberapa hasil penelitian sebelumnya disajikan pada tabel berikut :

Tabel 2.3
Hasil Review Penelitian

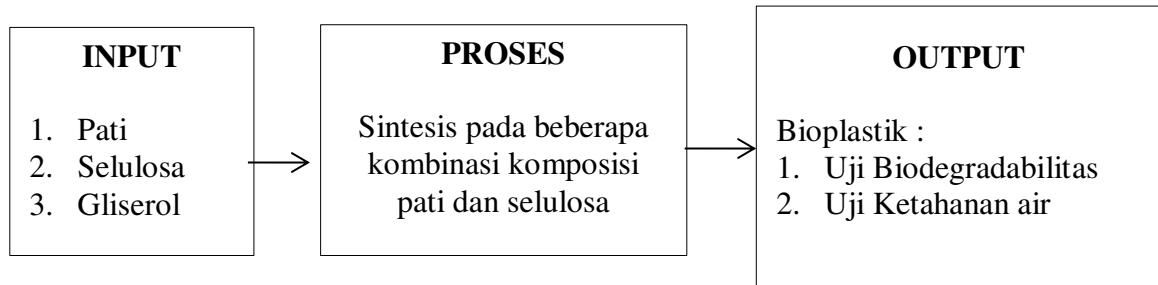
No	Penelitian	Bahan	Hasil
1	Isnan Prasetya, Siti Hani Istiqomah, Yamtana 2016	Pati bonggol pisang, gliserol	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung bonggol pisang mempengaruhi tingkat degradasi dari bioplastik yang dihasilkan. Komposisi 5:12 menghasilkan bioplastik dengan tingkat degradasi terbaik, yaitu diukur dengan metoda soil burial test menunjukkan terurai 27,88 % setiap 3 hari.
2	Dyah Iswatun Lailyningtyas, Musthofa Lutfi, Ary Mustofa Ahma 2020	Pati umbi ganyong, selulosa asetat, sorbitol	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Perlakuan terbaik pada pengujian Modulus Young yaitu pada perlakuan selulosa asetat 2,5 gram dan sorbitol 1 ml sebesar 10,221 Mpa.
3	Aminah Asngad, Risky Amella, Nurul Aeni 2018	Pati bonggol pisang, pati biji nangka elulosa kulit kacang tanah, gliserol	Pada K1G3 memiliki nilai rata-rata biodegradabilitas yang paling tinggi, yaitu 90,38% sedangkan K2G1 yang paling rendah yaitu 58,84%. Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil simpulan ada perbedaan hasil uji biodegradabilitas plastik biodegradable dari kulit kacang dengan bonggol pisang dan biji nangka dengan penambahan gliserol.
4	Roy Marthin Panjaitan, Irdoni, Bahruddin 2017	Selulosa batang pisang, pati umbi talas	Bioplastik dengan karakteristik terbaik diperoleh pada bioplastik dengan variasi ukuran serat selulosa 150 mesh dan kadar selulosa 15% dimana diperoleh nilai water uptake 37,50% dan biodegradasi 36,11%.
5	Sinda Intandiana, Akbar Hanif Dawam, Yus Rama Denny, Rahmat Firman Septiyanto dan Isriyanti Affifah 2019	Pati singkong, selulosa mikrokristalin	Hasil yang diperoleh pada bioplastik dengan penambahan kandungan selulosa 10% memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan bioplastik tanpa penambahan selulosa. Hasil yang didapatkan pada uji water uptake dan sudut kontak menyatakan bahwa bioplastik dengan penambahan kandungan selulosa bersifat hidrofilik.

J. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori
(Modifikasi penelitian Intandiana et al., 2019)

K. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

Pada pembuatan bioplastik sintesis menggunakan tiga bahan yaitu pati, selulosa, dan gliserol. Pada proses sintesis bonggol pisang diambil patinya dengan komposisi (3 gr, 4 gr, 5 gr), sedangkan untuk selulosa menggunakan ampas bonggol pisang yang telah diambil patinya dengan komposisi (1 gr, 2 gr, 3 gr, dan 0 sebagai kontrol). Kemudian menambahkan gliserol dengan komposisi tetap sebanyak 12 ml.

Untuk menguji biodegradabilitas bioplastik ditanam dalam tanah kompos supaya dalam kondisi tanah yang sama, dan diamati setiap 24 jam sekali. Pada uji ketahanan air pada bioplastik sintesis dilakukan dengan cara menimbang massa awal bioplastik sebelum direndam didalam air. Kemudian bioplastik direndam selama 20 detik, lalu ditimbang untuk menentukan massa akhirnya.

L. Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara atau dugaan sementara dari penelitian yang keberadaannya masih harus diteliti lebih lanjut (Arikunto, 2016). Adapun hipotesis dalam penelitian ini yaitu hipotesis alternatif (H_a). Berdasarkan kerangka konsep diatas penulis mengajukan:

1. Adanya pengaruh variasi pati terhadap uji biodegradabilitas dan ketahanan air bioplastik.
2. Adanya pengaruh variasi selulosa terhadap uji biodegradabilitas dan uji ketahanan air bioplastik.
3. Adanya pengaruh perbedaan kombinasi variasi komposit pati dan selulosa seterhadap uji biodegradabilitas dan uji ketahanan air bioplastik.