

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kitosan

Kitosan adalah senyawa polisakarida alami yang tersebar luas di lingkungan alamiah yang melimpah setelah selulosa yang diperoleh dari bahan dasar kitin (Najih, 2018). Kitosan adalah senyawa yang tidak beracun dan mudah terurai oleh bakteri. Kitosan memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai industri dan bidang kesehatan (Ummah, 2013). Kitosan adalah hasil olahan dengan sifat kationik, tidak berbaya, *biodegradable* dan biokompatibel. Kitosan lebih bersifat asam dan nukleofilik karena memiliki jumlah gugus amino (NH_2) yang lebih besar dibanding kitin. Penggunaan kitosan dalam berbagai aplikasi didukung oleh karakteristiknya yang memiliki sifat polikationik (Fahnur, 2017). Kitosan berperan sebagai bahan aditif dalam produksi bioplastik yang berfungsi meningkatkan transparansi pada produk bioplastik yang dihasilkan (Kristiani, 2015). Kitosan secara fisik tampak sebagai serpihan kuning pucat, tidak mengeluarkan bau dan tidak memiliki rasa. Meskipun tidak larut dalam air, kitosan dapat larut dalam larutan basa kuat, asam sulfat, serta beberapa jenis pelarut organik seperti alkohol, aseton, dimetilformamida dan dimetilsulfoksida (Najih, 2018). Asam asetat dianggap sebagai pelarut terbaik dalam pembuatan membran polimer yang berasal dari kitosan, karena mampu menghasilkan hasil yang optimal. Secara umum, kitosan dilarutkan dengan menggunakan asam asetat yang telah diencerkan hingga mencapai konsentrasi 1-2%. Asam asetat merupakan cairan transparan tanpa warna yang memiliki bau menyengat, rasa asam, dan dapat larut dengan baik dalam air, alkohol dan gliserol (Fahnur, 2017).

Kitosan banyak digunakan dalam berbagai industri, termasuk tekstil dan kertas sebagai bahan tambahan, film khusus untuk pembungkus makanan dan industri metalurgi untuk menyerap ion logam. Karena strukturnya yang unik dan rantai panjang gugus aminonya, maka kitosan diklasifikasikan sebagai jenis gula. Kitosan memiliki gugus amino bermuatan positif, yang membedakannya dari polisakarida lainnya yang biasanya bermuatan netral atau negatif (Fahnur, 2017). Adapun sifat kimia dan fisika kitosan dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Sifat kimia dan fisika kitosan

Aspek	Sifat	Nilai
Sifat Kimia	Bentuk fisik	Cair
	Kemurnian	95-99,5%
	Titik didih	290°C pada 1013 hPa
	Densitas relative	1,26 pada 20°C
	Viskositas	1410 mPa s pada 20°C
	Tegangan permukaan	63,4 Mn/m pada 20°C
Sifat Fisika	Penampilan	Putih atau kuning
	Bau	Tidak berbau
	Kelembaban	Max.12%
	De-asetilasi	Min. 70%
	Viskositas	Mas. 50 cps
	Transparansi	Min. 30 cm
	pH (dispersei 5%)	6,5-7,5
	Ukuran partikel	20-30 mesh
	Kelarutan	Min. 99% dalam HCl 6%

(Radhiyatullah dkk., 2015)

2.2. Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* merupakan alternatif cerdas yang terbuat dari bahan alami terbarukan dan memiliki sifat mampu terurai secara alami. Keunikan dari plastik ini terletak pada kemampuannya untuk diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga setelah digunakan, plastik ini dapat terdekomposisi menjadi air dan karbon dioksida (CO₂) yang ramah lingkungan. Pati menjadi bahan baku dalam produksi plastik *biodegradable* yang diekstrak dari berbagai bagian tanaman seperti daging buah, umbi hingga kulit buah. Hal ini menjadikan plastik *biodegradable* sebagai solusi potensial dalam mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan (Hardjono dkk., 2016).

Istilah *biodegradable* berasal dari gabungan tiga kata : *bio* berarti makhluk hidup, *degra* berarti terurai dan *able* berarti mampu. Maka dari itu, plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme disebut sebagai plastik *biodegradable*. Salah satu keunggulan plastik ini adalah sifatnya yang tidak tembus air, sehingga sering dimanfaatkan untuk keperluan pengemasan. Bahan dasar plastik *biodegradable* terdiri menjadi dua kategori yaitu sumber daya terbarukan seperti tumbuhan (pati dan selulosa) dan hewan serta petrokimia yang dicampurkan dengan bahan aditif bio-aktif (Wiradipta, 2017). Plastik terbagi menjadi dua jenis yaitu terbarukan dan

tak terbarukan. Yang pertama adalah *biodegradable* atau plastik yang mudah terdegrasi dan yang kedua adalah *non-biodegradable* atau plastik konvensional yang sulit terdegradasi (Kamsiati dkk., 2017).

Dengan bahan baku alami dari produk pertanian terbarukan, plastik *biodegradable* tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga lebih cepat terurai. Untuk memahami perbedaan plastik konvensional dan *biodegradable*, beberapa aspek perbandingan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Perbandingan antara plastik konvensional dengan plastik *biodegradable* pada beberapa aspek

Aspek	Plastik <i>Non-biodegradable</i>	Plastik <i>Biodegradable</i>
Bahan baku	Sebagian besar produk tersebut diproduksi menggunakan bahan baku yang bersumber dari sumber daya tidak terbarukan, seperti minyak.	Produk tersebut dari bahan baku yang berasal dari sumber daya terbarukan, seperti bahan-bahan nabati.
Teknologi	Produk tersebut telah mencapai tingkat keandalan yang tinggi dalam penggunaannya.	Beberapa produsen sudah mengembangkannya, tapi banyak yang masih dalam tahap penelitian.
Sosial	Produk telah populer dan banyak digunakan oleh masyarakat.	Produk masih belum banyak dikenal atau digunakan oleh masyarakat.
Ekonomi	Harga lebih murah.	Harga sedikit lebih mahal.
Lingkungan	Produk tidak ramah lingkungan, butuh ratusan tahun untuk terurai dan menghasilkan emisi karbon yang tinggi.	Produk ramah lingkungan, terurai secara alami dalam waktu singkat (3-6 bulan) dan memiliki emisi karbon yang lebih rendah.

(Kamsiati dkk., 2017)

2.2.1. Komposisi Plastik *Biodegradable*

Pembuatan plastik telah berkembang dengan mengganti bahan utama yang sebelumnya berasal dari minyak bumi dengan bahan sintesis yang mana diperoleh sifat-sifat yang diinginkan melalui seperti kapolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi. Sebelum menjadi polimer plastik tersusun dari monomer yang unit atau rantai paling kecil dan sederhana seperti yang ada pada plastik polivinil klorida (PVC) (Nisah, 2018).

Meskipun sebagian besar polimer plastik berasal dari turunan minyak bumi, bahan aditif dengan berat molekul rendah sering ditambahkan untuk meningkatkan sifat plastik seperti pemlastis, antiblok, antistatis, antioksidan, pelumas dan penyerap sinar UV. Solusi yang diusulkan untuk masalah ini adalah beralih ke plastik organik yang ramah lingkungan dan mudah terurai (Nisah, 2018).

Plastik *biodegradable* merupakan material yang mengalami perubahan struktur kimia akibat aktivitas mikroorganisme, sehingga sifat-sifatnya berubah seiring waktu. Sementara kemasan plastik *biodegradable* adalah polimer yang mengubah senyawa dengan berat molekul rendah dan proses degradasinya dimulai dengan metabolisme organisme secara alami pada salah satu tahapnya (Aripin dkk., 2017).

Bahan baku utama plastik *biodegradable* terdiri dari pati, selulosa dan asam laktat (PLA). Pati berasal dari tanaman penghasil karbohidrat seperti ubi jalar, singkong, jagung, sagu, dan berbagai umbi-umbian. Sementara itu, selulosa berasal dari limbah pertanian seperti pelepah nanas, jerami dan tongkol jagung. Meskipun selulosa mudah didapat dan sering dimanfaatkan sebagai bahan pengeras dalam produksi plastik *biodegradable*, ketiga bahan ini menawarkan solusi ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional. PLA dibuat dari bakteri laktat yang fermentasi terhadap substrat yang mengandung gula (Kamsiati dkk., 2017).

Plastik yang menggunakan pati sebagai bahan baku telah terbukti menghasilkan produk dengan kualitas yang sesuai harapan. Meskipun penambahan pati dapat meningkatkan kemampuan degradasi plastik, hal ini juga berdampak pada penurunan kekuatan mekanik. Untuk mengatasi penurunan kekuatan mekanis ini, perlu ditambahkan pemlastis atau bahan plastis (Nurrahmi dkk., 2020).

2.3. Pati

Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang ditemukan dalam sel tumbuhan serta beberapa mikroorganisme, berbentuk butiran atau granula dengan diameter yang dapat mencapai hingga beberapa mikron (Jabbar, 2017). Tumbuh-tumbuhan menggunakan pati sebagai cadangan makanan mereka. Pati tersimpan dalam

berbagai bagian tumbuhan termasuk biji-bijian seperti padi, jagung, dan gandum; umbi-umbian seperti singkong, ubi jalar, tas dan kentang; serta pada batang tanaman seperti aren dan sagu. Senyawa itu berfungsi sebagai penyimpanan glukosa yang dibutuhkan untuk proses metabolisme tumbuhan. Struktur pati dipengaruhi oleh panjang karbon serta bentuk molekulnya, baik yang lurus maupun bercabang. Bergantung pada sumber pati dan kelarutannya, berat molekul pati bervariasi (Wiradipta, 2017). Fotosintesis menghasilkan pati dalam granula-granula yang tidak larut di hampir semua bagian tanaman tingkat tinggi. Anhidroglukosa adalah satuan dasar pati dengan rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$ (Haryadi, 1993).

Setiap varian pati menunjukkan karakteristik unik yang dipengaruhi oleh panjang rantai karbon serta proporsi molekul lurus dan cabang. Akibatnya pati tidak pernah ditemukan dalam bentuk murni karena mengandung protein dan lemak. Didalam granula pati, terdapat setidaknya tiga unsur utama, yaitu amilosa, amilopektin dan bahan antara yang mencakup sekitar 5-10% dari total pati (Wiradipta, 2017). Dengan sifat elastis dan kemiripan performanya dengan plastik konvensional, pati menjadi alternatif yang tepat sebagai bahan dasar utama dalam pembuatan plastik *biodegradable* (Nur, 2017). Dalam banyak tanaman, pati tersimpan dalam bentuk butiran mikrosipis. Mikroorganisme atau enzim dapat menghidrolisis pati menjadi glukosa yang kemudian dimetabolisme menjadi karbon dioksida dan air. Sinar matahari dapat mendaur ulang karbon dioksida kembali menjadi pati sehingga banyak digunakan untuk membuat bioplastik yang ramah lingkungan (Kristiani, 2015).

Penelitian mengenai penggunaan pati sebagai bahan dasar plastik telah mencakup berbagai jenis pati, termasuk pati alami, pati yang telah dimodifikasi, dan pati bersifat termoplastik. Proses pengolahan pati disesuaikan dengan tujuan produk akhir, seperti pembuatan biopolimer (PLA) yang diperoleh melalui proses fermentasi pati. Pati memiliki potensi besar sebagai bahan bioplastik yang mencapai sekitar 85-90% pasar bioplastik saat ini (Wiradipta, 2017). Plastik *biodegradable* membutuhkan komponen tambahan untuk membentuk matrik yang memiliki kontinuitas dan kohesi yang memadai. Kohesi dalam material ini berperan penting dalam menentukan sifat mekanik plastik yang dihasilkan. Oleh

karena itu, polimer dengan berat molekul besar dan rantai panjang dipilih untuk membentuk matriks dengan kekuatan kohesif yang optimal (Ridwan, 2018).

Prinsip gelatinisasi digunakan untuk membuat plastik *biodegradable* dari bahan pati. Pembengkakan granula didalam sel tumbuhan sebagai hasil dari penyerapan air yang membentuk gel dikenal sebagai gelatinisasi. Proses ini mengubah granula sehingga sulit kembali kewujud asalnya. Peristiwa gelatinisasi juga dikenal sebagai koagulasi terjadi ketika molekul polimer atau senyawa terlarut diserap dan menghasilkan struktur tiga dimensi. Hal ini menyebabkan air terperangkap dan menghentikan pergerakan cairan disekitarnya. Selanjutnya proses pengorientasian partikel terjadi. Setian jenis pati memiliki suhu gelatinisasi yang berbeda dan bervariasi dalam kisarannya. Suhu gelatinisasi dapat diukur dengan termotor yaitu jagung 62-70 °C, beras 68-78 °C dan kentang 58-66 °C (Nur, 2017).

Gelatinisasi dimulai pada area amorf. Kejernihan dan kekentalannya meningkat saat suspensi dipanaskan. Pada tahap pertama, granula menggelembung dengan cepat dan proses penggelembungan akan terus berlanjut jika suhu terus meningkat dan air yang cukup tersedia untuk masuk ke dalam granula (Haryadi, 993). Ketika larutan pati dipanaskan maka pembentukan gel dimulai. Ketika butiran pati mengembang, ikatan hidrogen di area amorfnya terputus, sehingga granula pati akan hancur pada suhu tertentu. Komposisi air sangat penting selama proses gelatinisasi karena apabila larutan pati terlalu pekat maka partikel pati akan mengendap dan akan menghambat proses gelatinisasi (Kristiani, 2015).

2.3.1. Pemanfaatan Pati

Pati memiliki beragam manfaat, diantaranya sebagai bahan dasar dalam industri farmasi, makanan seta produk industri lainnya seperti tekstik dan pembersih (Jabbar, 2017). Pati juga memiliki manfaat sebagai karbohidrat dalam makanan pokok yang dibutuhkan tubuh. Pati akan terurai didalam tubuh dan menyimpan sumber energi secara bertahap untuk persediaan bahan bakar dalam tubuh. Glukosayang dihasilkan akan beredar melalui aliran darah dan diambil oleh sel-sel tubuh untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Glukosa berfungsi sebagai sumber energi disemua sel dalam tubuh, termasuk otak dan sistem saraf.

Di industri pangan, pati biasanya digunakan sebagai zat pengental atau penstabil. Bentuk pati alami (*native*) memiliki beberapa kekurangan, termasuk kecenderungan retrogradasi, ketahanan gel yang rendah dan kestabilan yang rendah. Maka dari itu diperlukan proses modifikasi pada pati (Syahputra Harahap, 2020). Pati banyak dimanfaatkan sebagai hidrokoloid karena memiliki beragam fungsi, baik dalam kondisi alami maupun setelah dimodifikasi, serta harganya yang relatif terjangkau. Bioplastik berbasis pati memiliki ketahanan mekanik yang baik, sehingga dapat memperkuat struktur produk yang mudah rapuh. Selain itu, bioplastik ini mudah larut sehingga menjadikannya ideal untuk produk yang perlu dipanaskan sebelum dikonsumsi (Wahyudi, 2009).

2.4. Kulit Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum* L) merupakan sumber karbohidrat yang dapat dijadikan alternatif makanan pokok dan menempati peringkat ketiga setelah beras dan gandum dalam konsumsi global. Sektor pertanian, termasuk hortikultura memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, dengan potensi besar untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sumber daya alam dan manusia yang melimpah (Suryowibisono dkk., 2020). Kentang sebagai komoditas tinggi mengandung mineral seperti fosfor, besi dan kalium. Selain itu, kentang juga kaya akan Vitamin B termasuk tiamin, niasin dan vitamin B6; serta mengandung sedikit vitamin A. Kehadiran senyawa antioksidan seperti antosianin, asam klorogenat dan asam askorbat semakin meningkatkan nilai gizi serta manfaatnya bagi kesehatan (Mohammad D dkk., 2015).

Limbah adalah material sisa yang terbentuk sebagai hasil dari berbagai aktivitas dan proses pengolahan, meliputi sektor rumah tangga, manufaktur, eksploitasi sumber daya, serta bidang lainnya (Suryowibisono dkk., 2020). Selain bagian umbinya, pemanfaatan dari limbah kulit kentang juga telah dilakukan. Pada kulit kentang didalamnya masih terdapat zat gizi seperti zat besi (Fe). Kulit kentang juga mengandung 11,5 kal; serat 5 gr; vitamin 7,8 gr; asam folat 5,5 mg; kalsium 19,8 mg; zat besi 4,1 mg; pottasium 322 mg dan sodium 3,1 mg (Widyastuti & Kunsah, 2017). Kulit kentang merupakan komponen utama dalam pengolahan limbah, namun menjadi masalah besar jika dalam kondisi basah karena mudah membusuk akibat mikroba. Selain itu, kulit kentang mengandung

berbagai nutrisi dan senyawa farmakologi yang bermanfaat. *Glycoalkaloids* dan polisakarida dalam dinding sel kulit kentang berpotensi dimanfaatkan sebagai antioksidan alami, bahan dasar pembentukan hormon steroid, serta sumber serat yang bermanfaat (Suryowibisono dkk., 2020). Asam klorogenat merupakan antioksidan yang terdapat dalam kulit kentang. Asam klorengenat memiliki aktivitas antioksidan yang efektif dalam mencegah pembentukan molekul relatif berbahaya. Jumlah senyawa fenolat dalam ekstrak dapat dianalisis melalui teknik penyerapan cahaya UV-Vis menggunakan prosedur *Folin Ciocalcu* dengan hasil perhitungan yang dinyatakan dalam bentuk asam galat (Mohammad D dkk., 2015).



Gambar 2. 1 Kulit Kentang

Selain dimanfaatkan untuk pupuk organik, pakan ternak atau dibuang sebagai sampah, kulit kentang juga memiliki potensi untuk dijadikan sumber energi. Namun, kandungan karbohidratnya yang tinggi membuat kulit kentang menjadi monomer selama proses hidrolisis yang menghasilkan bioetanol (Purba dkk., 2016).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Uhsnul Fatimah Jabbar (2017), kulit kentang sangat sering dikatakan sebagai limbah, tetapi didalam kulit kentang mengandung berbagai senyawa kimia yang masih memiliki nilai guna. Berdasarkan Tabel 2.3 kulit kentang memiliki kandungan pati sebesar 8,65%, sehingga potensial untuk dijadikan bahan dasar dalam pembuatan bioplastik.

Tabel 2. 3 Komposisi kimia kulit kentang

Kandungan kulit kentang	Kadar (%)
Nitrogen ekstrak	38,4
Protein	21,87
Serat kasar	20,69
Pati	8,65
Abu	6,51
Eter ekstrak	2,55
Gula deksrosa	1,44

(Jabbar, 2017)

Sebagaimana telah disebutkan pada firman Allah SWT dalam QS An-Nahl ayat 11:16,

يُنْزِلُ لَكُمْ بِهِ الزَّرْعَ وَالزَّيْتُونَ وَالنَّخِيلَ وَالْأَعْنَابَ وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Terjemahnya :

“Dengan (air hujan) itu Dia menumbuhkan untuk kamu tanam-tanaman, zaitun, kurma, anggur, dan segala macam buah-buahan. Sesungguhnya, pada demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berpikir”.

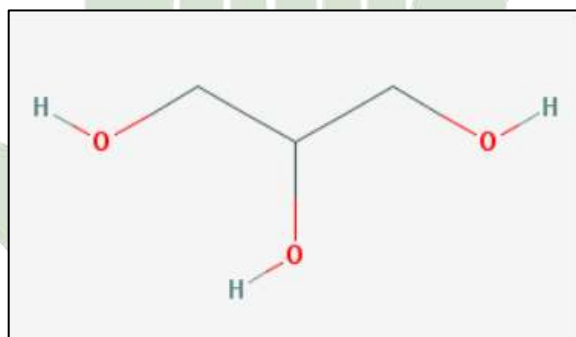
Menurut Quraish M. Shihab dalam tafsir Al-Mishbah menyatakan bahwa *Dia* yakni Allah SWT *menumbuhkan bagi kaum dengannya* dengan air hujan *tanaman-tanaman* dari cepat layu sampai dengan yang paling panjang usianya dan paling banyak manfaatnya. Dia menumbuhkan zaitun, salah satu pohon yang paling panjang usianya, begitu juga *kurma* yang bisa dimakan saat mentah ataupun matang, mudah dipetik dan sangat bergizi serta berkalori tinggi, lalu ada *anggur* yang bisa dijadikan makanan halal atau minuman yang haram *dan dari* segala macam atau sebagian *buah-buahan*, selain yang disebutkan. *Sesungguhnya pada yang demikian* yaitu pada saat curah hujan dan akibat-akibatnya itu *benar-benar ada tanda* yang sangat jelas bahwa yang mengaturnya adalah Maha Esa lagi Maha Kuasa. Tanda itu berguna *bagi kaum yang memikirkan* yang mana sumber airnya sama dan tanah tempat tumbuhnya berdempet, namun rasanya beragam dan berbeda-beda (Shihab, 2002). Sehingga kaitannya dengan penelitian ini yaitu menggunakan kulit kentang yang berasal dari tumbuhan kentang. Dengan Maha

Esa lagi Maha Kuasa-Nya menciptakan tumbuhan dari curah hujan menjadi bermacam-macam jenis tumbuhan.

Hubungan antara ayat di atas dengan penelitian ini terletak pada pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan utama dalam penelitian. Proses pembuatan plastik *biodegradable* dari sumber alami salah satu menjadi bukti kebesaran Allah SWT. Dalam penelitian ini digunakan tumbuhan kentang dimana kulit kentangnya akan dimanfaatkan dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

2.5. Gliserol

Gliserol adalah senyawa alkohol dengan rasa manis yang memiliki tiga gugus hidroksil ($-OH$). Keberadaan gugus hidroksil ini memungkinkan gliserol untuk larut dalam air (Lantara dkk., 2019). Gliserol terdiri dari rantai propana dengan tiga gugus hidroksil yang melekat, memiliki rumus molekul $C_3H_8O_3$ dan berat molekul 92,09 g/mol. Gliserol memiliki beberapa sebutan lain seperti gliserin, gliseritol dan glisil alkohol (Masthura, 2019). Gliserol merupakan cairan kental, bening dan tidak berbau yang menjadi bagian utama dari trigliserida dalam lemak dan minyak. Minyak kelapa mengandung sekitar 13,5% sedangkan minyak lainnya berkisar 9-12%. Struktur kimia gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur senyawa gliserol
(Lantara dkk., 2019)

Gliserol sering dimanfaatkan sebagai pelembab pada kosmetik karena sifatnya yang higroskopis yang memungkinkannya menyerap air dari udara. Selain sebagai *plasticizer* yang memiliki sifat hidrofilik, gliserol dapat mampu meningkatkan polaritas material serta mempercepat kelarutannya dalam air (Masthura, 2019). Gliserol biasanya ditemukan dalam lemak hewani serta minyak nabati dalam bentuk ester yang berikatan dengan asam palmitat, stearat dan oleat.

Gliserol memiliki sifat anti beku (anti *freeze*) dan sebagai senyawa higroskopis yang digunakan untuk mencegah tembakau kekeringan, serta untuk membuat tinta, parfum, obat, kosmetik dan bahan makanan dan minuman (Ginting, 2012). Gliserol dapat dihasilkan secara komersial melalui proses sintesis berbasis propilen maupun fermentasi gula dengan tambahan natrium bisulfit yang berperan dalam aktivasi ragi.

Pada tahun 1779 Scheele menemukan gliserol melalui proses safonikasi timbal oksida dengan minyak zaitun. Pada tahun 1819, Chevreul menemukan bahwa gliserol adalah ester asam lemak. Dia juga memberi nama “gliseol” yang berarti permen atau manis dan berasal dari bahasa Yunani (Lantara dkk., 2019). Adapun sifat fisika dan kimia gliserol yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Sifat fisika dan kimia gliserol

Sifat Fisika	Sifat Kimia
Berat molekul: 92,09 kg/mol	Larut dalam air.
Titik beku : 17,9°C	Merupakan senyawa hidroskopis.
Titik didih : 2014°C	Tidak stabil pada suhu kamar.
<i>Specific gravity</i> : 1,260	Rumus kimia gliserol $C_3H_8O_4$.
Densitas : 0,847 g/cm	
Viskositas : 34 cP	
Fasa : cair (30°C, 1 atm)	
Sempurna dalam air	
Mudah terhidrogenasi	
Merupakan asam lemah tak jenuh	

(Masthura, 2019)

Dengan tingkat kelarutan mencapai 71 g/ 100 g air pada suhu 25°C, gliserol adalah pilihan yang paling ideal untuk mengontrol kadar air pada makanan serta menjaga kelembapannya agar tidak cepat kering (Ginting, 2012). Gliserol banyak digunakan dalam produk alami. Aman untuk dikonsumsi dan tidak berbahaya. Gliserol dapat bercampur dengan berbagai bahan dengan baik. Sebagai *plasticizer*, gliserol membantu meningkatkan kelenturan bioplastik, mengurangi ikatan antar molekul pati dan memungkinkan polimer bergerak lebih bebas (Masthura, 2019).

Istilah gliserol digunakan untuk menyebut bentuk kimia murninya, sedangkan gliserin merujuk pada versi yang telah dimurnikan untuk pengguna komersial.

Rumus kimiawi dari senyawa unsur tersebut adalah $C_2H_5(OH)_3$. Gliserol adalah produk sampingan yang dihasilkan dari proses penguraian minyak atau lemak untuk memperoleh asam lemak serta nama dagang gliserol berbeda dengan gliserin karena tingkat kemurniannya yang lebih tinggi. Kegunaan gliserin bervariasi tergantung produknya, seperti digunakan sebagai pengawet buah dalam kalengan, bahan dasar lotion, dan sebagainya (Widyasari, 2010).

2.6. Minyak Jelantah

Minyak goreng tidak hanya berfungsi sebagai media penggorengan, tetapi juga berperan sebagai penghantar panas, penambah cita rasa serta sumber energi dalam makanan. Berbeda dengan lemak, minyak mengandung kadar asam lemak tak jenuh yang jauh lebih dominan dibanding gliserol. Trigliserida yang tetap dalam wujud cair pada suhu ruang ini terbentuk melalui interaksi tiga molekul asam lemak.

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak yang telah dipakai berkali-kali dalam proses pengolahan makanan. Minyak ini memiliki penampilan yang kurang menarik, berwarna coklat kehitaman, berbau tengik dan berpotensi membahayakan kesehatan tubuh (Hasbi, 2019).



Gambar 2. 3 Minyak jelantah (*waste cooking oil*)

(Nur, 2017)

Penggunaan minyak jelantah secara terus-menerus dapat membahayakan kesehatan manusia seperti memicu penyakit kanker, menyebabkan penumpukan lemak dalam pembuluh darah (*artherosclerosis*) dan menurunkan kemampuan tubuh dalam mencerna lemak. Oleh sebab itu, minyak jelantah mulai diolah sebagai bahan utama dalam pembuatan bahan bakar diesel. Dalam proses produksi biodiesel, minyak jelantah menghasilkan gliserol dengan kemurnian rendah (*crude glycerol*). Saat ini *crude glycerol* masih jarang dimanfaatkan dalam

industri biodiesel karena tingginya kandungan zat pengotor di dalamnya. Sehingga proses pemurnian *crude glycerol* sangat penting untuk dilakukan. Selain mengurangi limbah yang dihasilkan dari produk biodiesel, pemurnian ini juga dapat meningkatkan nilai tambah bagi industri biodiesel serta memberikan potensi keuntungan tambahan.

Tabel 2. 5 Perbandingan sifat fisik *crude glycerol* dengan gliserol murni

Sifat Fisik	<i>Crude Glycerol</i>	Gliserol Murni	Satuan
Densitas	1,1514	1,2620	g/ml
Viskositas	360,0765	1499	mPa.s
Kadar air	10,03	0,5	%
Kadar gliserol	32,23	99,5	%
Warna	Coklat kehitaman	Bening	-

(Aziz dkk., 2008)

Tabel 2.5 menampilkan perbedaan karakteristik fisik antara *crude glycerol* dengan gliserol murni yang diperoleh melalui pemurnian dengan melibatkan penambahan asam fosfat (H_3PO_4), karbon aktif serta air.

2.7. Parameter Fisis dan Mekanik Plastik *Biodegradable*

Parameter fisis dan mekanik pada plastik *biodegradable* berdasarkan beberapa standar terlihat pada Tabel 2.6 :

Tabel 2. 6 Parameter fisis dan mekanik plastik *biodegradable*

Sifat Uji	Parameter	Nilai	Jenis Plastik	Keterangan
Sifat Fisis	Daya serap air	2,33 – 16,63%	Bioplastik	ASTM D570-98
	<i>Biodegradable</i>	60%	Bioplastik	SNI 7188:2022
Sifat Mekanik	Kuat tarik	13,7 Mpa	Plastik	SNI 7818:2014
	<i>Elongation</i>	400 – 1.120%	<i>Biodegradable</i>	
Sifat Morfologi	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	-	-	-

2.8. Karakteristik Plastik *Biodegradable*

2.8.1. Daya Serap Air

Kemampuan bioplastik dalam menyerap air menunjukkan seberapa efektif material ini mempertahankan strukturnya saat terpapat cairan. Semakin besar daya air, maka semakin banyak rongga yang terbentuk dalam jaringan bioplastik (Ikhwanuddin, 2018). Bioplastik yang ideal diharapkan memiliki daya serap air yang rendah karena meskipun ukuran partikel pati tidak secara langsung menentukan tingkat penyerapan, partikel berukuran lebih kecil cenderung menghasilkan bioplastik dengan sifat penyerapan air yang lebih minim (Syura, 2020). Pengujian daya serap air sangat penting untuk mengevaluasi apakah karakteristik bioplastik mendekati sifat plastik konvensional. Plastik berbasis polipropilen (PP) yang memiliki daya serap air sekitar 1% dan ketahanan terhadap air hingga 100%, menjadikannya material yang sesuai untuk kemasan dengan kadar air yang tinggi (Najih, 2018). Selain itu, tingkat penyerapan air juga memengaruhi laju perpindahan uap air ke dalam struktur bioplastik. Nilai penyerapan ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut : (Jabbar, 2017)

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana :

W = Massa sampel uji sebelum perendaman (g)

W₀ = Massa sampel uji sesudah perendaman (g)

2.8.2. Uji *Biodegradable*

Uji *biodegradable* bertujuan untuk memastikan bahwasuatu bahan dapat terurai secara efektif dilingkungan. Proses penguraian terjadi karena berbagai faktor seperti reaksi hidrolisis atau jamur; serta paparan elemen lingkungan seperti angin, dan air. Pengujian ini melibatkan pemecahan material, baik secara parsial maupun menyeluruh melalui interaksi dengan mikroorganisme. Bahan yang mengandung komposisi alami, seperti plastik *biodegradable* berbasis pati yang umumnya mengalami proses penguraian lebih cepat dibanding bahan sintesis (Nur, 2017). Persen pengurangan massa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ biodegradable} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan, W_1 = Berat Awal (g)

W_2 = Berat akhir (g)

2.8.3. Kuat Tarik

Kuat tarik merujuk pada sejauh mana suatu material dapat menahan tekanan sebelum mengalami kerusakan atau terputus. Dalam konteks bioplastik, kuat tarik sering kali merujuk pada gaya maksimum yang dapat diterima selama pengujian. Faktor-faktor yang memengaruhi kuat tarik dan elongasi plastik *biodegradable* antara lain kadar pati, kadar serat penggunaan pemlastis dan bahan kompatibilitas. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan cara menarik bahan yang diuji untuk melihat sejauh mana material tersebut dapat meregang sebelum putus atau rusak. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan membagi beban maksimum (F_{maks}) yang diperlukan untuk memutuskan material dengan luas penampang awal (A_0) sesuai persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0} \quad (2.3)$$

Dimana :

σ = Kuat tarik (Mpa)

F_{maks} = Beban maksimum (N)

A_0 = Luas penampang (mm^2)

2.8.4. Elongasi

Elongasi merujuk pada seberapa jauh suatu material dapat meregang hingga mencapai batas putusnya, menunjukkan perubahan panjang maksimal selama proses peregangan (Kristiani, 2015). Secara umum, peningkatan jumlah *plasticizer* akan memperbesar daya regang bioplastik, sehingga material menjadi elastis sebelum mengalami kerusakan. Hal ini terjadi karena *plasticizer* mengurangi kekakuan rantai polimer sehingga memperbesar kemampuan bahan untuk meregang (Syura, 2020). Elastisitas suatu material (elongasi) dapat ditentukan dengan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula seperti persamaan berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dimana :

ε = Elastisitas/ regangan (%)

l_0 = Panjang mula-mula material yang diukur (mm)

Δl = Pertambahan Panjang (mm)

2.8.5. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Scanning Electron Microscopy (SEM) dimanfaatkan untuk mengamati struktur dan tekstur permukaan material dalam bentuk padatan dengan resolusi tinggi. Hal ini adalah teknik yang memungkinkan pengamatan lebih mendalam terhadap struktur mikron, topografi dan fraktografi sampel padat termasuk bahan seperti keramik, polimer dan logam. Pada skala dari mikto hingga nanometer, SEM menunjukkan tekstur dan sifat permukaan material (Syura, 2020). Dalam teknik SEM gambar diciptakan oleh berkas elektron yang terfokus pada permukaan material. Rasio antara luas area sampel yang dipindai dan luas tampilan pada monitor menentukan tingkat perbesaran. Perbesaran rendah digunakan untuk memperoleh gambaran umum tentang morfologi sampel. Jika struktur morfologi tampak seragam, perbesaran dapat ditingkatkan untuk analisis lebih rinci. Hal ini bertujuan agar data yang diperoleh dapat mewakili karakteristik morfologi sampel secara keseluruhan (Ridwan, 2018). Untuk menentukan apakah penyebaran partikel pengisi pada matriks merata atau tidak, hasil analisis SEM akan menunjukkan bagaimana partikel tersebar pada matriks (Syura, 2020).

2.9. Penelitian Relevan

Berdasarkan penelitian Dwi Fibriyani dkk (2017) yang berjudul “Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik *Biodegradable* Menggunakan *Plasticizer* Gliserin Dari Minyak Jelantah” yang bertujuan untuk menentukan cara terbaik untuk mengubah pati onggok singkong (POS) menjadi plastik *biodegradable* dengan memanfaatkan gliserin dari minyak jelantah (GMJ), untuk mengetahui komposisi yang tepat antara POS dan *plasticizer* serta untuk

mengetahui seberapa *biodegradable* plastik yang dihasilkan. Diketahui bahwa penelitian ini menggunakan komposisi POS adalah 15 gram dan 30 gram sedangkan komposisi GMJ adalah 5 ml, 10 ml, 15 ml. Berdasarkan dari penelitian tersebut ditemukan bahwa ketika POS dan GMJ meningkat maka derajat pengembunan juga meningkat dengan nilai 37,5-47,27%. Sebaliknya, komposisi yang paling mudah terurai adalah campuran 15 gram onggok singkong dengan 15 ml gliserin dari minyak jelantah yang menunjukkan sifat mekanik terbaik, seperti kuat tarik dan elastis optimal dengan nilai pengembunan sebesar 40,42%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Uhsnul Fatimah Jabbar (2017) dengan judul “Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum*. L)”. Penelitian ini berfokus pada penentuan kadar kitosan terbaik untuk mempengaruhi kualitas bioplastik yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, berbagai kadar kitosan yang digunakan adalah 0%, 3%, 4% dan 5%. Pengujian yang dilakukan adalah uji ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, ketahanan air dan analisis gugus fungsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik dengan kandungan kitosan memiliki ketebalan 0,25 mm dan nilai kuat tarik 23,388 MPa.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Muhammad Basrah Jaya Nur (2017) dengan judul “Pemanfaatan Bonggol Pisang dan Dedak Padi dalam Pembuatan Plastik *Biodegradable* dengan *Plasticizer* Gliserin dari Minyak Jelantah”. Berfokus untuk menentukan komposisi ideal antara tepung bonggol pisang dan dedak padi yang diberi *plasticizer* untuk menguji sifat tarik, elongasi, ketahanan air serta biodegradabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji ketahanan air yang memiliki komposisi optimal adalah 25% tepung dedak padi, 5% tepung bonggol pisang, 50% aquades dan 10% gliserin dari minyak jelantah dengan nilai ketahanan air sebesar 21,66%. Sementara itu, untuk uji kuat tarik dan elongasi, komposisi yang tepat adalah 30% tepung dedak padi, 5% tepung bonggol pisang, 50% aquades dan 10% gliserin dari minyak jelantah. Penelitian ini menunjukkan bahwa bioplastik yang mengandung kadar pati lebih tinggi menunjukkan laju penguraian yang lebih cepat dalam proses biodegradabilitasnya yaitu dalam waktu 7 hari.

2.10. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penambahan kitosan dapat mempengaruhi karakteristik pada pembuatan plastik *biodegradable* dari pati kulit kentang dengan menggunakan gliserol dari minyak jelantah.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN