

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Plastik

Plastik merupakan senyawa polimer yang terbentuk dari polimerisasi molekul-molekul kecil hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Pada umumnya bahan baku pembuatan plastik adalah minyak bumi, terutama hidrokarbon rantai pendek. Plastik yang digunakan saat ini merupakan polimer sintetik, terbuat dari minyak bumi yang bersifat *non-renewable* sehingga tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan (Nurfauzy, 2017).

Plastik dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu plastik termoplas dan termoset. Plastik termoplas merupakan plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Plastik tersebut antara lain polietilena (PE), polipropilena (PP), dan nilon. Plastik termoplas memiliki sifat lentur, mudah dibakar, tidak tahan panas, dan dapat didaur ulang. Sedangkan plastik termoset merupakan plastik yang tidak dicetak kembali setelah mengalami suatu kondisi tertentu. Plastik tersebut antara lain polyurethane (PU), urea formaldehyde (UF), dan polyester. Plastik termoset memiliki sifat kaku, tidak mudah dibakar, dan tahan terhadap suhu tinggi (Anggraini, 2013).

Plastik pada umumnya digunakan sebagai bahan pengemas karena sifatnya yang kuat, ringan, dan praktis. Selain itu, beberapa keunggulan plastik antara lain kuat, tidak mudah pecah, transparan, tahan air, dan ekonomis (Nurlita, 2017). Sifat mekanik plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia ditunjukkan pada Tabel berikut

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Plastik

Karakteristik	Nilai
Kuat Tarik (Mpa)	24.7 – 302
Persen Elongasi (%)	21-220

Sumber : SNI 7188.7: 2016

2.2. Plastik Biodegradable (PB)

Plastik biodegradable adalah polimer *biodegradable* alami yang diakumulasi oleh mikroorganisme. Polimer merupakan makromolekul besar yang terbentuk dari unit-unit atau monomer berulang sederhana. Salah satu kelompok polimer ini adalah plastik. Sementara *biodegradable* berarti dapat diuraikan secara kimia oleh mikroorganisme (Gill, 2014). Plastik biodegradable terbuat dari bahan polimer alami seperti pati, selulosa, dan lemak. Bahan utama yang sering digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati dan *Poly lactic acid (PLA)* (Coniwanti dkk, 2014).

Bioplastik merupakan biopolimer alami yang disintesis dan dikatabolisme oleh berbagai organisme (Suriyamongkol, 2007). Bioplastik disintesis dari bahan yang dapat diperbaharui seperti dari jagung (asam polilaktik), tebu (biopolietilen), lemak (biopolietilen generasi kedua) (Brodin, 2017). Bahan lainnya yang dapat diperbarui seperti pati, minyak nabati, dan mikroba. Ketersediaan bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Stevens, 2002). Bioplastik dapat dikatabolisme secara kimia oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur menjadi senyawa-senyawa alami seperti air, karbondioksida dan kompos (Gill, 2014).

Pembuatan Plastik *biodegradable* mempunyai metode yang beragam tergantung dari sifat fisika dan kimia bahan baku yang digunakan. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode solution casting. Metode solution casting didasarkan pada prinsip hukum Stokes. Metode ini dilakukan dengan melarutkan polimer dan bahan baku lainnya dengan pelarut yang sesuai dan setelahnya baru digabungkan atau dicampurkan (Das, Pattanayak dan Swain, 2018).

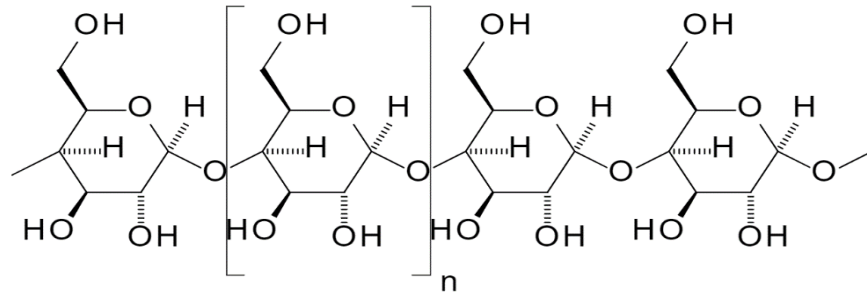
Pembuatan bioplastik dengan menggunakan bahan dari pati biji nangka. Pada proses pembuatan bioplastik sebelum digunakan atau dicampur dengan bahan yang lain perlu dilakukan pelarutan pati biji nangka dengan menggunakan aquades perbandingan massa pati dan aquades sebesar (1:10). Pati biji nangka mempunyai peran dalam pembuatan bioplastik sebagai polimer utama yang mengandung

amilosa sebesar 39,23% (Mukprasit, 2004). Bahan yang digunakan selanjutnya yaitu dengan mencampurkan kitosan sebanyak 32 mg. Penambahan kitosan akan meningkatkan kekuatan bioplastik dan akan menambah tingkat elastisitas. Setelah itu Sintesis bioplastik dengan mencampurkan asam asetat larutan asam asetat 98 % (v/v) sebanyak 7 mL dan diaduk dengan magnetic stirrer dalam waktu masing-masing selama 90 menit dan dipanaskan dengan suhu 100-120°C Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Coniwati (2014) yang menyatakan bahwa variasi suhu tersebut merupakan suhu 21 gelatinisasi yang baik. Suhu gelatinisasi dianggap sebagai suhu di mana transisi fase granula pati dari keadaan yang teratur menjadi tidak teratur. Mekanisme pembentukan gel dimulai jika larutan pati dipanaskan. Pati yang tidak tergelatinisasi dengan baik akan menghasilkan butir-butir dan mengembang sehingga ikatan hidrogen pada struktur kristal akan rusak dan pada suhu tertentu granula akan pecah (Hodge dan Osman, 1976). Bioplastik dengan komposisi kitosan-pati optimum selanjutnya ditambahkan gliserol sebanyak 3 mL Semua bahan dicampur, dihomogenkan, lalu dipanaskan pada suhu 100-120°C selama 90 menit dicetak pada wadah selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $45^{\circ}\text{C} \pm 24$ jam.

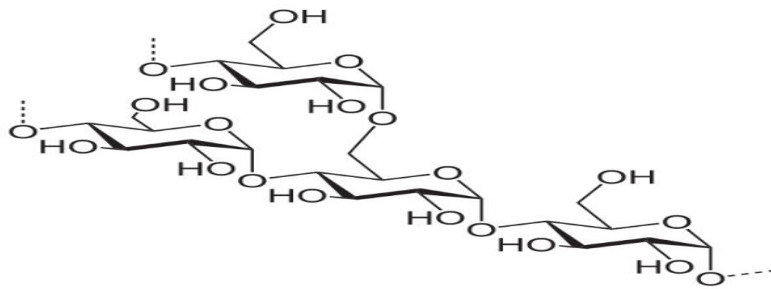
2.3. Pati

Pati atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Secara alamiah pati merupakan campuran dari amilosa dan amilopektin. Komposisi dari amilosa dan amilopektin menyebabkan sifat pati dari berbagai tumbuhan berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras dan memberikan warna biru pada tes iodin, sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket dan tidak menimbulkan reaksi pada tes iodin. Amilosa terdiri dari D-glukosa yang terikat dengan ikatan α -1,4 glikosidik sehingga molekulnya merupakan rantai terbuka. Amilopektin juga terdiri atas D glukosa yang sebagian besar mempunyai ikatan α -1,4 glikosidik dan sebagian lagi ikatan α -1,6 glikosidik.

Adanya ikatan α -1,6 glikosidik menyebabkan molekul amilopektin memiliki cabang (Wahyu, 2009).



Gambar 2.1. Struktur Amilosa (Martinez et al, 2014)



Gambar 2.2. Struktur Amilopektin (Martinez et al, 2014)

Pembuatan pati dimulai dari memisahkan pati biji nangka dari ampasnya yaitu dengan cara mengekstraksi pati. Pengambilan kandungan pati dari pati biji nangka dapat dilakukan dengan mengupas kulit biji nangka, kemudian dicuci, dipotong-potong, lalu diblender dagingnya hingga halus. Setelah halus menambahkan air pada bahan yang sudah diparut dengan perbandingan 1 kg bahan : 2 liter air. Lakukan penyaringan menggunakan kain saring sampai diperoleh ampas dan cairan (Suspensi pati), setelah itu mengekstraksi kembali ampas yang diperoleh dari proses penyaringan menambahkan air (1 kg ampas : 2 liter air).

Kemudian menyaring kembali untuk mendapatkan pati. Mencampurkan cairan pati yang diperoleh dari penyaringan pertama dan kedua dan diendapkan selama 1 jam. Kemudian air hasil pengendapan dibuang sehingga diperoleh pati basah, tahap terakhir yaitu mengeringkan pati. Sifat fisik dan kimia pada pati dapat

mempengaruhi perbedaan rasio antara amilosa dan amilopektin. Amilosa yang tinggi dalam pati memiliki daya serap air dan mengembang lebih besar disebabkan amilosa mempunyai kemampuan membentuk ikatan yang lebih besar dibandingkan amilopektin. Pati dengan kandungan amilosa yang tinggi memiliki daya rekat dan miring yang kurang, sebaliknya pati dengan amilopektin yang tinggi memiliki sifat rekat dan basah (Hidayat et. al., 2007)

2.4. Nangka

Nangka merupakan tanaman hutan yang pohonnya dapat mencapai tinggi 25 meter. Seluruh bagian tanaman bergetah, yang biasa disebut pulut. Daunnya bulat, lonjong, dan lebar. Kayunya keras, apabila telah tua berwarna kuning sampai kemerahan. Bunganya ada dua macam, yakni bunga jantan dan bunga betina (Sunaryono, 2005).

Buah nangka relatif besar, berbiji banyak, dan kulitnya berduri lunak. Setiap biji dibalut oleh daging buah (endokarp) dan eksokarp yang mengandung gelatin. Sebenarnya buah nangka merupakan buah majemuk (sinkarpik), yakni berbunga banyak tersusun tegak lurus pada tangkai buah (porosnya) membentuk bangunan besar yang kompak, bentuknya bulat sampai bulat lonjong. Duri buah yang dilihat sebenarnya bekas kepala putiknya. Kulit buah berwarna hijau sampai kuning kemerahan. Daging buahnya tipis sampai tebal yang setelah matang berwarna kuning merah, lunak, manis, dan aromanya spesifik (Sunaryono, 2005).



Gambar 2.3. Buah Nangka (Rahmat Rukmaha, 1997)

Menurut (Rukmana, 1997) tanaman nangka termasuk tumbuhan tahunan. Dalam taksonomi tumbuhan, kedudukan tanaman nangka di klasifikasi sebagai berikut :

1. *Kingdom : Plantae (tumbuh-tumbuhan)*
2. *Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)*
3. *Sub-divisi : Angiospermae (berbiji tertutup)*
4. *Kelas : Dicotyledonae (berbiji keping dua)*
5. *Ordo : Morales*
6. *Famili : Moraceae*
7. *Genus : Artocarpus*
8. *Spesies : Artocarpus heterophyllus L.*

Tanaman nangka merupakan tanaman yang tersedia melimpah di Indonesia. Pemanfaatan yang banyak dari tanaman nangka adalah buah nangka. Buah nangka terdiri dari daging buah, biji, dan dami (jerami) nangka. Buah nangka selama ini hanya diambil dagingnya. Tetapi biji dan dami nangka menjadi limbah. Pengolahan buah nangka menjadi keripik menimbulkan limbah sebanyak 65% sampai 80% dari berat keseluruhan dari buah nangka. Biji nangka menempati porsi cukup besar yaitu 30% sampai 50% dari total limbah yang dihasilkan (Sugiarti, 2003).

2.5. Biji Nangka

Biji nangka merupakan bahan yang sering terbuang setelah dikonsumsi daging buahnya walaupun terdapat sebagian kecil masyarakat yang mengolahnya untuk dijadikan makanan, misalnya diolah menjadi kolak. Biji nangka berbentuk bulat sampai lonjong, berukuran kecil lebih kurang dari 3,5 cm (3 g - 9 g), berkeping dua dan rata-rata tiap buah nangka berisi biji yang beratnya sepertiga dari berat buah, sisanya adalah kulit dan daging buah. Jumlah biji per buah 150-350 biji dan panjang biji nangka sekitar 3,5 cm - 4,5 cm. Biji nangka mempunyai 3 lapisan kulit, yaitu lapisan pertama berupa kulit berwarna kuning, agak lunak dan biasanya langsung dilepas ketika biji dikeluarkan dari daging buahnya. Lapisan kedua berupa kulit yang liat dan berwarna putih setelah kering. Lapisan yang ketiga berupa kulit ari yang berwarna coklat dan melekat pada daging biji (Rahman S, 2018).



Gambar 2.4. Biji Nangka (Rahmat Rukmaha,1997)

Hingga saat ini biji nangka masih merupakan bahan non-ekonomis dan sebagai limbah buangan konsumen nangka. Biji nangka terdiri dari tiga lapis kulit, yakni kulit luar berwarna kuning agak lunak, kulit liat berwarna putih dan kulit ari berwarna cokelat yang membungkus daging buah (Rahmat Rukhmana, 1997).

2.6. Kandungan Biji Nangka

Biji nangka diketahui mengandung karbohidrat dan protein yang besarnya tak kalah dengan buahnya. Begitu juga kandungan mineralnya, seperti kalsium dan fosfor yang tinggi. Saat ini, masyarakat belum memanfaatkan secara optimal limbah buah nangka (biji nangka) sebagai komoditi yang memiliki nilai lebih. Namun, dengan kemajuan di bidang bioteknologi menggerakkan masyarakat untuk memanfaatkan bahan-bahan yang kurang bermanfaat diubah menjadi produk baru dan beberapa hasil olahan yang bermutu. Hal tersebut dapat mendorong pengolahan biji nangka dalam berbagai bentuk olahan, khususnya untuk dibuat pati biji nangka. Komposisi kimia pada biji nangka dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2. Komposisi kimia biji nangka per 100 gram

Komponen	Biji Nangka
Kalori (kal)	165

Protein (g)	4.2
Lemak (g)	0.1
Kabrohidrat (g)	36.7
Kalsium (mg)	33
Besi (mg)	200
Fosfor (mg)	1
Vitamin A (SI)	0
Vitamin B1 (mg)	0,2
Vitamin C (mg)	10
Air (g)	57.7

Sumber: Direktorat Gizi, Depkes RI (1981)

2.7. Uji Karakteristik Pati Biji Nangka

Uji karakteristik (uji proksimat) pati biji nangka meliputi uji parameter kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat.

2.7.1. Uji Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan pangan yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Penurunan jumlah air dapat mengurangi laju kerusakan bahan pangan akibat proses mikrobiologis, kimiawi, dan enzimatis. Rendahnya kadar air suatu bahan pangan memiliki umur simpan yang lebih lama. Kadar air perlu ditetapkan sebab sangat berpengaruh terhadap daya simpan bahan. Makin tinggi kadar air suatu bahan maka makin besar pula kemungkinan bahan tersebut rusak atau tidak tahan lama. Proses pengeringan sangat berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan. Pengeringan pada pati mempunyai tujuan untuk mengurangi kadar air sehingga pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim penyebab kerusakan pada pati dapat dihambat. Batas kadar air minimum dimana mikroba masih dapat tumbuh adalah 14-15 % (Ferdiaz, 1989).

2.7.2. Uji Kadar Abu

Kadar abu berasal dari unsur mineral dari komposisi kimia yang tidak teruapkan selama proses pengabuan. Kadar abu menunjukkan jumlah mineral yang

terkandung dalam bahan, biasanya ditentukan dengan cara pengabuan atau pembakaran (Pangloli & Royaningsih, 1998). Tepung yang dihasilkan dari beberapa varietas ubi jalar di Indonesia memiliki kandungan abu rata-rata 4,17% dengan kisaran antara 2,58-5,31% (Bogasari, 2006).

Kadar abu adalah campuran dari bahan anorganik atau mineral yang terkandung dalam bahan pangan. Sebagian besar bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya merupakan bahan anorganik berupa mineral yang disebut dengan abu. Penentuan kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Jumlah kadar abu yang terdapat dalam suatu bahan pangan tergantung pada jenis bahan dan metode penentuan kadar abu (Winarno, 1991).

Analisis kadar abu merupakan bagian dari analisis proksimat yang bertujuan untuk mengevaluasi nilai gizi suatu produk/pangan terutama total mineral. Huda et al (2010) menyatakan bahwa kadar abu bakso berada pada kisaran 1,76 - 3,40%. Kadar abu dari suatu bahan menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan tersebut, selain itu analisis kadar juga bertujuan untuk mengetahui baik tidaknya suatu pangan (Feringo 2019).

2.7.3. Uji Kadar Lemak

Lemak merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C,H dan O. Lemak atau lipid merupakan salah satu nutrisi diperlukan tubuh karena berfungsi menyediakan energi sebesar 9 kilokalori/gram, melarutkan vitamin A,D,E,K dan dapat menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia. Selama proses pencernaan, lemak dipecah menjadi molekul yang lebih kecil, yaitu asam lemak dan gliserol. Lemak merupakan unit penyimpanan yang baik untuk energi. Berdasarkan struktur kimianya, lemak dibedakan menjadi lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Lemak tak jenuh biasanya cair biasanya cair pada suhu kamar, minyak nabati dan lemak yang ditemukan dalam biji merupakan contoh dari lemak tak jenuh sedangkan lemak jenuh biasanya padat pada suhu kamar dan ditemukan dalam daging, susu, keju, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit (Poedjiadi, 1994).

Menurut Sudarmaji dkk., (1997), kadar air yang tinggi dalam bahan menyebabkan lemak sulit diekstraksi dengan pelarut non polar karena bahan pelarut

sukar masuk ke dalam jaringan basah dan menyebabkan bahan pelarut menjadi jenuh dengan air sehingga kurang efisien untuk ekstraksi. Sifat lemak tidak larut air tetapi larut dalam pelarut hexan, ether, benzene dan kloroform. Lemak merupakan ester dari gliserol dan asam lemak. Kandungan lemak suatu bahan pangan dapat ditentukan dengan metode soxhlet, yaitu proses ekstraksi suatu bahan dalam tabung soxhlet. Lemak yang didapatkan dari analisis lemak ini bukan lemak murni. Selain mengandung lemak sesungguhnya, ekstrak eter juga mengandung lilin (waks), asam organik, alkohol dan pigmen.

2.7.4. Uji Kadar Protein

Protein merupakan salah satu unsur makro yang terdapat pada bahan pangan selain lemak dan karbohidrat. Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N dalam ikatan kimianya. Molekul protein juga mengandung belerang, Fosfor, besi, dan tembaga. Protein digunakan sebagai bahan bakar apabila keperluan energi dalam tubuh terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak. Protein juga berperan dalam mengantur berbagai proses tubuh baik langsung maupun tidak langsung dengan membentuk zat-zat pegatur proses dalam tubuh. Protein mengantur keseimbangan cairan dalam jaringan dan pembuluh darah. Sifat protein yang dapat bereaksi dengan asam-basa dalam tubuh. Protein mengatur keseimbangan cairan dalam jaringan dan pembuluh darah. Sifat protein yang dapat bereaksi dengan asam-basa dalam tubuh (Legowo, 2007).

Analisis protein dalam bahan pangan dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Kadar protein yang ditentukan berdasarkan cara Kjeldhal disebut sebagai kadar protein kasar karena terikut senyawa N bukan protein. Prinsip kerja dari metode Kjeldhal adalah protein dan komponen organik dalam sampel didestruksi dengan menggunakan asam sulfat dan katalis. Hasil destruksi dinetralkan dengan menggunakan larutan alkali dan melalui destilasi. Destilat ditampung dalam larutan asam borat. Selanjutnya ion borat yang terbentuk dititrasi dengan menggunakan larutan HCl.

Metode Kjeldhal merupakan metode yang sederhana untuk penetapan nitrogen total pada asam amino, protein dan senyawa yang mengandung nitrogen.

Sampel didestruksi dengan asam sulfat dan dikatalisis dengan katalisator yang sesuai sehingga akan menghasilkan amonium sulfat. Setelah pembebasan dengan alkali kuat, amonia yang terbentuk disuling uap secara kuantitatif ke dalam larutan penyerap dan ditetapkan secara titrasi (Majral dkk, 2020).

2.7.5. Uji kadar kadar karbohidrat

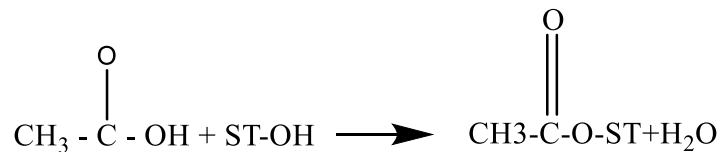
Protein merupakan salah satu kelompok makronutrien. Tidak seperti bahan makanan makronutrien lain (lemak dan karbohidrat), protein ini berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada sebagai sumber energi, namun demikian apabila organisme dapat juga dipakai sebagai sumber energi (Winarno, 1992). Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar di dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur.

Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, N yang tidak dimiliki lemak atau karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno, 1992). Pada es krim, protein berfungsi menstabilkan emulsi lemak setelah proses homogenisasi, menambah cita rasa, membentuk pembuihan, meningkatkan dan menstabilkan daya ikat air yang berpengaruh pada kekentalan dan tekstur es krim yang lembut serta dapat meningkatkan overrun (Masykuri dkk., 2012).

Protein juga penting untuk memperbaiki dan membangun jaringan pada bagian-bagian tertentu dari tubuh seperti rambut dan kuku yang seluruhnya terbuat dari protein. Produk susu pada umumnya adalah es krim, es krim adalah sumber utama protein, makronutrien yang penting bagi tubuh seperti tulang, otot, kulit, darah dan tulang rawan karena protein tidak dapat disimpan dalam tubuh. Untuk itu bagi kita untuk mendapatkan asupan makanan dan suplemen tinggi protein. Banyak makanan yang bisa menjadi sumber protein bagi tubuh salah satunya es krim, yang jika di konsumsi dalam jumlah sedang maka bisa menjadi asupan protein dalam tubuh (Mikail, 2012).

2.8. Asetilasi

Asetilasi merupakan proses pengikatan gugus CH_3CO pada pati sebagai hasil reaksi substitusi gugus fungsional hidroksil pada pati. Reaksi asetilasi adalah salah satu contoh reaksi yang banyak digunakan sintesis senyawa organik, reaksi ini banyak digunakan baik dalam industri maupun laboratorium. Reaksi yang melibatkan penggantian atom hidrogen dengan radikal atau kation asetil. Senyawa asetilasi yang umum digunakan untuk industri adalah asetat anhidrida karena lebih murah, tidak mudah mengalami korosi, tidak mudah dihidrolisis, dan reaksinya tidak berbahaya. Untuk sintesis, reaksi kimia asetilasi digunakan untuk pembuatan siklik poliamida, enol asetat, dan anhidrida dengan rantai yang lebih panjang (Kinantiningsih, 2012).

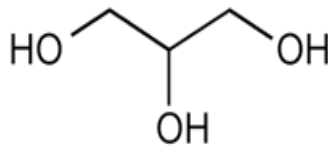


Gambar 2.5. Reaksi Asetilasi (Kinantiningsih, 2012)

2.9. Gliserol Sebagai Plasticizer

Plasticizer didefinisikan sebagai zat non volatil, bertitik didih tinggi, yang pada saat ditambahkan pada material lain mengubah sifat fisik dari material tersebut. Bahan plasticizer yang tidak mudah menguap, dapat mengubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan antar rantai protein dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk (Murni, dkk 2013).

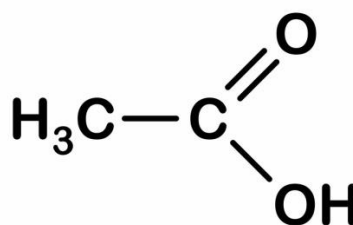
Pelapis edible film harus memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, daya kerapuhan rendah dan ketangguhan tinggi, untuk mencegah retak selama penanganan dan penyimpanan. Oleh karena itu, plasticizer dengan berat molekul kecil (non volatil) biasanya ditambahkan ke dalam pembentukan film hidrokoloid sebagai solusi untuk memodifikasi fleksibilitas edible film tersebut seperti pati, pektin, gel, dan protein. Gliserol merupakan plasticizer yang sering digunakan untuk membuat bahan film.



Gambar 2.6. Struktur Kimia Gliserol (Murni, dkk 2013)

2.10. Asam Asetat

Asam asetat atau lebih di kenal sebagai asam cuka (CH_3COOH) adalah suatu senyawa berbentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dan larut di dalam air, alkohol, gliserol, dan eter. Pada tekanan atmosferik, titik didihnya $118,1^\circ\text{C}$. Asam asetat mempunyai aplikasi yang sangat luas di bidang industri dan pangan. Di Indonesia, kebutuhan asam asetat masih harus di import, sehingga perlu di usahakan kemandirian dalam penyediaan bahan (Hardoyono, 2007).

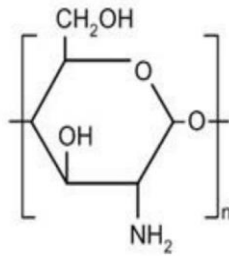


Gambar 2.7. Struktur Asam Asetat

2.11. Kitosan

Kitosan adalah padatan amorf putih yang tidak larut dalam alkali dan asam mineral kecuali pada keadaan tertentu. Kelarutan kitosan yang paling baik ialah dalam larutan asam asetat 1%, asam format 10 % dan asam sitrat 10%. Kitosan tidak dapat larut dalam asam piruvat, asam laktat dan asam-asam anorganik pada pH tertentu, walaupun setelah dipanaskan dan diaduk dengan waktu yang agak lama (Meriatna, 2008). Kitosan juga merupakan suatu polimer multifungsi karena mengandung tiga jenis gugus fungsi yaitu asam amino, gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi ini menyebabkan kitosan mempunyai reaktifitas yang tinggi.

Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air dan larutan basa kuat namun sedikit larut dalam asam klorida (HCl), asam nitrat (HNO₃) dan asam posfat (H₃PO₄) (Silvia, dkk, 2014). Kitosan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada berbagai jenis industri maupun aplikasi pada bidang kesehatan. Salah satu contoh aplikasi kitosan yaitu sebagai pengikat bahan-bahan untuk pembentukan alat-alat gelas, plastik dan karet (Swapna, dkk, 2011).



Gambar 2.7. Kitosan (Joseph et al., 2009)

2.12. Biodegradasi

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik), cahaya (fotodegradasi). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik (Ummah, 2013: 34). Sampel berupa film bioplastik ditanamkan pada tanah yang ditempatkan dalam pot dengan asumsi komposisi tanah sama.

Biodegradasi adalah penyederhanaan sebagian atau penghancuran seluruh bagian struktur molekul senyawa oleh reaksi-reaksi fisiologis yang dikatalisis oleh mikroorganisme. Biodegradabilitas merupakan kata benda yang menunjukkan kualitas yang digambarkan dengan kerentanan suatu senyawa (organik atau anorganik) terhadap perubahan bahan akibat aktivitas-aktivitas mikroorganisme (Ummah, 2013). Biodegradasi adalah perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Saat degradasi, film plastik akan mengalami proses penghancuran alami. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan

mikroorganisme, yakni: sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan kemasan (Ummah, 2013: 35).

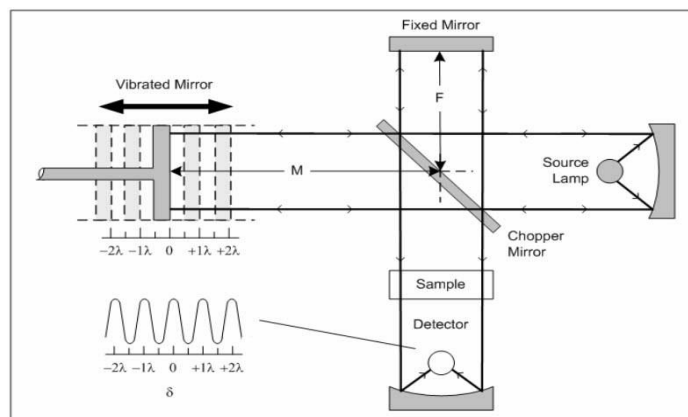
Degradasi polimer dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti sinar matahari, panas, umur dan faktor alam. Oleh sebab itu dalam proses pembuatannya polimer ditambahkan berbagai aditif guna mengatasi proses degradasi oleh berbagai faktor tersebut. Mekanisme proses degradasi plastik akan menghasilkan gas CO_2 , H_2O dan CH_4 (Pudjiastuti, 2012).

2.13. Karakteristik Material Plastik Biodegradable

Berbagai pengujian/karakteristik pada material plastik biodegradable sebagai berikut:

2.13.1 Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)

FT-IR merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Chusnul, 2011).



Gambar 2.8. Skema Kerja FT-IR (Anonim, 2011)

Salah satu hasil kemajuan instrumentasi IR adalah pemrosesan data FTIR. Teknik ini memberikan informasi dalam hal kimia, seperti struktur dan konformasi polimer dan polipaduan, perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia. Dalam teknik

ini padatan diuji dengan cara merefleksikan sinar infra merah yang melalui tempat kristal sehingga terjadi kontak dengan permukaan cuplikan. Degradasi atau induksi oleh oksidasi, panas maupun cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui infra merah. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi (Kroschwitz, 1990). Teknik mengoperasikan FTIR berbeda dengan spektrofotometer infra merah.

Pada FTIR digunakan suatu interferometer Michelson sebagai pengganti monokromator yang terletak didepan monokromator. Interferometer ini akan memberikan sinyal ke detektor sesuai dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram (Bassler, 1986). Interferogram juga memberikan informasi yang berdasarkan pada intensitas spektrum dari setiap frekuensi. Informasi yang keluar dari detektor diubah secara digital dalam komputer dan ditransformasikan sebagai domain, tiap-tiap suatu frekuensi dipilih dari interferogram yang lengkap (fourier transform). Kemudian sinyal itu diubah menjadi spektrum IR sederhana. Spektroskopi FTIR digunakan untuk mendeteksi sinyal lemah, menganalisis sampel dengan konsentrasi rendah, dan analisis getaran (Gunawan dan Citra, 2011).

2.13.2 Karakteristik Kuat Tarik (tensile strength)

Kekuatan tarik menyatakan ukuran besar gaya yang diperlukan untuk memecahkan atau merusak bahan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Pengujian ini dilakukan dengan menambahkan beban secara perlahan-lahan hingga material tersebut patah. Pada waktu bersamaan, pertambahan panjang material dapat diukur (Sudirman dkk, 2012).

2.13.3 Pemanjangan Pada Saat Putus (Elongation at Break)

Panjang saat putus (elongation at break) atau proses pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi regangan hingga sampel film terputus. Pada umumnya, adanya penambahan plasticizer dalam jumlah lebih besar akan menghasilkan nilai persen pemanjangan suatu film semakin lebih besar. Menurut Liu & Han (2005), tanpa penambahan plasticizer, amilosa dan amilopektin

akan membentuk suatu film dan struktur dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksi-interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi film, menjadikan film pati jadi rapuh dan kaku (Zhang, 2006).

2.13.4 Analisis Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh mikroorganisme terhadap plastik dalam jangka waktu tertentu, sehingga akan diperoleh persentase kerusakan. Kemudian dapat diperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk dapat terurai di alam secara sempurna. Berdasarkan standar European Union (EU) tentang biodegradasi plastik, plastik biodegradable harus terdekomposisi menjadi air, karbon dioksida, dan substansi humus dalam jangka waktu maksimal 6 hingga 9 bulan. Semakin banyak bagian pati pada suatu bioplastik, maka semakin mudah bagi plastik tersebut untuk terdegradasi (Nurlita, 2017).

2.14 Penelitian yang terkait dalam bioplastik

Tabel 2.3. Penelitian yang terkait dalam bioplastik

No	Nama, Tahun, Tujuan Penelitian, Metodologi Penelitian	Hasil penelitian
1	Vinezia Sri Wahyuni dan Sri Benti Etika, 2022, untuk mengetahui pengaruh penambahan plasticizer gliserol terhadap sifat mekanik, fisik, biodegradable dan sifat struktural plastik biodegradable dari pati ubi jalar, metode analisis menggunakan Uji kuat Tarik, Uji kandungan air (Water content), Uji biodegradasi	Hasilnya menunjukkan bahwa semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka semakin besar pula nilai persentase kadar air dan kemampuan plastik tersebut direndahkan. Plastic Biodegradable dengan penambahan 1 mL gliserol memiliki kemampuan terdegradasi lebih cepat selama 6 hari dengan persentase kehilangan massa sebesar 83.812%. Kekuatan tarik maksimum diperoleh dari penambahan 0,4 mL gliserol sebesar 8,91 Mpa. Spektra FTIR menunjukkan puncak yang hampir sama antara plastik tanpa penambahan gliserol dan dengan penambahan gliserol, gugus fungsi yang terkandung dalam plastik dimasukkan O-H, C-O, N-H, dan C-H.
2	S. Sigit Udjiana, Sigit Hadianoro dan Noor Isnaini Azkiya, 2022, untuk mengetahui pengaruh filler kalsium silikat terhadap kuat tarik, presentase	Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kemampuan biodegradasi plastik juga menurun seiring dengan bertambahnya jumlah filler kalsium. Biodegradable plastic dengan penambahan filler kalsium silikat

	<p>biodegradasi (%) dan persentase serapan air (%) dari biodegradable plastic yang dihasilkan. Berdasarkan hasil yang diperoleh, semakin banyak filler kalsium silikat maka biodegradable plastic memiliki kuat tarik yang semakin tinggi. Sedangkan kemampuan absorpsi biodegradable plastic terhadap air menurun seiring dengan semakin banyaknya jumlah kalsium silikat yang ditambahkan, metode menggunakan metode ekstraksi sederhana dan dekantasi.</p>	<p>6% memiliki kuat tarik antara 7,85 MPa persentase serapan air sekitar 5% dan persentase biodegradasi sekitar 7%.</p>
3	<p>Muhammad Oka Ramadhan, Jaenal Ferdiansyah Nugraha, 2021, untuk mengidentifikasi potensi pati dari beberapa limbah biji buah-buahan sebagai bahan bioplastic, metode analisis menggunakan studi literature</p>	<p>Hasil kajian menunjukkan adanya potensi limbah biji buah-buahan yaitu biji dari buah alpukat, nangka, durian, mangga, salak, campedak, asam, dan gayam. Pengembangan bioplastik dari limbah tersebut diharapkan dapat mengurangi sampah plastik dan limbah pangan</p>
4	<p>Rozikhin, Yelmira Zalfiatri dan Farida Hanum Hamzah, 2020, untuk mendapatkan formulasi terbaik pada pembuatan plastic biodegradable berdasarkan pati biji durian dan pati biji nangka dengan penambahan lilin lebah, metode penelitian rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari lima perlakuan dan tiga kali ulangan,</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa P1 (pati biji nangka 5%), P2 (pati biji durian 1,25%: pati biji nangka 3,75%), P3 (pati biji durian 2,5%: pati biji nangka 2,5%), P4 (pati biji durian 3,75%: pati biji nangka 1,25%), dan P5 (pati biji durian 5%) dalam formulasi plastik biodegradable. Perlakuan terbaik adalah P2 yang memiliki ketebalan 0,76 mm, ketahanan plastik terhadap air 59,19%, laju perpindahan uap air 4,53 g/cm²/jam, kuat tarik 21,57 MPa, elongasi 6, 58% dan biodegradabilitas plastik selama 2 minggu. Kata kunci: pati biji durian dan pati biji nangka, lilin lebah, plastik biodegradable</p>
5	<p>Adina Widi Astuti, Hamdan Hadi Kusuma dan Biaunik Niski Kumila, 2019, untuk membuat plastik biodegradable dengan filler berupa (kitosan dari limbah kulit udang dan tepung ampas ubi kayu dari limbah ampas ubi kayu) dengan penambahan sorbitol sebagai matrix, serta menganalisa menggunakan uji kuat tarik dengan standar ASTM D-638M, FTIR dan biodegradasi, metode analisis Fabrikasi Plastik Biodegradable, Karakterisasi Plastik Biodegradable</p>	<p>Hasil penelitian ini didapatkan 4 sampel plastik biodegradable dengan variasi perbandingan komposisi massa filler (kitosan:tepung ampas ubi kayu) masing-masing sampel yaitu A (1,30: 0,70) gr, B (1,35: 0,65) gr, C (1,40: 0,60) gr dan D (1,45: 0,55) gr. Dari hasil uji sifat mekanik didapatkan nilai kuat tarik masing-masing sampel yaitu A (1,01±0,11) MPa, B (1,32±0,08) MPa, C (1,66±0,03) MPa dan D (1,97±0,06) MPa. Sedangkan nilai persen elongasi dari masing-masing sampel yaitu A (23,58 ± 1,39) %, B (16,67 ± 0,20) %, C (11,01 ± 1,32) % dan D (8,11 ± 0,72) %. Sedangkan nilai persen elongasi dari masing-masing sampel yaitu A (22.89%), B (15.90%), C</p>

		(10.56%) dan D (7.85%). Penambahan komposisi massa kitosan terbukti mampu meningkatkan nilai kuat tarik dan modulus young plastik biodegradable, namun untuk nilai persen elongasinya menurun. Uji FTIR menunjukkan bahwa di dalam plastik biodegradable terdapat gugus fungsi C-H, O-H, C≡C, C=N, C=C dan C-O yang merupakan gugus organik. Tingginya intensitas ikatan C≡C pada sampel dengan komposisi massa kitosan paling banyak menyebabkan ikatan lebih sukar merenggang/diputus, karena memiliki energi ikatan rata-rata yang tinggi, sehingga menambah nilai kuat tarik dan memperlambat proses biodegradasi.
6	Nuryati, Jaka Darma Jaya dan Norhekmah, 2019, untuk melakukan karakterisasi plastic biodegradable dari pati biji nangka dan mencari penambahan gliserol terbaik yang akan menghasilkan persentase residu yang paling sedikit, metode penelitian variasi gliserol 2 mL, 3 mL dan 4 mL	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gliserol 2 mL menghasilkan lembaran plastik dengan permukaan halus, lebih tipis, bening dan transparan, tidak terdapat gelembung dibandingkan variasi gliserol yang lainnya. Demikian juga dengan uji ketahanan air dan ketahanan panas, penambahan gliserol 2 mL masing-masing menghasilkan tingkat ketahanan air paling tinggi yakni sebesar 91,67% dengan air yang diserap sebesar 8,33%, ketahanan terhadap panas sampai dengan suhu 105°C. Sedangkan untuk uji biodegradabilitas penambahan gliserol 4 ml menghasilkan persentase residu plastik yang lebih sedikit yakni sebesar 78,57% di banding dengan perlakuan lain yakni 96,43% untuk kantong plastik putih sebagai kontrol, 88,23% untuk penambahan gliserol 2 mL dan 81,25% untuk penambahan gliserol 3 mL
7	Nurul aeni, Aminah Asngad, 2018, untuk mengetahui kualitas bioplastik dari biji nangka dengan penambahan kulit kacang tanah dan gliserol dengan parameter sifat biodegradabilitas, metode penelitian rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial. Adapun faktor 1 yaitu perbandingan massa tepung biji nangka dan kulit kacang tanah (N), N1= 8,5:1,5g, N2= 9:1g, dan N3= 9,5:0,5g dan faktor 2 yaitu volume gliserol yang digunakan (G), G1= 6ml, G2= 7ml, G3=8ml	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat biodegradabilitas tertinggi pada perlakuan N2G2 yang mengalami degradasi terbesar sebanyak 78,826%.

8	<p>Sri Haryati, Anggie Septia Rini dan Yuni Safitri, 2018, untuk mengkaji pengaruh banyaknya penambahan gliserol dan CaCO₃ pada tepung biji durian dalam pembuatan plastik biodegradable. Plastik biodegradable dibuat dengan melarutkan tepung biji durian dengan aquades ditambah dengan gliserol dan CaCO₃. Selanjutnya variasi rasio CaCO₃ (0 gram, 0,5 gram, 1 gram, dan 1,5 gram) dengan gliserol (25%, 35%, 45%, dan 55% dari berat tepung biji durian). Karakteristik biodegradable ditandai dengan adanya uji biodegradasi, uji kuat tarik dan elongasi, metode menggunakan Kuat Tarik, Elongasi, Uji Biodegradasi</p>	<p>Hasil karakterisasi plastik biodegradable yang memiliki kinerja optimal diperoleh dari plastik biodegradable dengan kuat tarik 0,71 Mpa, persen elongasi 16,3%, dan waktu degradasi 14 hari.</p>
9	<p>Aprilina Purbasari, Ekky Febri Ariani dan Raizka Kharisma Mediani, 2017, metode penelitian Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1996). Kadar karbohidrat dihitung sebagai selisih dengan komponen lainnya. Kadar amilosa ditentukan dengan metode sesuai Juliano</p>	<p>Hasil uji mekanik, yaitu tensile strength dan elongation at break, menunjukkan bahwa bioplastik dari pati biji nangka memiliki tensile strength dan elongation at break relatif lebih tinggi dibandingkan bioplastik dari tepung biji nangka. Semakin tinggi kadar bahan terhadap air menyebabkan semakin tinggi tensile strength dan semakin rendah elongation at break pada bioplastik, sedangkan kenaikan kadar gliserol terhadap bahan mengakibatkan penurunan tensile strength dan kenaikan elongation at break. Bioplastik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengemas makanan, yaitu buah stroberi, dan menghambat proses pembusukan</p>
10	<p>Dewi Arini dan M.Syahrul Ulum dan Kasman, 2017, untuk mengetahui sifat mekanik plastik biodegradable yang meliputi uji kuat tarik, elongasi, dan modulus Young. Pengujian sifat mekanik kuat tarik dilakukan menggunakan alat Stress Analyzer 1000, dengan bentuk spesimen uji tarik yang merujuk pada standar ASTM-D638</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh nilai kuat tarik rata-rata 0,1158 MPa, elongasi 2,1875%, dan modulus Young 4,1515 MPa. Dibandingkan dengan golongan <i>moderate properties</i> plastik <i>biodegradable</i>, nilai tersebut masih jauh dari standar. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam pembuatan plastik <i>biodegradable</i> pada penelitian ini masih perlu dioptimalkan</p>
11	<p>Nuryati, Jaka Darma Jaya, Norhekmah, Juni 2019, Untuk melakukan karakterisasi plastik biodegradable dari pati biji nangka dan</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan gliserol 2 mL menghasilkan lembaran plastik dengan permukaan halus, lebih tipis, bening dan transparan, tidak terdapat gelembung dibandingkan</p>

	<p>mencari penambahan gliserol terbaik yang akan menghasilkan persentase residu yang paling sedikit, Metode yang digunakan dalam penelitian: pembuatan plastik biodegradable dari pati biji nangka dengan variasi gliserol 2 mL, 3 mL dan 4 mL. Parameter yang diamati adalah ketahanan air, uji ketahanan panas dan uji biodegradabilitas.</p>	<p>variasi gliserol yang lainnya. Demikian juga dengan uji ketahanan air dan ketahanan panas, penambahan gliserol 2 mL masing-masing menghasilkan tingkat ketahanan air paling tinggi yakni sebesar 91,67% dengan air yang diserap sebesar 8,33%, ketahanan terhadap panas sampai dengan suhu 105°C. Sedangkan untuk uji biodegradabilitas penambahan gliserol 4 ml menghasilkan persentase residu plastik yang lebih sedikit yakni sebesar 78,57% di banding dengan perlakuan lain yakni 96,43% untuk kantong plastik putih sebagai kontrol, 88,23% untuk penambahan gliserol 2 mL dan 81,25% untuk penambahan gliserol 3 mL.</p>
12	<p>Umi Ermawati, Haryanto², 2020, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan dan gliserol terhadap karakteristik bioplastik yang dilihat dari parameter antara lain tensile strength, elongasi dan biodegradasi, Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap disusun secara faktorial (RAL-Faktorial) dengan dua faktor perlakuan. Variabel Penelitian. Variabel bebas pada penelitian adalah massa kitosan (1, 1,5, 2) g dan volume gliserol (15%, 35%, 55%) (b/b) pati</p>	<p>bahwa komposisi kitosan dan gliserol mempengaruhi karakteristik film bioplastik. Berdasarkan data penelitian, kuat tarik terbaik terdapat pada variasi 1 g kitosan dan gliserol 15% (b/b pati), %elongasi terbaik sebesar 3,121% pada variasi kitosan 1 g dan gliserol 55% (b/b pati) dan waktu degradasi terbaik selama 4 hari pada penambahan kitosan 1 g dan gliserol 55% (b/b) pati dan kitosan 1,5 g dan gliserol 55% (b/b) pati. Pati biji nangka sangat berpotensi untuk digunakan sebagai plastik degradable. Namun kemampuan elongasi film bioplastik ini harus ditingkatkan.</p>