

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai keterkaitan beberapa referensi terhadap penelitian “Pengaruh Penambahan Gliserol dan Kitosan Kulit Udang Terhadap Biodegradasi dan Ketahanan Air Plastik *Biodegradable*”. Bab 2 ini meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: Plastik *Biodegradable*, pati kitosan, gliserol serta uraian singkat mengenai Mikroskop Optik, uji biodegradasi, Uji Ketahanan Air pada Plastic *Biodegradable*, Standar Plastik untuk Kemasan Makanan serta Penelitian Terdahulu

2.1 Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* adalah polimer *biodegradable* alami yang di akumulasikan 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. Namun, teknik yang umum digunakan adalah teknik inverse fasa dan teknik *molten polymer*. Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah teknik inversi fasa, yaitu dengan menguapkan pelarut yang telah dicetak pada plat kaca. Teknik inversi fasa merupakan proses perubahan terkendali polimer dari fasa cair menjadi fasa padat.

Prinsip perubahan ini didasarkan pada prinsip termodinamika larutan dimana keadaan awal larutan stabil kemudian terjadi ketidakstabilan pada tahap perubahan fasa (*demixing*) dari cair menjadi padat (I Gede Sanjaya MH, 2011). Perubahan fasa diawali dengan perubahan pada satu lapisan larutan menjadi dua lapisan. Salah satu lapisan yang berkonsentrasi tinggi (polimer) akan menjadi padat sedangkan lapisan yang berkonsentrasi rendah (pelarut) akan menguap. Sedangkan teknik *molten polymer* adalah teknik yang memanaskan polymer melebihi titik didihnya, sehingga polimer tersebut meleleh dan dapat melewati ekstruder (David N. Jones, 1982), yaitu alat yang digunakan untuk mencetak polimer plastik menjadi film, pipa, fiber yang terdiri dari hopper, screw, dan die. Sedangkan prosesnya adalah ekstrusi. Ekstrusi adalah proses pada material mencapai tingkat lelehnya akibat panas gesekan dari luar.

2.2 Pati

Pati merupakan bahan baku yang banyak tersedia di Indonesia. Pati diperoleh dengan cara mengekstrak bahan nabati yang mengandung karbohidrat, seperti sereal dan aneka umbi. Sumber karbohidrat yang banyak mengandung pati di antaranya jagung, sagu, ubi kayu, beras, ubi jalar, sorgum, talas, dan garut. Karakteristik fungsional pati yang unik memungkinkan pati digunakan untuk berbagai keperluan, baik sebagai bahan pangan maupun nonpangan (Koswara 2009).

Pati merupakan karbohidrat yang tersebar dalam tanaman terutama tanaman berklorofil. Bagi tanaman pati merupakan cadangan makanan yang terdapat pada biji, batang dan pada bagian umbi tanaman. Pati telah lama digunakan sebagai bahan makanan maupun bahan tambahan dalam sediaan farmasi (Liu, 2005).

Pati juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *biodegradable* plastik (bioplastik). Industri di beberapa negara sudah mengembangkan pati sebagai bahan bioplastik. Jenis pati yang banyak digunakan adalah pati jagung dan pati kentang. Jenis pati dari kedua komoditas ini banyak digunakan oleh industri bioplastik di beberapa negara Eropa dan Australia. Di Thailand, bahan baku yang digunakan untuk bioplastik adalah pati ubi kayu. Pati komoditas pertanian lebih kompetitif dan tersedia cukup melimpah sebagai bahan baku plastic *biodegradable*. Menurut Swamy dan Singh (2010), permintaan bioplastik terbesar adalah yang berbahan dasar pati.

Pada pembuatan plastik *biodegradable*, pati digunakan sebagai bahan utama pembuatan plastik karena sifatnya yang elastis dan menyerupai plastik dari polimer minyak bumi. Pembentukan Plastik *biodegradable* dengan bahan dasar pati (*starch*) menggunakan prinsip gelatinisasi. Gelatinisasi adalah peristiwa pembengkakan granula di dalam sel tumbuhan disebabkan oleh terserapnya air sehingga membentuk gel (Ulyarti, 1996). Proses gelatinisasi ini bersifat *irreversible* karena perubahan struktur granula. Menurut Matz (1984) peningkatan volume granula terjadi pada temperatur 58 -70 , temperatur ini disebut dengan temperatur gelatinisasi. Pati yang terdiri atas amilosa dan amilopektin yang tersimpan di dalam granula sel tumbuhan memiliki jenis yang berbeda-beda tergantung dari panjang rantai karbon. Kandungan amilosa di dalam pati berkisar 10%-30% sedangkan amilopektin berkisar 70% - 90% (I Gede Sanjaya, 2014). Kandungan ini mempengaruhi viskositas pati ketika tergelatinisasi. Jumlah amilopektin selalu lebih besar dari amilosa. Menurut Harper (1981) tahap awal gelatinisasi terjadi ketika granula berinteraksi dengan air disertai dengan temperatur yang meningkat menyebabkan ikatan hidrogen rusak. Selanjutnya amilosa berdifusi keluar dari granula disebabkan temperatur yang meningkat dan air yang berlebihan. Proses ini terus berlanjut sampai seluruh amilosa berdifusi keluar granula dan hanya menyisakan amilopektin. Ketika granula pecah, amilosa dan amilopektin tersusun kembali menjadi matriks tiga dimensi. Pati yang tergelatinisasi membentuk struktur kristalin. Pati dilarutkan dengan asam asetat 2% dan kemudian dipanaskan dengan temperatur tertentu sehingga menguapkan kandungan air dan meninggalkan lapisan film yang bersifat kaku dan stabil. Film adalah lembaran tipis yang fleksibel dan

tidak mengandung bahan metalik dengan ketebalan 0,01 inci sampai 250 mikron (Wiwik Pudjiastuti, 2012).

2.2.1 Pati Kulit Singkong

Kulit singkong yang dianggap sebagai limbah selama ini hanya dibuang dan dimanfaatkan sebagai makanan ternak, padahal selain itu kulit singkong yang kaya pati sangat berpotensi sebagai bahan baku plastic (Munthoub, 2011). Singkong memiliki kandungan pati sebesar 32,4% (Hidayat, 2009). Selain singkong, kulit singkong juga memiliki kandungan karbohidrat yang bisa diambil patinya. Kandungan karbohidrat pada kulit singkong sebesar 4,55% (Hidayat, 2009). Keberadaan kulit singkong mencapai 15% dari berat singkong (Lebot, 2009).

Kulit singkong juga mengandung tannin, enzim peroksida, glukosa, kalsium oksalat, serat dan HCN. Kandungan pati yang berasal dari kulit singkong yang cukup tinggi memungkinkan digunakan sebagai *film* plastik biodegradasi. Potensi tersebut dapat digunakan sebagai peluang untuk memberikan nilai tambah pada kulit singkong sebagai bahan dasar dalam pembuatan kemasan plastik yang ramah lingkungan (Akbar dkk, 2013).

Tabel 2.1 Karakteristik Pati *)

Jenis pati	Bentuk Granula	Ukuran Granula (μm)	Kandungan Amilosa/ Amilopektin (%Ratio)
Beras	Poligonal	3-8	17/83
Singkong	Oval	4-35	18/82
Ubi jalar	Poligonal	16-25	19/81
Talas	Oval	3-30	22/78
Kentang	Bundar	15-100	24/76
Gandum	Elips	2-35	25/75
Jagung	Poligonal	5-25	26/74

*) Nugroho, 2012

Perbedaan rasio amilosa dan amilopektin dalam pati berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimia pati. Pati dengan kandungan amilosa tinggi, memiliki kemampuan menyerap air dan mengembang lebih besar karena amilosa memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen yang lebih besar daripada amilopektin. Selain itu, pati dengan kandungan amilosa tinggi bersifat kurang rekat dan kering, sedangkan pati yang memiliki kandungan amilopektin tinggi bersifat rekat dan

basah (Hidayat et al., 2007).

Tinggi rendahnya rasio amilosa dan amilopektin di dalam pati sangat berpengaruh penting dalam aplikasi produk yang dihasilkan. Menurut Hartati dan Prana (2003) pati dengan kadar amilosa tinggi banyak digunakan untuk berbagai produk seperti *biodegradable* film yang berfungsi pengikat dalam pembuatan tablet, sedangkan pati *free amylose* sangat diperlukan untuk bahan baku makanan bayi dan kertas film. Pati dengan kandungan amilopektin tinggi sangat sesuai untuk bahan roti dan kue karena sifat amilopektin yang sangat berpengaruh terhadap *swelling properties* (sifat mengembang pada pati)

2.3 Kitosan

Kitosan adalah produk deasetilasi kitin yang merupakan polimer rantai panjang glukosamin (β -1,4-2 amino-2-deoksi-D-Glukosa), memiliki rumus molekul $[C_6H_{11}NO_4]_n$ dengan bobot molekul $2,5 \times 10^5$ Dalton. Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak berbau dan tidak berasa. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam asam sulfat, dalam pelarut-pelarut organik seperti dalam alkohol, dalam aseton, dalam dimetil formamida, dan dalam dimetil sulfoksida. Sedikit larut dalam asam klorida dan dalam asamnitrat, larut dalam asam asetat 1%-2%, dan mudah larut dalam asam format 0,2%-10% (Teguh, 2003).

Kitosan murni mengandung gugus amino (NH_2), sedangkan kitin murni mengandung gugus asetamida ($NH-COCH_3$). Perbedaan gugus ini akan mempengaruhi sifat-sifat kimia kitin dan kitosan. Sebenarnya kitin dan kitosan yang diproduksi secara komersial memiliki kedua gugus asetamido dan gugus amino pada rantai polimernya, dengan beragam komposisi gugus tersebut (Roberts, 1992).

Tabel 2.2 Spesifikasi Kitosan*)

Jenis Organisme	Kandungan Kitosan
Ukuran partikel	Sc1 serbuk sampai bubuk
Kadar air	$\leq 10 \%$
Kadar abu	$\leq 2 \%$
Warna larutan	Jernih
Derajat destilasi	$\geq 70 \%$
Viskositas (cPs)	≤ 200
Rendah	≤ 200
Medium	200 – 799

Penggunaan kitosan sebagai zat aditif dalam pembuatan Plastik biodegradable akan mengurangi kecepatan penyerapan air, meningkatkan sifat mekanik, dan mengurangi sifat kelembaban dari film tersebut.

Limbah kulit udang terdiri dari tiga komponen utama yaitu protein (25%-44%), kalsium karbonat (45%-50%), dan kitin (15%- 20%) (Fohcher 1992). Kandungan kitin pada limbah kulit udang sekitar 20%-50% berat kering. Polimer kitin tersusun dari monomer monomer; 2-asetamida-2-deoksi-D-Glukosa (N-asetil glukosamin). Ikatan antara monomer kitin adalah ikatan glikosida pada posisi β -(1-4). Struktur molekul kitin berupa rantai lurus panjang. Kitin merupakan polimer alam terbanyak di dunia setelah selulosa. Kitosan [poli-(2-amino-2- deoksi- β -(1-4)- D-glukopiranos)] adalah merupakan senyawa poli aminosakarida yang disintesis melalui penghilangan sebagian gugus 2-asetil dari kitin [poli(2-asetamido-2-deoksi- β -(1-4)-Dglukopiranos)], biopolimer linear dengan 2000-5000 unit monomer, saling terikat dengan ikatan glikosidik β -(1-4). Kitosan ($C_6H_{11}NO_4$)_n adalah senyawa yang berbentuk padatan amorf berwarna putih kekuningan, dan bersifat polielektrolit. Umumnya larut dalam asam organik, pH sekitar 4–6,5, tidak larut pada pH yang lebih rendah atau lebih tinggi. Kelarutan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi (Dompeipen, 2016).

2.4 Gliserol

Plasticizer berfungsi meningkatkan elastisitas polimer plastik *biodegradable*. *Plasticizer* merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang dapat menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas polimer. Semakin banyak *plasticizer* yang digunakan semakin meningkatkan fleksibilitas polimer. (Anita,2013).

Bahan yang biasa digunakan sebagai *plasticizer* adalah gliserol, gliserin, dan sorbitol. Gliserol diperoleh secara komersial sebagai produk sampingan ketika lemak dan minyak yang dihidrolisis untuk menghasilkan asam lemak atau garam logam mereka (sabun). Gliserol juga di sintesis pada skala komersial dari *propylene*

(diperoleh dengan *cracking* minyak bumi), karena pasokan gliserol dalam tidak memadai. Selain sintesis dengan menggunakan *propylene*, gliserol juga dapat diperoleh selama fermentasi gula natrium bisulfit jika ditambahkan dengan ragi (Wang, 2008).

Tabel 2.3 Karakteristik Gliserol *)

Sifat	
Massa Molar	92.09382 g/mol
Densitas	1.261 g/cm ³
Titik Cair	18 C (64.4 F)
Titik Didih	290 C (554 F)
Viskositas	1.5 Cp

*) Widyasari, 2010

Plasticizer gliserol digunakan untuk meningkatkan elastisitas suatu material dan meningkatkan sifat ekstensibilitas material. Plasticizer dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas dengan memperlebar ruang kosong yang dapat membuat ikatan hidrogen melemah. Pada pembuatan plastic biodegradable, *plasticizer* yang sering digunakan adalah gliserol dan sorbitol. Gliserol merupakan hasil samping dari pembuatan biodiesel. Gliserol adalah senyawa turunan *alkohol* yang memiliki tiga gugus alkohol (-OH) yang terikat pada 3 gugus alkil. Gliserol merupakan hasil samping dari proses pembuatan biodiesel melalui proses transesterifikasi. Gliserol memiliki rasa manis dan tidak berbau. Gliserol merupakan *plasticizer* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan *intermolecular*.

Pada pengaplikasiannya, penggunaan *plasticizer* harus disesuaikan dengan kebutuhan material yang akan dibuat, jika pemakaian *plasticizer* terlalu banyak, maka akan menurunkan sifat mekanis dari plastic biodegradable dan menaikkan persentase *elongation of break*. Semakin banyak penggunaan *plasticizer* maka akan meningkatkan kelarutannya. Begitu juga dengan penggunaan *plasticizer* yang bersifat hidrofilik berfungsi untuk menurunkan kekakuan pada molekul plastik. Konsentrasi gliserol yang terlalu tinggi juga akan member efek negative terhadap plastik yang dihasilkan, yaitu plastic akan mudah sobek karena sifat elastis dari plastik yang terlalu besar.

2.5 Mikroskop Optik

Mikroskop merupakan salah satu alat yang penting pada kegiatan laboratorium sains, khususnya biologi. Mikroskop merupakan alat bantu yang memungkinkan kita dapat mengamati obyek yang berukuran sangat kecil (mikroskopis). Hal ini membantu memecahkan persoalan manusia tentang organisme yang berukuran kecil. Untuk mengetahui mikroskop maka perlu diketahui komponen mikroskop, macam mikroskop, penggunaan dan pemeliharaannya (M. Amin. 1994).

Ada dua jenis mikroskop berdasarkan pada penampakan obyek yang diamati, yaitu mikroskop dua dimensi (mikroskop cahaya) dan mikroskop tiga dimensi (mikroskop stereo). Sedangkan berdasarkan sumber cahayanya, mikroskop dibedakan menjadi mikroskop cahaya dan mikroskop elektron.

a. Mikroskop Cahaya

Mikroskop cahaya mempunyai perbesaran maksimum 1000 kali. Mikroskop mempunyai kaki yang berat dan kokoh dengan tujuan agar dapat berdiri dengan stabil. Mikroskop cahaya memiliki tiga sistem lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler, dan kondensor. Lensa obyektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung mikroskop. Lensa okuler pada mikroskop bisa berbentuk lensa tunggal (monokuler) atau ganda (binokuler). Pada ujung bawah mikroskop terdapat tempat dudukan lensa obyektif yang bisa dipasangi tiga lensa atau lebih. Di bawah tabung mikroskop terdapat meja mikroskop yang merupakan tempat preparat. Sistem lensa yang ketiga adalah kondensor. Kondensor berperan untuk menerangi obyek dan lensa - lensa mikroskop yang lain. Pada mikroskop konvensional, sumber cahaya masih berasal dari sinar matahari yang dipantulkan dengan suatu cermin datar ataupun cekung yang terdapat di bawah kondensor. Cermin ini akan mengarahkan cahaya dari luar ke dalam kondensor. Pada mikroskop modern sudah dilengkapi lampu sebagai pengganti sumber cahaya matahari.

b. Mikroskop Stereo

Mikroskop stereo merupakan jenis mikroskop yang hanya bisa digunakan untuk benda yang berukuran relatif besar. Mikroskop stereo mempunyai perbesaran 7 hingga 30 kali. Benda yang diamati dengan mikroskop ini dapat terlihat secara tiga dimensi. Komponen utama mikroskop stereo hampir sama dengan mikroskop

cahaya. Lensa terdiri atas lensa okuler dan lensa obyektif. Beberapa perbedaan dengan mikroskop cahaya adalah: (1) ruang ketajaman lensa mikroskop stereo jauh lebih tinggi dibandingkan dengan mikroskop cahaya sehingga kita dapat melihat bentuk tiga dimensi benda yang diamati, (2) sumber cahaya berasal dari atas sehingga obyek yang tebal dapat diamati. Perbesaran lensa okuler biasanya 10 kali, sedangkan lensa obyektif menggunakan sistem zoom dengan perbesaran antara 0,7 hingga 3 kali, sehingga perbesaran total obyekmaksimal 30 kali. Pada bagian bawah mikroskop terdapat meja preparat. Pada daerah dekat lensa obyektif terdapat lampu yang dihubungkan dengan transformator. Pengatur fokus obyek terletak disamping tangkai mikroskop, sedangkan pengatur perbesaran terletak diatas pengatur fokus.

c. Mikroskop Elektron

Sebagai gambaran mengenai mikroskop elektron kita uraikan sedikit dalam buku ini. Mikroskop elektron mempunyai perbesaran sampai 100 ribu kali, elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Mikroskop elektron mempunyai dua tipe, yaitu *scanning electron mikroskop* (SEM) dan *transmission electron mikroskop* (TEM). SEM digunakan untuk studi detil arsitektur permukaan sel(atau struktur renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi. Sedangkan TEM digunakan untuk mengamati struktur detil internal sel (Suripto,1994).

2.6 FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

Spektroskopi juga dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara cahaya dan materi. Dalam catatan sejarah, spektroskopi mengacu kepada cabang ilmu dimana "cahaya tampak" digunakan dalam teori-teori struktur materi serta analisa kualitatif dan kuantitatif. Dalam masa modern, definisi spektroskopi berkembang seiring teknik-teknik baru yang dikembangkan untuk memanfaatkan tidak hanya cahaya tampak, tetapi juga bentuk lain dari radiasi elektromagnetik dan non-elektromagnetik seperti *gelombang mikro, gelombang radio, elektron, fonon, gelombang suara, sinar x dan lain sebagainya*.

Spektroskopi umumnya digunakan dalam kimia fisik dan kimia analisis untuk mengidentifikasi suatu substansi melalui spektrum yang dipancarkan atau yang diserap. Alat untuk merekam spektrum disebut spektrometer. Spektroskopi juga digunakan secara intensif dalam astronomi dan penginderaan jarak jauh.

Kebanyakan teleskop-teleskop besar mempunyai spektrograf yang digunakan untuk mengukur komposisi kimia dan atribut fisik lainnya dari suatu objek astronomi atau untuk mengukur kecepatan objek astronomi berdasarkan pergeseran *Doppler* garis-garis spektral. Salah satu jenis spektroskopi adalah spektroskopi infra merah (IR) atau FTIR (*Fourier Transform Infrared spectroscopy*)

Spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0.75 - 1.000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000 - 10 cm^{-1} .

Inframerah adalah radiasi elektromagnetik dari panjang gelombang lebih panjang dari cahaya tampak, tetapi lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Namanya berarti "bawah merah" (dari bahasa Latin *infra*, "bawah"), merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan gelombang terpanjang. Radiasi inframerah memiliki jangkauan tiga "order" dan memiliki panjang gelombang antara 700 nm dan 1 mm. Inframerah ditemukan secara tidak sengaja oleh *Sir William Herschell*, astronom kerajaan Inggris ketika ia sedang mengadakan penelitian mencari bahan penyaring optik yang akan digunakan untuk mengurangi kecerahan gambar matahari dalam tata surya teleskop

Spektrum infra merah (IR) terletak pada daerah dengan bilangan gelombang 12800 sampai 10 cm^{-1} atau panjang gelombang 0,78 – 1000 μm . Umumnya daerah infra merah terbagi dalam infra merah dekat, infra merah tengah dan infra merah jauh.

Spektrofotometer infra merah terdiri atas lima bagian utama, yaitu sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor dan rekorder. Terdapat dua macam spektrofotometer infra merah, yaitu dengan berkas tunggal (*single beam*) dan berkas ganda (*double beam*). Untuk sumber radiasi, radiasi infra merah dihasilkan dari pemanasan suatu sumber radiasi dengan listrik sampai suhu antara 1500 -2000 K. Sumber radiasi yang biasa digunakan berupa Nernst Glower, Globar dan kawat Nikhrom. Sedangkan untuk wadah sampel, wadah sampel sell tergantung dari jenis sampel. Untuk sampel berbentuk gas digunakan sel gas dengan lebar sel atau panjang berkas radiasi 40 mm. Hal ini dimungkinkan untuk menaikkan sensitivitas karena adanya cermin yang dapat memantulkan berkas radiasi berulang kali melalui

sampel.

Wadah sampel untuk sampel berbentuk cairan umumnya mempunyai berkas radiasi kurang dari 1 mm, biasanya dibuat dari lapisan tipis (film) diantara dua keping senyawa yang tranparan terhadap radiasi infra merah. Senyawa yang biasa digunakan adalah natrium klorida (NaCl), kalsium fluorida (CaF_2), dan kalsium iodida (CaI_2).

Wadah sampel untuk padatan mempunyai panjang berkas radiasi kurang dari 1 mm. Sampel berbentuk padatan ini dapat dibuat pelet, pasta atau lapis tipis.

Untuk keperluan kualitatif atau penentuan struktur molekul maka sampel yang diukur harus berupa senyawa yang murni. Sedangkan untuk keperluan kuantitatif, sampel boleh berupa campuran asalkan daerah panjang gelombang yang menjadi pengamatan tidak terjadi gangguan dari senyawa-senyawa lain yang terdapat dalam komponen campuran. Semua bentuk sampel (padat, cair dan gas) dapat dilakukan pengukuran dengan spektrometer infra merah, tetapi masing-masing perlu dilakukan penanganan khusus agar didapatkan spektrum infra merah yang baik.

a. Sampel gas

Sampel berupa gas dapat dianalisis secara langsung, hanya perlu diperhatikan adanya uap air dalam sampel tersebut. Adanya uap air dapat memberikan pita-pita serapan yang tajam. Pengukuran sampel gas memerlukan tempat sampel khusus, biasanya berupa silinder dari bahan silika. Silinder ini mempunyai dua buah lubang untuk tempat keluar masuknya gas. Sebagai penutup lubang tersebut dapat digunakan lempengan kristal NaCl.

b. Sampel cair

Sampel cair dapat dianalisis dalam bentuk murninya atau dalam bentuk larutan. Sampel cairan murni dianalisis secara langsung dengan cara membuat lapisan tipis yang diletakkan diantara celah yang dibuat dari dua lempengan NaCl yang diletakkan berhimpitan. Tebal lapisan tipis ini adalah 0,01 mm atau kurang. Sampel cairan murni yang terlalu tebal menyerap sangat kuat, sehingga menghasilkan spektrum yang tidak memuaskan. Cairan yang mudah menguap dianalisis dalam sel tertutup dengan lapisan tipis. Lempeng perak klorida atau KRS-5 dapat digunakan untuk sampel yang melarutkan NaCl.

Larutan ditangani di dalam sel yang tebalnya 0,01-1 mm. Untuk sel yang tersedia, diperlukan larutan 0,05-10% sebanyak 0,1-1 ml. Sebuah sel yang mengandung pelarut murni diletakkan pada berkas acuan. Dengan begitu, spektrum yang diperoleh adalah milik zat terlarut, kecuali pada daerah-daerah tempat pelarut menyerap dengan kuat.

Pelarut yang dipilih haruslah cukup bening di daerah yang diperlukan dan pula harus kering. CCl_4 merupakan pelarut yang paling baik sebab sedikit mengabsorpsi infra merah, tetapi tidak semua zat dapat larut dalam CCl_4 . Beberapa jenis pelarut lainnya antara lain kloroform dan sikloheksana. Pasangan zat terlarut dan pelarut yang bereaksi tidak dapat digunakan. Contohnya, CS_2 tidak dapat digunakan sebagai pelarut amina primer dan sekunder.

c. Sampel padat

Sampel berbentuk padat dapat dianalisis dalam bentuk pelet, pasta atau lapisan tipis. Bentuk pelet dibuat dengan menggerus campuran sampel dengan kristal KBr (0,1-2,0% berdasarkan berat) hingga halus dan homogen. Campuran ini kemudian ditekan dengan alat pembuat pelet sampai tekanan 10-20 Mpa (Mega Pascal = ton/inc^2) sehingga terbentuk suatu pelet. Pelet yang baik harus jernih/transparan dan tidak retak. Selain kristal KBr dapat juga digunakan kristal KI, CsI atau CsBr.

Pasta (*mull*) dibuat dengan menggerus sampel dengan beberapa tetes *mulling oil* sehingga terbentuk pasta. Pasta ini kemudian dioleskan di antara dua lempeng kristal NaCl agar didapatkan lapisan yang tipis dan rata. Nujol ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CH}_3$; parafin) suatu minyak tanah yang bertitik didih tinggi lazim digunakan sebagai *mulling agent*. Yang perlu diperhatikan adalah Nujol dapat mengabsorpsi infra merah sehingga spektrum yang terbentuk berupa campuran antara sampel dan Nujol. Bila pita-pita hidrokarbon mengganggu spektrum, maka Fluorolube (suatu polimer yang terhalogenasi seluruhnya oleh F dan Cl) atau heksaklorobutadiena dapat digunakan. Baik penggunaan Nujol maupun Fluorolube memungkinkan pembuatan spektrum yang bebas dari pita-pita yang menumpuk, di seluruh daerah $4000\text{-}250\text{ cm}^{-1}$. Untuk analisis kualitatif, teknik *mull* mudah dan cepat, tetapi untuk analisis kuantitatif harus menggunakan internal standar. Sedangkan lapis tipis dibuat dengan meneteskan larutan dengan pelarut yang

mudah menguap pada permukaan kepingan NaCl dan dibiarkan sampai menguap.

www.itk.ac.id

2.7 Uji Biodegradasi

Biodegradasi merupakan suatu peristiwa terurainya senyawa menjadi senyawa - senyawa lain yang lebih sederhana yang terjadi karena sebab-sebab alami, seperti proses fotodegradasi (degradasi yang melibatkan cahaya dan kalor), degradasi kimiawi (hidrolisis), degradasi oleh bakteri dan jamur, degradasi enzimatik, dan degradasi mekanik (disebabkan oleh angin, abrasi), atau gabungan dari beberapa sebab (Sihaloho,2011).

Biodegradasi kimiawi sangat berperan penting dalam proses degradasi polimer biodegradabel (biopolimer). Dengan adanya gugus fungsi yang mudah terhidrolisis dalam rantai polimer, polimer menjadi tidak stabil dalam lingkungan berair, sehingga dapat terhidrolisis menjadi oligomer maupun monomer penyusunnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi biodegradabilitas suatu polimer antara lain yaitu panjang rantai molekul polimer, kompleksitas struktur polimer, kristalinitas dan hidrofilitas polimer (Sihaloho, 2011).

Biodegradasi biologi merupakan suatu proses penguraian suatu senyawa kompleks menjadi suatu senyawa yang lebih sederhana seperti air dan karbondioksida. Proses penguraian tersebut memanfaatkan aktivitas mikroorganisme sehingga terjadi perubahan integritas molekuler. Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga proses degradasi yang terjadi akan berbeda atau bervariasi antara satu mikroorganisme dengan mikroorganisma yang lain (Ainiyah, 2014)

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahandapat terdegradasi dengan baik dilingkungan. 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: 34).

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 factor seperti sinar matahari, panas, umur dan factor alam. Oleh sebab itu dalam proses pembuatannya polimer ditambahkan berbagai aditif guna mengatasi proses degradasi oleh berbagai factor tersebut. Mekanisme proses degradasi plastik akan menghasilkan gas CO₂, H₂O dan CH₄ (Pudjiastuti, 2012).

2.8 Uji Ketahanan Air

Uji ketahanan air dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase tambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastic terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu persentase pengembangan film oleh adanya air (Illing, 2017). Ketahanan plastik *biodegradable* terhadap air dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Air (\%)} = \frac{w-w_0}{w_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- A = Penyerapan air (%)
- W₀ = Berat uji mula – mula (gr)
- W = Berat uji setelah perendaman (gr)

2.9 Uji Standar Plastik

Pengujian sifat biodegradable bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme dan uji penguburan. Metode uji standar diperlakukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi degradabilitas dan biodegradasi polimer dan konfirmasi dengan alam dari breakdown produk. Standar telah dibangun atau dibawah pembangunan oleh badan Standar Nasional Amerika (ASTM); Eropa (CEN); Jerman (DIN); Jepang (JIS) dan Organisasi Standar Internasional (ISO) untuk mengevaluasi dan mengkuantifikasi biodegradable dibawah kondisi lingkungan/pembuangan yang berbeda seperti pengomposan, tanah, laut, Instalasi Pengolahan Air Limbah, dan anaerobic digester. Tidak ada perbedaan yang besar diantaranya. Standar ISO akan membawa semua standar tersebut dan menyediakan standar yang diterima secara Global (Ummah, 2013: 23).

Tabel 2.3 Sifat Mekanik Plastik *)

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat Tarik (Mpa)	24,7-302
2.	Persen Elongation (%)	21-220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

*) Nanda, 2015

2.10 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 2.4 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Hasil
1	Sanjaya / 2011	Pembuatan plastik biodegradable dari pati kulit singkong yang memiliki sifat mekanik terbaik didapatkan pada konsentrasi kitosan 2% dan gliserol 3%. Campuran pati dan kitosan serta gliserol sebagai plasticizer divariasikan (3 ml; 5 ml; 7 ml dan larutan kitosan (0,5%; 0,75%; 1%; 2%). Hasil penelitian

		<p>terbaik pada komposisi kitosan 2%, gliserol 3 ml dengan nilai tensile strength sebesar 6269,059 psi, modulus young sebesar 494925,675 psi, dan elongasi sebesar 1,27%. Dimana semakin banyak kitosan yang digunakan maka sifat mekanik dan ketahanan terhadap air semakin baik. Bioplastik terdegradasi dengan bantuan EM4 selama 10 hari.</p>
2	Anita / 2013	<p>Pembuatan plastik biodegradable dari pati kulit singkong yang memiliki sifat mekanik terbaik didapatkan pada 12 gram pati kulit singkong. Penentuan proporsi bahan paku yang pas akan menghasilkan sifat mekanik terbaik</p>
3	Akbar / 2016	<p>Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. Hasil terbaik penelitian ini pati sebanyak 12 gram ditambah gliserol 4 ml, menghasilkan kekuatan tarik 0,2122 kgf/mm dan pemanjangan saat putus sebesar 3,5%.</p>
4	Hilwatullisan dan Ibrahim Hamid / 2019	<p>Pengaruh penambahan gliserol akan mempercepat proses degradasi pada plastik namun menurunkan nilai kuat tarik, nilai %ketahanan air dan nilai titik leleh. Pengaruh penambahan kitosan akan meningkatkan nilai kuat tarik dan nilai %ketahanan air namun memperlambat proses degradasi plastik. Setelah melakukan penelitian, maka didapatkan komposisi optimum yaitu dengan penambahan gliserol sebanyak 2 ml dan 1gr kitosan dengan hasil optimum kuat tarik sebesar 0,00245 MPa dan %ketahanan air sebesar 64,79%.</p>
5	I Gede Sanjaya dan Tyas Puspita / 2019	<p>Komposisi pati kulit singkong-khitosan dan gliserol (plasticizer) memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik. Sifat mekanik bioplastik terbaik terdapat pada komposisi khitosan 2%, gliserol 3 ml</p>

dengan nilai tensile strenght sebesar 6269.059 psi, modulus young sebesar 494925.675 psi dan elongasi sebesar 1.27%. Semakin banyak khitosan yang digunakan maka sifat mekanik dan ketahanan terhadap air semakin baik. Bioplastik dari pati kulit singkong khitosan dapat terdegradasi dengan bantuan EM 4 selama 10 hari, sehingga bioplastik pati kulit singkong dan khitosan adalah plastik yang ramah lingkungan

-
- 6 Indra Nafiyanto / Peningkatan komposisi khitosan menyebabkan %
2019 *swelling* semakin menurun, sedangkan semakin besar volume gliserol yang ditambahkan maka % *swelling* akan semakin besar. Pada variasi komposisi khitosan dan gliserol, nilai WVTR akan semakin menurun seiring bertambahnya komposisi khitosan dan gliserol. Semakin meningkatnya konsentrasi khitosan maka bioplastik akan lebih sulit untuk di degredasi, sedangkan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol, maka sampel bioplastik makin mudah dan cepat untuk di degredasi.
-

