

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini, akan dijelaskan mengenai beberapa referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab 2 meliputi beberapa aspek bahasan, diantaranya: Plastik *Biodegradable*, *Melt Intercalation*, Kajian Kulit Pisang Raja, Gliserol, CMC serta uraian singkat mengenai FTIR, Mikroskop Optik, Uji biodegradasi dan penelitian terdahulu

2.1 Plastik *Biodegradable*

Plastik merupakan senyawa sintetik hidrokarbon rantai pendek yang berasal dari minyak bumi kemudian dibuat dengan reaksi monomer yang sama sehingga strukturnya menjadi kaku dan membentuk rantai panjang serta akan memadat kembali setelah mencapai suhu pembentukannya. Plastik memiliki ikatan karbon rantai panjang sehingga sulit untuk terdegradasi oleh mikroorganisme (Sugirto, 2009).

Sifat-sifat plastik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) (Darni dan Herti, 2010) ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar SNI Plastik (Darni dan Herti, 2010)

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2.	Persen elongasi (%)	21-220
3.	Hidrofobisitas (%)	99

Degradasi (*degradation*) adalah proses satu arah yang mengarah pada perubahan dari suatu material, seperti perubahan berat struktur akibat

pengurangan komponen. Degradasi diakibatkan karena suatu kondisi lingkungan dan biasa terjadi dalam satu tahap bahkan lebih, sedangkan suatu plastik *biodegradable* menunjukkan keadaan plastik yang mengalami degradasi hasil dari aktivitas alam yang melibatkan suatu mikroorganisme seperti bakteri, alga dan jamur di dalamnya. (Seigel dan Lisa, 2007)

Plastik *biodegradable* adalah polimer *biodegradable* alami yang di akumulasikan oleh mikroorganisme. Polimer merupakan makromolekul besar yang terbentuk dari unit-unit atau monomer berulang sederhana (Gill, 2014). Plastik *biodegradable* biasa digunakan sebagaimana layaknya plastik konvensional, namun setelah selesai terpakai plastik tersebut akan hancur akibat aktivitas mikroorganisme, yang mengakibatkan hasil akhir berupa air dan gas karbondioksida yang dibuang ke lingkungan, sehingga plastik ini dapat disebut sebagai plastik ramah lingkungan. (Pranamuda, 2001)

Senyawa-senyawa hasil degradasi plastik *biodegradable* selain menghasilkan karbondioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik dan aldehid sehingga plastik ini aman bagi lingkungan. Untuk perbandingan, plastik sintetik memakan waktu sekitar 100 tahun agar dapat hancur oleh alam, sementara plastik *biodegradable* dapat hancur 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat dimanfaatkan sebagai makanan hewan ternak atau dimanfaatkan untuk pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya (Huda & Feris, 2007).

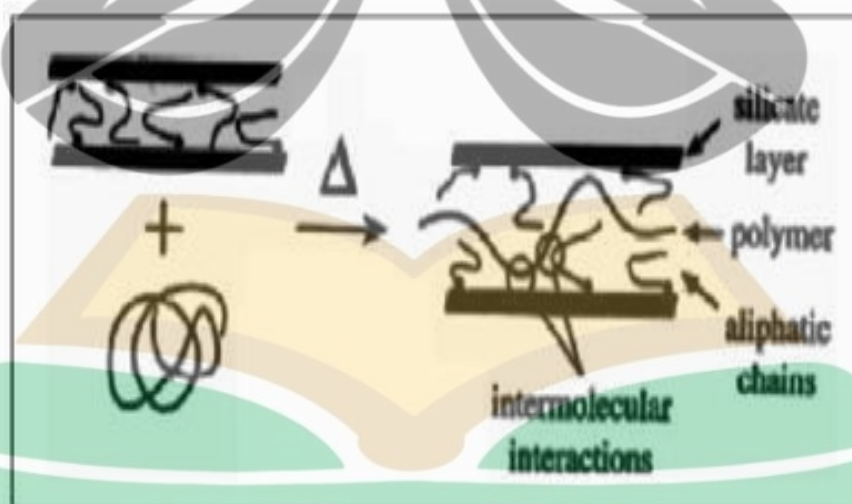
Tabel 2.2 Kriteria, Ambang Batas & Metode Uji/ Verifikasi Bioplastik (BSN, 2016)

No.	Aspek Lingkungan	Persyaratan
1.	Penggunaan bahan aditif	Tidak menggunakan zat warna
2.	Degradabilitas	Pertumbuhan mikroba pada permukaan produk > 60% selama 1 minggu
3.	Kandungan logam berat	Kandungan logam berat dalam produk : Cd : < 0,5 ppm Pb : < 50 ppm
4.	Tensile Elongation	Kuat Beban yang diberikan maksimal kurang dari 50kgf/cm ²

Biodegradabilitas plastik, misalnya PHA (*polihidroksilalkanoat*) ditentukan oleh banyak faktor, faktor –faktor tersebut diantaranya yaitu faktor lingkungan, meliputi cuaca, iklim, dan kelembaban udara. Faktor lainnya yaitu temperatur, cahaya, pH, kandungan oksigen, kandungan air, dan keberadaan organisme pengurai. Komposisi plastik sangat berkaitan dengan sifat biodegradabilitasnya. Kondisi permukaan (luas permukaan, hidrofob atau hidrofil), titik leleh, elastisitas, dan kristalinitas mempunyai peranan krusial dalam proses biodegradasi (Tokiwa, dkk., 2009).

2.2 *Melt Intercalation*

Melt intercalation merupakan metode yang ramah lingkungan karena tidak digunakannya pelarut organik yang nantinya dapat menjadi limbah, sementara metode eksfoliasi, polimerisasi in situ interkalatif dan interkalasi larutan menggunakan pelarut tersebut. Selain itu, *melt intercalation* juga kompatibel dengan proses industri seperti pada *injection molding*. Pada *melt intercalation*, pembuatan bioplastik dilakukan dengan tujuan untuk menguatkan material, yaitu dengan cara memanaskan dan mendinginkan material. (E. William, 2005). Ilustrasi *melt intercalation* yang tampak dari dua lapisan ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Ilustrasi pembuatan bioplastik dengan *melt intercalation* tampak diantara dua lapisan (Rayet al., 2003)

2.3 Kajian Kulit Pisang Raja

2.3.1 Kulit Pisang Raja

Terdapat berbagai jenis varietas pisang dan dari sekian banyak jenis pisang tersebut, terdapat satu varietas yang masih kurang dimanfaatkan dan diolah namun persediaannya masih sangat berlimpah di beberapa daerah, yaitu pisang raja. Pemanfaatan pisang raja biasanya dikonsumsi secara langsung atau hanya diolah menjadi pisang goreng, kripik pisang atau pisang ijo (Ernawati, dkk., 2016)

Menurut Herbarium Medanense (2018), klasifikasi tanaman pisang raja yaitu :

Kingdom: *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

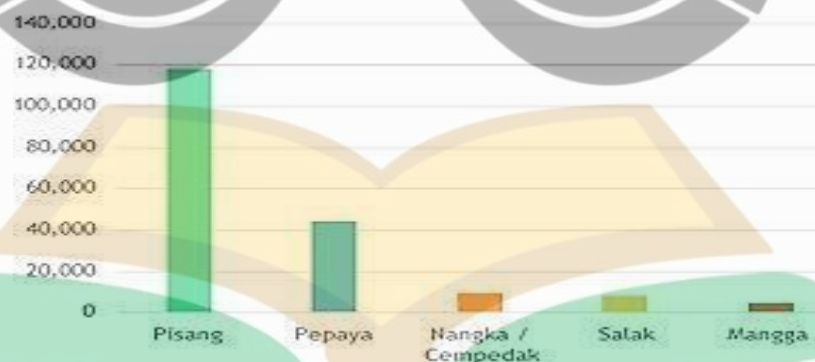
Kelas : *Monocotyledonae*

Ordo : *Zingiberales*

Famili : *Musaceae*

Genus : *Musa*

Spesies : *Musa Paradisiaca*



Gambar 2.2 Produksi 5 jenis buah-buahan terbanyak di kota Balikpapan menurut jenisnya dalam Kuintal (BPS Kota Balikpapan, 2017)



Gambar 2.3 Kulit Pisang Raja (Herawan, 2015)

Menurut Herawan (2015) bentuk fisik pisang raja berbentuk agak gepeng dan persegi. Dengan ukuran buah 10-12 cm, berat 80-120 gram, dan kulit buahnya memiliki ciri-ciri sangat tebal berwarna kuning kehijau-hijauan dan terkadang memiliki bintik-bintik coklat. Kandungan lengkap kulit pisang raja terdapat pada tabel 2.2 berikut

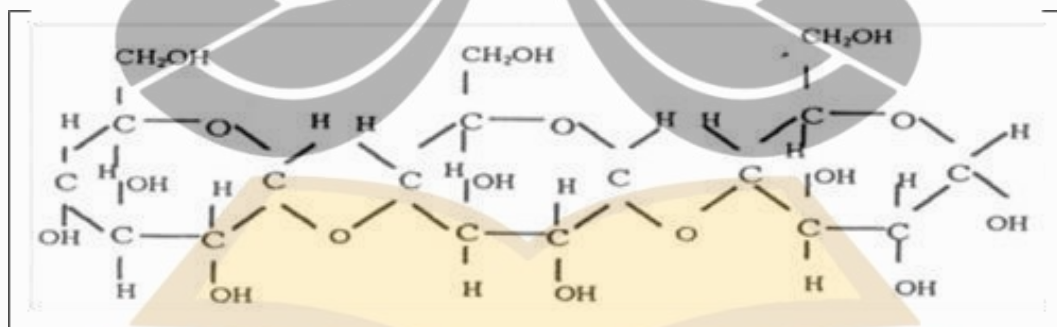
Tabel 2.3 Kadar Pati pada Kulit Pisang (Herawan, 2015)

No	Jenis Pisang	Kadar Pati pada Kulit (%)
1.	Raja	30,66
2.	Tanduk	29,60
3.	Ambon	29,37
4.	Kepok	27,70
5.	Kapas	26,55

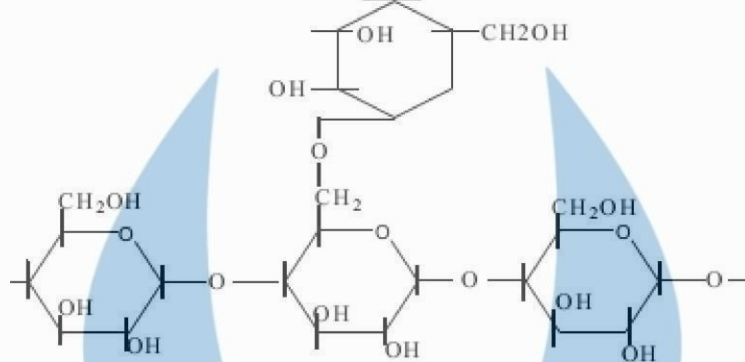
2.3.2 Pati Pada Kulit Pisang Raja

Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6). Amilosa memberikan sifat keras, sedangkan, amilopektin, menyebabkan sifat lengket. Konsentrasi kedua komponen ini nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk.

Amilopektin mempengaruhi kestabilan film sedangkan amilosa sendiri mempengaruhi kekompakannya. Tingginya kadar amilosa pada pati berpengaruh terhadap sifat dari film, semakin tinggi kadar amilosa yang terdapat pada pati maka film yang dihasilkan semakin kuat dan lentur. Hal ini disebabkan karena memungkinkan pembentukan ikatan hidrogen antarmolekul glukosa penyusunnya oleh struktur amilosa dan mampu membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat menangkap air saat terjadinya pemanasan, sehingga dapat menghasilkan gel yang kuat (Yulianti and Ginting, 2012)



Gambar 2.4 Struktur Kimia Amilosa (Fairus, dkk., 2010)



Gambar 2.5 Struktur Kimia Amilopektin (Boediono, 2012)

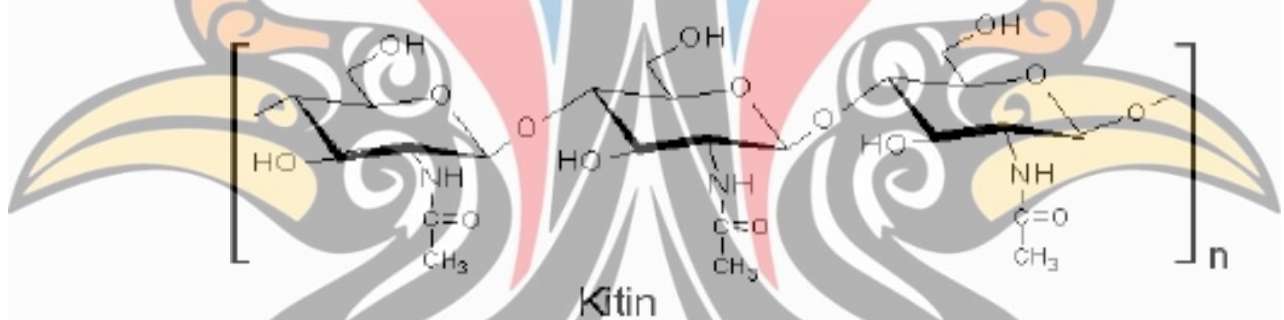
Pati banyak digunakan dalam bidang industri yaitu dalam pembuatan plastik *biodegradable* yang akan mengalami proses biodegradasi untuk mengganti sebagian bahkan seluruh bagian dari suatu polimer plastik. Beberapa hal yang mendorong penggunaan pati yaitu karena biaya yang digunakan rendah, dapat diperbarui, memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat ditemukan di sekitar kita (Bourtoom, 2008). Salah satu sumber pati yang ada di sekitar kitayaitu kulit pisang, kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *plastik biodegradable* karena kandungan patinya. Kulit pisang merupakan sumber pati yang tergolong tinggi, yaitu mengandung sekitar 18,5% pati di dalam kulit pisang tersebut dan saat matang kadar glukosa yang ada di dalamnya akan meningkat (Sultan and Johari, 2017)

2.4 Kitosan

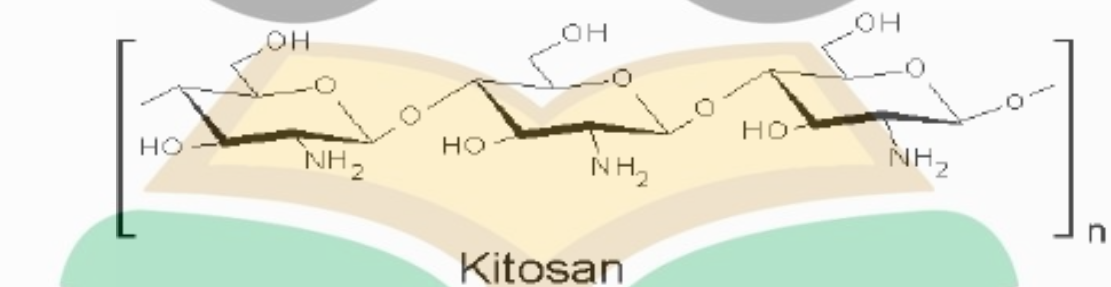
Kitosan adalah turunan dari kitin dengan struktur [β -(1-4)-2-amino -2-deoksi- D- glukosa] merupakan hasil dari deasetilasi kitin. Kitosan adalah suatu polimer dengan sifat polikationik. Adanya gugus hidroksil dan amino pada rantai polimer mengakibatkan kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak) dapat diikat secara efektif oleh kitosan. Interaksi kation logam dengan kitosan terjadi melalui pembentukan kelat koordinasi oleh atom N gugus amino dan O gugus hidroksil (Taolee et al., 2001)

Gugus fungsi yang terdapat pada kitosan memungkinkan untuk dilakukan modifikasi kimia yang bermacam – macam termasuk reaksi – reaksi dengan zat perantara ikatan silang, kelebihan ini dapat memungkinkan kitosan dapat digunakan sebagai bahan campuran bioplastik, yang mana membuat plastik dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan. Penggunaan kitosan sebagai *filler* menunjukkan permeabilitas oksigen dari film-film mengalami peningkatan dengan meningkatnya viskositas kitosan, namun transmisi uap air tidak terpengaruh.

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).



Gambar 2.6 Struktur Kitin (Roberts, 1992)



Gambar 2.7 Struktur Kitosan (Roberts, 1992)

www.itk.ac.id

Kitosan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kitosan yang berasal dari kulit udang. Ekstraksi kitin dari limbah kulit udang memiliki rendemen sebesar 20%, Sedangkan rendemen kitosan dari kitin yang diperoleh terdapat sekitar 80%. Jadi, dengan mengambil ekstrak dari kulit udang sebanyak 100.000 ton, maka akan diperoleh kitosan sebanyak 16.000 ton. Jika dimanfaatkan dan dikembangkan dengan teknologi yang memadai, maka akan menjadi alternatif bahan pengawet yang murah, ramah lingkungan, alami dan bisa meningkatkan devisa negara jika diekspor ke luar negeri (Prasetiyo, 2004)

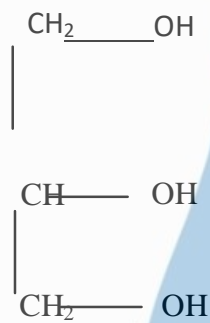
Kitin dan Kitosan adalah hasil sampingan dari limbah kulit udang. Kitin dan kitosan merupakan bagian salah satu dari polisakarida dalam unit dasar suatu gula amino. Polisakarida ini merupakan structural unsur yang dapat memberi kekuatan mekanik suatu organisme. Kitin tidak dapat larut dalam pelarut organik alkali, asam mineral encer atau bahkan dalam air. Kitin juga tidak dapat dilarutkan dan terurai dengan adanya enzim atau dengan pengolahan asam mineral padat (Anonim, 2005)

2.5 Gliserol sebagai Plasticizer

Plasticizer merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan agar kekakuan dari polimer dapat melemah dan dapat meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas suatu polimer. Fungsi dari *plasticizer* yaitu untuk meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas suatu material, dapat menghindarkan material dari suatu kerusakan, meningkatkan sifat permeabilitas terhadap uap air, gas dan zat terlarut. (Mujiarto, 2005). Pati sebagai polimer alam yang tidak bernilai mahal dan bersifat terbaharukan yang terdapat dalam bentuk butiran tidak dapat diproses menjadi suatu material thermoplast dikarenakan tingginya kekuatan ikatan hidrogen intermolekuler dan intramolekular. Namun adanya keberadaan *plasticizer* yang dalam pembuatan bioplastik ini digunakan gliserol, pati dapat diolah menjadi polimer yang bersifat *biodegradable* yang umumnya disebut *thermoplastic starch* (Zhong, 2008)

Gliserol pada umumnya digunakan sebagai material plastisasi pada proses pembuatan suatu plastik yang bersifat *degradable*. Material plastisasi biasanya berupa molekul kecil yang larut dalam suatu struktur amorf diantara molekul-

molekul primer yang ukurannya lebih besar. Suatu material plastisasi dapat memacu proses pencetakan dan dapat meningkatkan fleksibilitas dari suatu produk (Zhong, 2008). Gliserol juga berpengaruh terhadap kemampuan sifat mekanik plastic *biodegradable* yaitu kekuatan tarik atau *tensile strength* dan elongasi atau perpanjangan (Fatnasari, Nocianitri dan Suparthana, 2018)



Gambar 2.8 Struktur Gliserol (Nugroho, 2012)

2.6 *Carboxymethyl Cellulose* (CMC)

Carboxymethyl Cellulose (CMC) pada pembuatan bioplastik ini berfungsi sebagai zat aditif, diketahui bahwa kandungan air pada CMC tergolong tinggi, CMC memiliki sifat biodegradabilitas yang baik dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi karena biaya produksinya yang relatif rendah. CMC dapat digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan plastic, karena memiliki struktur polimer dan berat molekul yang tinggi (Tongdeesoontorn, et al., 2011). *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) merupakan selulosa eter yang dapat melakukan gelasi dengan cara melakukan pemanasan dan membentuk kualitas yang sangat baik dari plastik karena memiliki struktur rantai polimer dan berat molekul tinggi (Putri et al., 2016)

Larutan CMC 1% memiliki pH 7,0-8,5 sedangkan pada rentang 5-9 tidak terlalu berpengaruh terhadap viskositas. Pada pH kurang dari 3 viskositas CMC mengalami peningkatan karena terbentuknya gel yang sedikit larut, sedangkan pada pH di atas 10 viskositas CMC mengalami penurunan. Kadar air yang berada pada CMC dapat mempengaruhi daya tahan CMC karena terdapat reaksi pembusukan secara kimia maupun mikrobiologi. Kadar NaCl berpengaruh terhadap kemurnian atau kadar CMC, dengan diketahuinya kadar NaCl maka

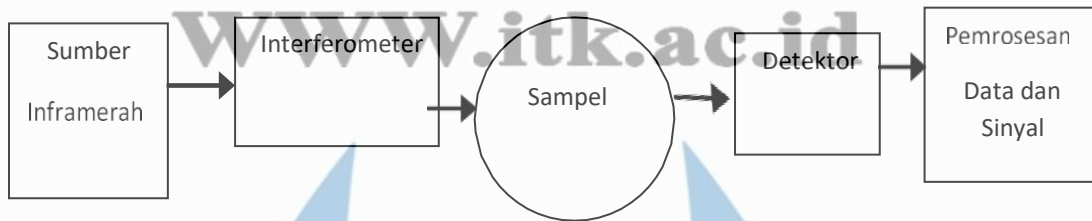
kemurnian dapat diketahui. Terbentuknya NaCl yaitu akibat adanya reaksi antara natrium monokloroasetat dengan alkali selulosa(Wijayani, dkk., 2015)

2.7 FTIR (Fourier Transform Infrared)

Spektrofotometer FTIR adalah salah satu instrumen yang biasanya digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memperkirakan suatu struktur senyawa kimia. Terdapat 3 teknik pengukuran sampel yang biasanya digunakan dalam pengukuran spektrum menggunakan FTIR yaitu *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS), *Attenuated Total Reflectance* (ATR), dan *Difuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Setiap teknik memiliki karakteristik spektrum vibrasi molekul yang berbeda (Beasley et al., 2014).

Spektrum vibrasi yang ingin direpresentasikan harus memenuhi beberapa syarat, yaitu resolusi dan intensitas spektrum harus memadai, spektrum harus berasal dari zat murni, spektrofotometer harus dikalibrasi, serta teknik penyiapan sampel harus dijabarkan. Ketepatan kekuatan penekanan, dan waktu penekanan dalam proses pengukuran suatu sampel menggunakan FTIR metode reflektansi sangat menentukan hasil spektrum vibrasi sampel yang dihasilkan (Sulistiyani, 2018).

Komponen dasar spektrofotometer FTIR yaitu sumber sinar, interferometer, sampel, detektor penguat (*amplifier*), pengubah analog ke digital, dan komputer. Radiasi muncul dari sumber sinar yang dilewatkan melalui interferometer ke sampel yang akan dideteksi sebelum mencapai detektor. Setelah terjadi amplifikasi sinyal, data dikonversi kedalam bentuk digital, kemudian di transfer ke komputer untuk transformasi (Anggarini, 2013). Instrumentasi FTIR dapat dilihat pada gambar 2.9

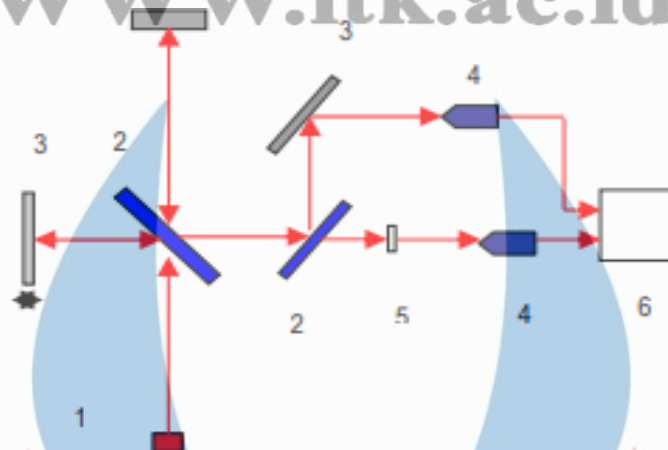


Gambar 2.9 Instrumentasi FTIR (Anggarini, 2013)

Prinsip kerja spektroskopi FTIR adalah adanya interaksi energi dengan materi. Pada spektroskopi inframerah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk sidik jari molekul dari suatu sampel. Seperti sidik jari pada umumnya, struktur sidik jari dari spektrum yang dihasilkan tidak ada yang sama. Inilah yang membuat spektroskopi inframerah berguna untuk beberapa analisa. Manfaat informasi yang dapat diketahui dari FTIR adalah mengidentifikasi suatu senyawa yang tidak diketahui (Buulolo, 2019). Alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.10 Alat *Instrument* FTIR (Institut Teknologi Kalimantan, 2021)



Gambar 2.11 Skema alat spektroskopi FTIR (Marcott, 1986)

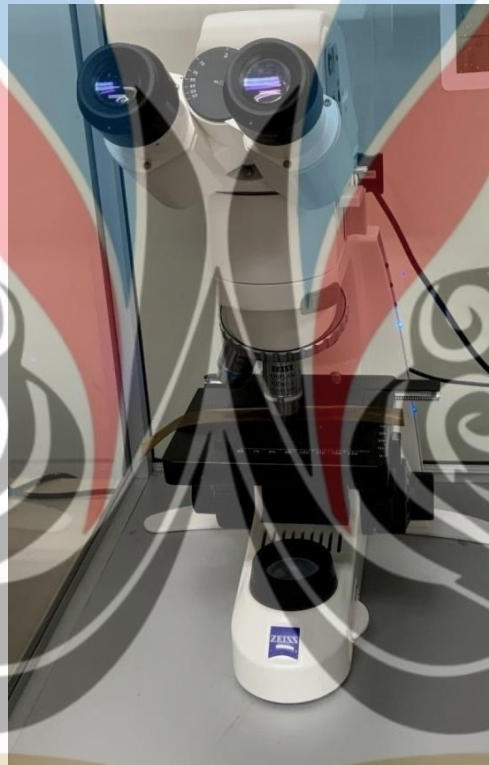
Keterangan gambar 2.10 (1) Sumber Inframerah (2) Pembagi Berkas (*Beam Splitter*) (3) Kaca Pemantul (4) Sensor Inframerah (5) Sampel (6) *Display*. Pada hasil pengujian gugus fungsi menggunakan FTIR, apabila terdapat gugus fungsi C=O karbonil dan C-O ester menandakan terdapat kemampuan degradabilitas pada plastik yang disintesis. Hal ini disebabkan karena gugus fungsi O-H, C=O karbonil dan C-O ester adalah gugus yang bersifat hidrofilik sehingga molekul air dapat mengakibatkan mikroorganisme pada lingkungan memasuki matriks plastik tersebut. Gugus fungsi yang mampu mendegradasi bioplastik dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Gugus fungsi pendegradasi bioplastik (Silverstein, 2005)

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)
Ester (C=O)	1750-1735
Ester (C-O)	1300-1000
Karboksil (O-H)	3700-3500
Amina (N-H)	1650-1550

2.8 Mikroskop Optik

Mikroskop ialah alat yang digunakan untuk melihat benda yang berukuran sangat kecil. Mikroskop sendiri merupakan alat yang dapat menghasilkan sebuah bayangan dari suatu benda yang di mikroskop menjadi lebih besar. Pembesaran tersebut tergantung dari beberapa faktor, diantaranya titik fokus kedua lensa (objektif f_1 dan okuler f_2), panjang tubulus atau jarak (t) lensa objektif terhadap lensa okuler dan yang ketiga adalah jarak pandang mata normal (s_n). (Widyatmoko, 2008)



Gambar 2.12 Mikroskop Optik (Institut Teknologi Kalimantan, 2021)

Cara kerja dari mikroskop optik ialah dengan membiaskan cahaya lampu oleh lensa kondenser, kemudian sinar akan mengenai spesimen setelah melewati kondenser dan akan diteruskan oleh lensa objektif. Lensa objektif tersebut merupakan bagian terpenting dari suatu mikroskop, karena dapat diketahui perbesaran yang dilakukan mikroskop dari lensa objektif tersebut. Mikroskop Optik ini memiliki batasan perbesaran yaitu dari 400 X hingga 1400 X. (Sibilia,

1988)

www.itk.ac.id

2.9 Uji Tarik

Uji Tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji Tarik ini harus memiliki cengkraman yang kuat dan kekuatan yang tinggi. Pengujian tegangan dapat digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material yang sangat diperlukan dalam dunia teknik. Dalam pengujian Tarik, spesimen uji terdeformasi, biasanya sampai patah dengan peningkatan bertingkat gaya tarikan yang dibebankan secara *uniaxial* pada kedua sumbu spesimen (Sumarauw, 2017)



Gambar 2.13 Alat Uji Tarik (Institut Teknologi Kalimantan, 2021)

2.10 Uji Biodegradasi

Biodegradasi adalah salah satu parameter pengamatan yang bisa menunjukkan apakah suatu bioplastik memiliki sifat ramah lingkungan atau tidak, uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui berapa jangka waktu susatu plastik

biodegradable terdegradasi oleh mikroorganisme di suatu lingkungan. Media yang dipakai adalah tanah, karena di dalam tanah terdapat banyak jenis mikroorganisme (seperti jamur, alga dan bakteri) dan dalam jumlah yang tidak sedikit, sehingga akan menunjang proses degradasi yang akan dilakukan (Apriani dan Sedyadi, 2015).

Uji Biodegradabilitas atau kemampuan plastik untuk mengalami biodegradasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh alam terhadap suatu plastik dalam waktu dengan jangka tertentu, sehingga akan diperoleh suatu persentase kerusakan. Setelah itu dapat diperkirakan lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna. Bagaimana juga, biodegradasi tidak sepenuhnya berarti bahwa material *biodegradable* akan selalu mengalami degradasi. Berdasarkan *Standard European Union Biodegradable* mengenai biodegradasi plastik, suatu plastik *biodegradable* harus terdekomposisi menjadi air, substansi humus dan karbondioksida dalam waktu maksimal 6 hingga 9 bulan lamanya. (Sarka, dkk., 2011)

Berikut merupakan rumus perhitungan persentase kehilangan berat bioplastik:

$$\text{Kehilangan berat} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \dots\dots\dots [2.1]$$

Keterangan:

W_i = Berat kering awal sebelum degradasi (gram)

W_f = Berat kering akhir setelah degradasi (gram)

2.11 Tanah Sebagai Media Biodegradasi

Mikroorganisme dalam tanah sangat adaptif terhadap lingkungan dan dapat mengeluarkan endoenzim & eksoenzim yang mampu mendegradasi substrat menjadi komponen yang lebih sederhana (Albinas dkk, 2003). Menurut Gu (2003), Komponen tersebut dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi oleh mikroorganisme. Degradasi polimer tersebut akan membentuk formasi biofilm pada permukaan polimer. Proses tersebut dapat dikatakan proses biodegradasi

yang merupakan salah satu upaya mengatasi limbah plastik secara biologi. Beberapa penelitian sebelumnya telah membuktikan potensi bakteri indigenus dari tempat pembuangan sampah pendegradasi plastik adalah bakteri tanah *Acinetobacter s.*

Dalam proses degradasi, pH merupakan faktor yang sangat penting karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. PH merupakan reaksi tanah yang menunjukkan kemasaman atau alkalinitas tanah. Jika pH sesuai dengan aktivitas enzim, maka kerja enzim ekstraseluler untuk mendegradasi substrat akan optimal. Dalam pengujian biodegradasi ini dapat menggunakan tanah yang berada di sekitar lingkungan kita, mikroorganisme tanah dan jamur dapat berkembang dengan baik pada pH di atas 5.5 jika kurang maka akan terhambat aktivitasnya. (Hardjowigeno, 2007). Oleh karena itu sebelum dilakukan pengujian biodegradasi, tanah yang akan digunakan sebagai media pengujian diukur terlebih dahulu pH-nya menggunakan alat uji pH tanah.

2.12 Peneliti Terdahulu

Berikut adalah penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

No	Nama Peneliti	Hasil
1	Yeti Rusmiati dkk/ 2016	Penambahan CMC berpengaruh terhadap sifat biodegradable dari bioplastik. Semakin banyak CMC yang ditambahkan maka bioplastik akan sangat mudah terurai oleh mikroorganisme. Tetapi akan sangat sukar larut dalam air karena memiliki sifat swelling karena air terjebak dalam molekul pati sehingga mengurangi daya larut pati dalam air. Dan semakin banyak CMC yang ditambahkan maka struktur permukaannya semakin halus.

No	Nama Peneliti	Hasil
2	Erni Puryati dkk/ 2019	Penambahan CMC terhadap hasil sintesis bioplastik dari pati ubi nagara berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan, yaitu meningkatkan nilai ketebalan, daya serap air, kuat tarik, elongasi, dan menurunkan ketahanan, serta transmisi uap air. Berdasarkan data kuat tarik dan laju transmisi uap air yang diperoleh, penambahan konsentrasi CMC optimum adalah sebesar 9% CMC (b/b) dengan nilai kuat tarik tertinggi dan transmisi uap air terendah sebesar 0,5281 N/mm ² dan 6,370 g/m ² /hari.
3	Johan Budiman dkk /2018	Penambahan konsentrasi pati buah lindur pada pembuatan bioplastik berpengaruh tidak nyata terhadap uji kuat tarik dan uji ketahanan, tetapi berpengaruh nyata terhadap ketebalan, persen pemanjangan dan uji biodegradasi. Bioplastik yang dihasilkan dari pati buah lindur memenuhi standar sifat mekanik plastik konvensional (HDPE) untuk kuat tarik, ketebalan dan uji biodegradasi. Tetapi belum memenuhi untuk ketahanan air dan persen pemanjangan.
4	Endo Pebri Dani Putra dkk /2018	Penambahan pati kulit pisang muli berpengaruh terhadap karakteristik fisik, mekanik dan degradasi plastik biodegradable. 2. Perlakuan terbaik berdasarkan sifat mekanik plastik biodegradable dari pati limbah kulit pisang muli menghasilkan karakter adalah pada perlakuan A (penambahan pati 1 g). Karakteristik plastik biodegradable pati pisang muli mempunyai nilai ketebalan 0.287 mm, densitas 0.667 m/g ³ , daya serap air 13.48%, kuat Tarik 13.28 MPa, persen pemanjangan

-
- 5 Selphia dkk / 2016 Hubungan kitosan dan gliserol yang didapatkan, semakin banyak kitosan yang digunakan maka semakin besar kuat tariknya, semakin banyak gliserol yang ditambahkan, maka semakin besar elongasinya. Berdasarkan penelitian ini didapatkan kuat tarik optimum pada sampel dengan komposisi 5 gram kitosan dan 3 ml gliserol dengan kuat tarik sebesar 132175 Kgf/cm². Sedangkan peningkatan elongasi yang optimum terjadi pada sampel dengan komposisi 3 gram kitosan dan 3 ml gliserol dengan elongasi sebesar 11,95%.
-

