

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab 2 ini, akan dijelaskan mengenai beberapa referensi yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Bab 2 membahas beberapa aspek bahasan, diantaranya: plastik, plastik *biodegradable*, pisang raja, tepung kulit pisang, kitosan, gliserol dan *melt intercalation* serta uraian singkat mengenai Mikroskop Optik, dari *Forier Transform Infra Red (FTIR)*, uji biodegradasi, dan penelitian terdahulu.

2.1 Plastik

Plastik merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan. Karakteristik plastik yang memiliki ikatan kimia yang sangat kuat sehingga banyak material yang dipakai oleh masyarakat berasal dari plastik. Namun plastik merupakan material yang tidak bisa terdekomposisi secara alami (*non biodegradable*) sehingga setelah digunakan, material yang berbahan baku plastik akan menjadi sampah yang sulit diuraikan oleh mikroba tanah dan akan mencemari lingkungan. Berdasarkan jenis produknya, terdapat 6 jenis plastik yaitu *Polyethylene Terephthalate (PET)*, *High Density Polyethylene (HDPE)*, *Polyvinyl Chloride (PVC)*, *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *Polypropylene (PP)*, *Polystyrene (PS)* dan lainnya. Umumnya sampah plastik memiliki komposisi 46% *Polyethylene (HDPE dan LDPE)*, 16% *Polypropylene (PP)*, 16% *Polystyrene (PS)*, 7% *Polyvinyl Chloride (PVC)*, 5% *Polyethylene Terephthalate (PET)*, 5% *Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS)* dan polimer-polimer lainnya. Lebih dari 70% plastik yang dihasilkan saat ini adalah *Polyethylene (PE)*, *Polpropylene (PP)*, *Polystyrene (PS)*, dan *Polyvinyl Chloride (PVC)* sehingga sebagian besar studi yang dilakukan berhubungan dengan keempat jenis polimer tersebut (Chiellini, 2001).

2.2 Plastik *Biodegradable*

Biodegradable berasal dari kata *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* berarti bisa, jadi plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Plastik jenis ini biasanya digunakan untuk pengemasan karena kelebihanannya yang tidak mudah ditembus uap air (Brodin, 2017). Plastik *biodegradable* dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi H₂O dan CO₂ setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan (Aminiyah, 2014). Berdasarkan bahan baku yang dipakai biodegradasi plastik dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok dengan bahan baku petrokimia (*non-renewable resources*) dengan bahan aditif dari senyawa bio-aktif yang bersifat *biodegradable*, dan kelompok dengan bahan baku produk tanaman (*renewable resources*) seperti pati dan selulosa serta hewan seperti cangkang atau dari mikroorganisme (Firdaus et al, 2004). Plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan, tentunya terbuat dari bahan alam yang jika kembali ke alam tidak menghasilkan dampak negatif. Salah satunya penggunaan bahan baku produk tanaman yang tentunya berasal dari alam yaitu pati.

2.3 Pisang Raja

Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar di Asia dan setiap tahun produksinya terus meningkat. Bertambahnya produksi pisang maka semakin banyak pula limbah kulit pisang yang dihasilkan. Limbah kulit buah pisang mewakili sekitar 30% dari buah. Hal ini merupakan masalah lingkungan karena mengandung sejumlah besar nitrogen, fosfor dan kadar air yang tinggi sehingga rentan terhadap perkembangan mikroorganisme (Gonzales, 2010). Pada kulit pisang di dalamnya banyak terdapat pati, protein, lemak, serat, asam linoleat, pektin dan asam amino esensial. Zat besi dan seng lebih banyak terdapat pada kulit pisang dibandingkan pada bagian buah pisang yang lainnya (Mohapatra, 2010). Selain itu kulit pisang juga mengandung gizi yang cukup lengkap, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Unsur-unsur gizi inilah yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan antibodi bagi tubuh

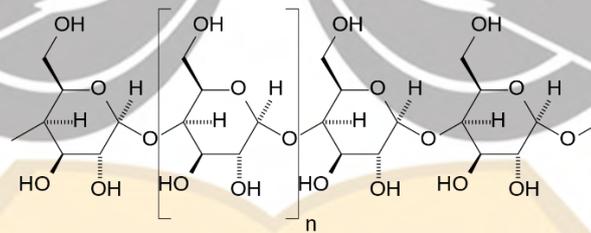
manusia. Berdasarkan analisis kimia, kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan makanan (Wilar, 2014).

2.4 Tepung Kulit Pisang

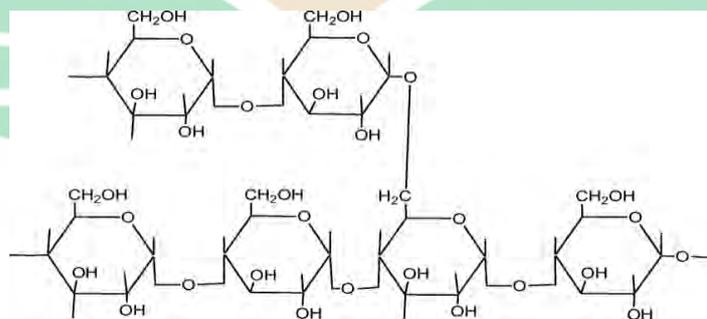
Pisang merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai potensi produksi (buah pisang) cukup besar karena produksi pisang berlangsung tanpa mengenal musim. Buah pisang sangat disukai dari berbagai kalangan masyarakat karena banyaknya kandungan gizi yang terdapat didalamnya yaitu vitamin, gula, air, protein, lemak, serat dan menyimpan energi yang cukup (Stover, 1987). Semakin banyak masyarakat yang menyukai buah pisang maka volume limbah kulit pisang yang dihasilkan semakin tinggi. Keberadaan limbah kulit pisang banyak dijumpai dilingkungan sekitar sehingga dapat mencemari lingkungan. Dengan demikian pemanfaatan limbah kulit pisang masih kurang maksimal. Dari hasil penelitian Dewanti (2008), menyatakan limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan ethanol. Dalam penelitian Koni, dkk (2013) juga menjelaskan bahwa kulit pisang dapat difermentasi dengan bakteri *Rhizopus oligosporus* dalam ransum terhadap pertumbuhan ayam pedaging. Selain itu limbah kulit pisang hanya dimanfaatkan sebagai sampah organik dan pakan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai ekonomis yang tinggi jika bisa dimanfaatkan dengan baik. Kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena kulit pisang mengandung pati sebesar 0,98% (Widyaningsih, dkk 2013). Kulit pisang merupakan limbah dari sisa produksi makanan ringan (seperti kripik pisang, sale pisang, dan lain - lain) yang biasanya hanya dijadikan sebagai pakan ternak. Kandungan nutrisi pada kulit pisang raja yaitu materi organik 91,50%, protein 0,90%, crude lipid 1,70%, karbohidrat 59%, dan crude fibre 31,70% (Anhwangen et al., 2009), sedangkan komposisi kulit pisang menurut Munadjim (1983), yaitu air 68,90%, karbohidrat 18,50%, lemak 2,11%, protein 0,32% dan komposisi kandungan kimia lainnya. Dalam penelitian Mufita (2009), menyatakan bahwa kandungan pati pada tepung kulit pisang tergantung dari varietas buah pisang. Kandungan pati resisten dari pati kulit

pisang raja sebesar 30,66%, pisang tanduk 29,60%, pisang ambon 29,37%, pisang kepok kuning 27,70%, pisang kepok manado 27,21%. Dalam penelitian ini menggunakan bahan dasar kulit pisang raja karena kandungan pati yang lebih tinggi dibandingkan pisang yang lainnya. Dalam penelitian Sukriyadi (2010), menyatakan bahwa semua jenis kulit pisang dapat diolah menjadi tepung, namun yang terbaik adalah kulit pisang raja karena memiliki struktur serat yang lebih tebal dan memiliki kandungan pati dan kalsium yang cukup tinggi.

Secara alamiah pati merupakan campuran dari amilosa dan amilopektin. Komposisi amilosa dan amilopektin berbeda-beda pada tiap tumbuhan. Adanya perbedaan kadar amilosa dan amilopektin menyebabkan sifat pati dari berbagai tumbuhan berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras (pera) dan memberikan warna biru tua 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 molekul 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 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



Gambar 2.2 Struktur Amilopektin

2.5 Kitosan

Kitosan adalah salah satu polimer rantai panjang dengan rumus molekul $(C_8H_{11}NO_4)_n$ dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi sempurna maupun sebagian dengan cara menghilangkan gugus asetil (CH_3-CO) dengan atom hidrogen (H) menjadi gugus amina (NH_2) (Rathke dan Hudson, 1994 diacu dalam Smith, 2005). Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli (2-asetamido-2-deoksi- β - (1-4)-D-glukopiranos) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin mirip dengan selulosa, hanya dibedakan oleh gugus yang terikat pada atom C kedua. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C kedua adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida (Muzzarelli, 1985).

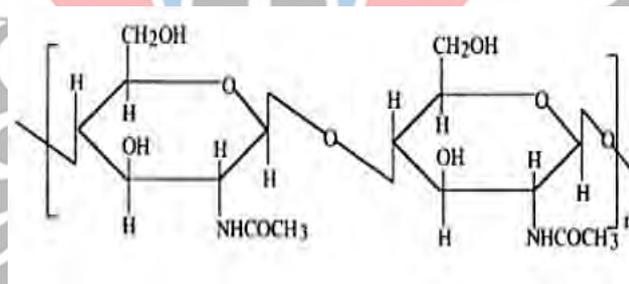
Kitosan murni mengandung gugus amino (NH_2), sedangkan kitin murni mengandung gugus asetamida ($NH-COCH_3$). Perbedaan gugus ini akan mempengaruhi sifat-sifat kimia kitin dan kitosan. Sebenarnya kitin dan kitosan yang diproduksi secara komersial memiliki kedua gugus asetamido dan gugus amino pada rantai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

Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh bobot molekul dan derajat deasetilasi. Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan polielektrolit kationik karena mempunyai gugus fungsional gugus amino. Selain gugus amino, terdapat juga gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan mempunyai kereaktifan kimia yang tinggi (Tokura, 1995). Gugus fungsi yang terdapat pada kitosan memungkinkan juga untuk modifikasi kimia yang beraneka ragam termasuk reaksi-reaksi dengan zat perantara ikatan silang.

2.6 Kitin

Kitin merupakan polisakarida yang polimernya tersusun atas monomernya β -1,4-N-asetilglukosamin. Senyawa ini sangat melimpah di alam dan menempati

urutan kedua setelah selulosa. Distribusi kitin sangat luas karena merupakan komponen struktural dari kulit crustaceae khususnya kepiting, udang dan lobster. Kitin berbentuk padat, tidak berwarna, tidak larut dalam air, asam encer dan pelarut organik lainnya, namun kitin dapat larut dalam fluoroalkohol dan asam mineral pekat (Herdyastuti, 2009). Selain itu kitin juga mempunyai sifat mudah terdegradasi dan bersifat tidak beracun sehingga banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang). Menurut Stephen (1995), kitin termasuk polisakarida yang merupakan polimer rantai lurus dengan nama lain (2-asetamida-2-deoksi- β -(1-4)-D-glukosa) (N-Asetil-D-Glukosamin). Kitin memiliki rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ yang tersusun atas 47% C, 6% H, 7% N, dan 40% O. Struktur kitin menyerupai struktur selulosa dan hanya berbeda pada gugus yang terikat di posisi atom C-2. Gugus pada C-2 selulosa adalah gugus hidroksil, sedangkan pada C-2 kitin adalah gugus N-asetil (-NHCOCH₃ asetamida). Berikut adalah gambar struktur kimia kitin.



Gambar 2.3 Struktur kimia kitin

2.7 Gliserol

Gliserol diperoleh secara komersial sebagai produk sampingan ketika lemak dan minyak yang dihidrolisis untuk menghasilkan asam lemak atau garam logam mereka (sabun). Gliserol juga disintesis pada skala komersial dari *propylene* (diperoleh dengan *cracking* minyak bumi), karena pasokan gliserol alam tidak memadai. Selain sintesis dengan menggunakan *propylene*, gliserol juga dapat diperoleh selama fermentasi gula natrium bisulfit jika ditambahkan dengan ragi.

Penambahan pemlastis berperan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya, yaitu sifat mekanik yang lunak, ulet, dan kuat. Dalam konsep sederhana, pemlastis merupakan pelarut organik dengan titik didih tinggi yang ditambahkan ke dalam resin yang keras atau kaku sehingga akumulasi gaya intermolekuler pada rantai

panjang akan menurun, akibatnya kelenturan, pelunakan dan pemanjangan resin akan bertambah. Oleh karena itu, plastisasi akan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elastisitas kekerasan, sifat listrik, suhu alir, suhu transisi kaca, dan sebagainya (Rais, 2007).

2.8 Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Struktur *CMC (Carboxymethyl Cellulose)* merupakan rantai polimer yang terdiri dari unit molekul selulosa. Setiap unit anhidroglukosa memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom Hidrogen dari gugus hidroksil (-OH) tersebut disubstitusi oleh carboxymethyl. Gugus hidroksil yang tergantung dikenal dengan derajat penggantian (degree of substitution) disingkat DS. Jumlah gugus hidroksil yang tergantung atau nilai DS mempengaruhi sifat kekentalan dan sifat kelarutan CMC dalam air

Berdasarkan sifat dan fungsinya maka CMC dapat digunakan sebagai bahan aditif pada produk minuman dan juga aman untuk dikonsumsi. CMC mampu menyerap air yang terkandung dalam udara dimana banyaknya air yang terserap dan laju penyerapannya bergantung pada jumlah kadar air yang terkandung dalam CMC serta kelembaban dan temperatur udara disekitarnya (Kamal, 2014).

CMC adalah merupakan polisakarida linear anionik berasal dari selulosa dengan berat molekul tinggi. CMC termasuk polimer industri yang penting dengan berbagai aplikasi seperti pembuatan deterjen, tekstil, kertas, makanan, dan obat-obatan. CMC digunakan terutama karena memiliki viskositas tinggi, tidak beracun, dan non-alergi. Gugus hidroksil dan karboksilat di CMC memungkinkan mengikat air dan kelembaban. CMC sering digunakan bersama-sama dengan pati untuk memberikan tekstur yang diinginkan, mengontrol mobilitas kelembaban, dan meningkatkan kualitas produk secara keseluruhan. CMC memiliki kandungan air yang tinggi, biodegradabilitas baik, dan berbagai aplikasi karena biaya relatif. Karena struktur polimer dan berat molekul tinggi, dapat digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan plastik (Tongdeesoontorn, et al., 2011). Carboxymethyl Cellulose (CMC) adalah selulosa eter yang dapat melakukan gelasi dengan memanaskan dan membentuk kualitas yang sangat baik dari plastik karena memiliki struktur rantai polimer dan berat molekul tinggi (Putri, et al., 2016)

2.9 pH Tanah

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang tersusun dari berbagai bahan organik dan mineral. Tanah mempunyai peran yang sangat penting bagi semua kehidupan di muka bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan unsur hara dan air serta penopang akar. Selain itu tanah juga dapat berperan sebagai media pengurai karena didalam tanah terdapat banyak mikroorganisme yang dapat melakukan proses penguraian dan pembusukan.

Kondisi pH tanah akan mempengaruhi mikroorganisme yang ada dalam tanah. Pada pH 5,5 – 7 bakteri pengurai akan tumbuh dengan baik, oleh sebab itu kondisi tanah yang netral bisa dijadikan sebagai media tanam biodegradasi. Pengukuran Ph tanah dapat diulakukan dengan menggunakan pH meter yaitu dengan terlebih dahulu melarutkan tanah dan aquades dengan perbandingan 2,5 : 1, kemudian dilakukan pengecekan dengan menggunakan alat pH meter dan nilai pH akan terlihat pada layar alat pH meter (Rukmana, 2019).

2.10 Mikroskop Optik

Mikroskop merupakan alat yang dapat menghasilkan bayangan dari benda yang di mikroskop menjadi lebih besar. Pembesaran ini tergantung pada berbagai faktor, diantaranya titik fokus kedua lensa objektif f_1 dan okuler f_2 , panjang tubulus atau jarak lensa objektif terhadap lensaokuler dan yang ketiga adalah jarak pandang mata normal (Giwangkara, 2006).

Bayangan benda (obyek) yang kita lihat dibentuk dan diperbesar oleh lensa obyektif, didalam tubus mikroskop membentuk bayangan nyata terbalik dari obyek. Bayangan nyata tersebut selanjutnya dibalik dan diperbesar lagi oleh lensa okuler. Lensa okuler merupakan lensa yang berfungsi untuk membuat bayangan terakhir, sehingga bayangan tersebut dapat dilihat langsung oleh mata pengamat. Lensa yang baik diperoleh dengan memperhatikan pembesaran dan daya pisahnya. Semakin pendek jarak titik api lensa akan semakin kuat pembesarannya, sehingga semakin besar kemampuan suatu lensa akan semakin kecil jarak dua titik api yang berdekatan yang dapat dilihat secara terpisah menggunakan mikroskop (Giwangkara, 2006).

Berdasarkan atas sumber cahayanya, mikroskop terbagi atas mikroskop cahaya/optik dan mikroskop elektron. Mikroskop optik/cahaya merupakan

mikroskop yang menggunakan lensa dari gelas dan cahaya matahari atau lampu sebagai sumber penyinaran. Dalam mikroskop cahaya, (*light microscope*, LM), cahaya tampak diteruskan melalui spesimen dan kemudian melalui lensa kaca. Lensa ini merefraksi (membengkokkan) cahaya sedemikian rupa sehingga citra spesimen diperbesar ketika diproyeksikan ke mata, ke film fotografi atau sensor digital.

2.11 Uji Biodegradasi

Proses terjadinya biodegradasi pada lingkungan alam dimulai dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Proses berikutnya (*secondary process*) adalah serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktivitas enzim (*intracellular, extracellular*). Contoh mikroorganisme diantaranya bakteri *phototrop*, pembentuk endospora, gram negatif aerob. Umumnya kecepatan degradasi pada lingkungan limbah cair anaerob lebih besar dari pada limbah cair aerob, kemudian dalam tanah dan air laut. Permeabilitas suatu film kemasan adalah kemampuan melewati partikel gas dan uap air pada suatu unit luasan bahan pada suatu kondisi tertentu. Nilai permeabilitas sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat kimia polimer, struktur dasar polimer, sifat komponen permanent. Umumnya nilai permeabilitas film kemasan berguna untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas. Komponen kimia alamiah berperan penting dalam permeabilitas. Polimer dengan polaritas tinggi (polisakarida dan protein) umumnya menghasilkan nilai permeabilitas uap air yang tinggi dan permeabilitas terhadap oksigen rendah. Hal ini disebabkan polimer mempunyai ikatan hidrogen yang besar. Sebaliknya, polimer kimia yang bersifat *non polar* (lipida) yang banyak mengandung gugus hidroksil mempunyai nilai permeabilitas uap air rendah dan permeabilitas oksigen yang tinggi, sehingga menjadi penahan air yang baik tetapi tidak efektif untuk menahan gas. Permeabilitas uap air merupakan suatu ukuran kerentanan suatu bahan untuk terjadinya proses penetrasi air. Permeabilitas uap air dari suatu film kemasan adalah laju kecepatan atau transmisi uap air melalui suatu unit luasan bahan yang permukaannya rata dengan ketebalan tertentu, sebagai akibat dari suatu perbedaan unit tekanan uap antara dua permukaan pada kondisi

suhu dan kelembaban tertentu. Oleh karena itu permeabilitas dalam pembuatan film plastik biodegradasi berbasis pati sangat berpengaruh terhadap hasil akhir (Junianto, et al, 2013). Biodegradasi adalah proses pemecahan struktur material oleh mikroorganisme. Plastik sintetik dapat terdegradasi di alam membutuhkan waktu sekitar 100 tahun namun, bioplastic dapat terdegradasi 10 hingga 20 kali lebih cepat (Huda, 2007). Adapun faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan kemampuan degradasi plastic yaitu temperature, cahaya, Ph, kandungan oksigen, kandungan air, dan keberadaan mikroorganisme pengurai Tokiwa *et al* (2005).

2.12 FTIR

Spektrofotometer FTIR merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan untuk mengetahui spektrum vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia. Terdapat tiga teknik pengukuran sampel yang umum digunakan dalam pengukuran spektrum menggunakan FTIR yaitu *Photo Acoustic Spectroscopy* (PAS), *Attenuated Total Reflectance* (ATR), dan *Diffuse Reflectance Infrared Fourier Transform* (DRIFT). Setiap teknik memiliki karakteristik spektrum vibrasi molekul tertentu (Beasley et al., 2014).

Spectroscopy FTIR menggunakan sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Giwangkara,2006). Prinsip kerja *FTIR* berupa infrared yang melewati celah kesampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa infrared diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar infrared lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke Komputer (Thermo, 2001). Pengujian FTIR yang dilakukan pada sampel akan menghasilkan puncak transmisi atau puncak absorbansi pada harga bilangan gelombang dari hasil spektrum inframerah, sehingga dapat diketahui gugus – gugus fungsi yang terbentuk pada sampel yang dihasilkan (Iswarin, 2013).

2.13 *Melt Intercalation*

Proses pembuatan bionanokomposit pada metode ini tidak memerlukan penambahan pelarut. Silikat berlapis dicampur dengan matriks polimer dalam *molten state*, ikatan polimer akan bergerak perlahan-lahan ke dalam ruang antar lapisannya. Proses penyebaran ikatan polimer ke dalam galeri lapisan silikat menjadi bagian penting pada proses *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 bionanokomposit dilakukan dengan tujuan untuk menguatkan material, yaitu dengan cara memanaskan dan mendinginkan material (Bogdan, 1992).

2.14 Penelitian Terdahulu

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

Tabel 2.1 Daftar Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Hasil
1	Indra Nafiyanto / 2019	Semakin meningkatnya konsentrasi kitosan maka bioplastik akan lebih sulit untuk di degradasi, sedangkan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol, maka sampel bioplastik makin mudah dan cepat untuk di degradasi.
2	Lukman / 2019	Uji degradasi bioplastik yang dilakukan menggunakan media uji yang berbeda mengalami penurunan massa dari hari pertama pengamatan hingga hari ke sepuluh. Penambahan variasi CMC cenderung meningkatkan sifat degrabilitas dari bioplastik yang ditanam jika dibandingkan dengan sample yang tidak menggunakan penambahan CMC.

-
- 3 Kevin Yordan dkk/ 2014 www.itk.ac.id Semakin tinggi volume gliserol yang digunakan, persen elongasi semakin bertambah. Elongasi paling besar didapat pada perbandingan 3 gr kitosan dengan penambahan 10 ml gliserol. Tetapi penambahan volume gliserol menyebabkan bioplastic semakin mudah sobek. Presentasi degradasi paling lambat terjadi pada bioplastik dengan kadar kitosan 7 gr. Lambatnya degradasi disebabkan kadar kitosan tinggi mengurangi laju penyerapan air.
-
- 4 Wypych. G / 2004 Penambahan CMC dapat mempengaruhi sifat biodegradasi bioplastik. Semakin tinggi konsentrasi CMC yang ditambahkan maka semakin cepat bioplastik mengalami biodegradasi karena karboksimetil selulosa (CMC) dapat berinteraksi dengan air untuk membentuk koloid. Jika kadar CMC pada bioplastik tinggi maka air yang diserap juga semakin tinggi. Kandungan air yang tinggi menyebabkan bioplastik lebih cepat mengalami biodegradasi.
-
- 5 Lukman Ma'arif / 2019 Uji biodegradasi bioplastic yang dilakukan menggunakan dua media uji yang berbeda mengalami penurunan massa dari hari pertama pengamatan hingga kedupuluh satu. Penambahan variasi CMC cenderung meningkatkan sifat degrabilitas dari bioplastik. Laju degradasi pada media tanah lebih cepat dibandingkan pada media EM4.
-