

**FABRIKASI DAN UJI KARAKTERISTIK PLASTIK
BIODEGRADABLE DARI SISIK IKAN DAN AMPAS
UBI KAYU (*MANIHOT UTILISIMA*)**

Diajukan Untuk Memperoleh Dana Bantuan Penelitian
DIPA BOPTN LP2M UIN WALISONGO TAHUN 2017



HAMDAN HADI KUSUMA

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT (LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG TAHUN 2017**



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT

Jalan Walisongo No. 3-5 Telp.7801292 Semarang 50185
email:lp2m@walisongo.ac.id

SURAT KETERANGAN

B-966/Un.10 0/L.1/TL.03/XI/2017

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) UIN Walisongo Semarang, dengan ini menerangkan bahwa Penelitian Individual yang dibiayai oleh Anggaran DIPA-BOPTN Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2017 dengan judul:

Fabrikasi dan Uji Karakteristik Plastik Biodegradable dari Sisik Ikan dan Ampas Ubi Kayu (Manihot Utilisima)

adalah benar-benar merupakan hasil Penelitian Individual yang dilaksanakan oleh:

Nama : Dr. Hamdan Hadi Kusuma, S.Pd., M.Sc.
NIP : 19770320 200912 1002
Pangkat/Jabatan : Penata Tk. I (III/d) / Lektor
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 3 November 2017
A.n Ketua,
Kapusi/ltbit

SYAMSUL MA'ARIF

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh sampah plastik yang tidak mudah terurai oleh bakteri sehingga mengakibatkan penumpukan sampah plastik. Masalah tersebut menggugah peneliti untuk melakukan penelitian dengan mensintesis plastik *biodegradable*. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana pembuatan plastik *biodegradable* dari ampas ubi kayu dan sisik ikan dan pengujian gugus fungsi dengan FTIR dan uji *biodegradable* dari plastik *biodegradable* tersebut. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian dimulai dengan pembuatan ampas ubi kayu dan sisik ikan. Tepung ubi kayu, serbuk sisik ikan, aquades, larutan gliserol dan asam asetat dicampur dan dipanaskan pada suhu 90°C dengan menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen. Setelah larutan menjadi homogen, cetaklah di atas tempat cetakan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C. Komposisi plastik dibuat dengan perbandingan konsentrasi sisik ikan dan ampas ubi kayu masing-masing sampel adalah 1,25: 0,75; 1,35:0,65; 1,45:0,55 (gram). Uji yang dilakukan adalah uji tarik, uji FTIR dan uji biodegradabilitas. Uji FTIR menunjukkan bahwa di dalam plastik *biodegradable* terdapat gugus fungsi O-H, N-H, C-H, C=C, NO₂ dan C-O yang merupakan gugus organik. Penambahan kitosan mengakibatkan plastik lebih sukar terurai di dalam tanah karena kitosan bersifat hidrofobik.

Kata Kunci: Plastik *Biodegradable*, Kitosan

KATA PENGANTAR

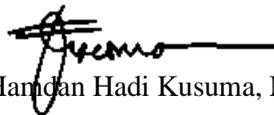
Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini sesuai rencana. Sebagaimana karya pada umumnya, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah berbuat baik dalam penelitian ini.

Penulis sangat berterima kasih kepada Rektor UIN Walisongo, Prof. Dr. Muhibbin, M.Ag., jajaran pimpinan UIN Walisongo, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) UINWalisongo yang memberikan fasilitas penuh demi terlaksananya penelitian ini. Atas bantuan merekalah penelitian ini dapat ditulis tepat waktu. Mudah-mudahan amal baik mereka mendapat balasan yang setimpal di sisi Allah SWT. Ucapan terima kasih, penulis ucapkan kepada Jurusan Pendidikan Fisika FST UIN Walisongo atas faslitas yang diberikan sehingga penelitian ini berlangsung dengan baik.

Akhirnya, penulis berharap penelitian ini bisa mengantarkan pembaca untuk lebih mengenal struktur abstrak dalam jurnal Internasional. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di sana-sini. Untuk itu, tegur sapa pembaca sangat penulis harapkan.

Semarang, 3 Nopember 2017

Penulis:



Dr. Hamdan Hadi Kusuma, M.Sc.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I: PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	11
C. Signifikansi Penelitian	12
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Kerangka Teori	15
1. Pengertian sintesis	15
2. Pengertian karakterisasi	16
3. Plastik	17
4. Plastik <i>Biodegradable</i>	23
5. Ampas Ubi Kayu	28
6. Sisik ikan	32
7. Gliserol sebagai <i>Plasticizer</i>	33
8. Kitosan	44
9. Asam Asetat	53
10. Karakterisasi Gugus Ujung	57
B. Kajian Riset Sebelumnya	62

BAB III: METODOLOGI	
A. Jenis Penelitian.....	65
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	66
C. Tempat dan Waktu Penelitian	75
D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	76
BAB IV: DESKRIPSI DAN ANALISIS DATA	
A. Hasil Data penelitian	81
B. Pembahasan	89
BAB V: PENUTUP	
A. Kesimpulan.	103
B. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN-LAMPIRAN	113-119

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	halaman
Tabel 1.1	Data statistik sampah diIndonesia	4
Tabel 2.1	Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI	27
Tabel 2.2	Kandungan Gizi dalam 100 Gram Ubi Kayu, Ampas Ubi Kayu dan Tepung Tapioka yang Dibandingkan dengan Beras dan Terigu	30
Tabel 2.3	Perkiraan Penggunaan Gliserol	41
Tabel 2.4	Daerah Fungsi Pada IR	61
Tabel 3.1	Komposisi Pembuatan plastik biodegradable	77
Tabel 4.1	Hasil Uji Biodegradasi Plastik	89

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Judul	halaman
Gambar 2.1	Reaksi pembentukan trigliserida	35
Gambar 2.2	Reaksi Pembentukan Gliserol	36
Gambar 2.3	Rumus Molekul Asam Gliserat dan Asam Tartronat	39
Gambar 2.4	Proses Teroksidasinya Alkohol Primer	40
Gambar 2.5	Struktur Kimia Kitosan	48
Gambar 2.6	Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	60
Gambar 3.1	Ampas ubi kayu	67
Gambar 3.2	Proses pembuatan serbuk sisik ikan	68
Gambar 3.3	Proses pembuatan kitosan dari sisik ikan	69
Gambar 3.4	Cairan Gliserol	70
Gambar 3.5	Cairan Asam Asetat	71
Gambar 3.6	Alat Pengering (Oven)	72
Gambar 3.7	Cetakan plastik	73
Gambar 3.8	Magnetik Stirer	74
Gambar 3.9	Proses Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i>	76
Gambar 4.1	Sampel 1 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,0gr); Ampas ubi kayu (1,0gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml)	82
Gambar 4.2	Sampel 2 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,1gr); Ampas ubi kayu (0,9gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml)	82
Gambar 4.3	Sampel 3 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,2 gr); Ampas ubi kayu (0,8gr); asam asetat	

	(2,5 ml) dan Giserin (1 ml)	83
Gambar 4.4	Sampel 4 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,25gr); Ampas ubi kayu (0,75gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml)	83
Gambar 4.5	Sampel 5 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,35gr); Ampas ubi kayu (0,65gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml)	84
Gambar 4.6	Sampel 6 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,45gr); Ampas ubi kayu (0,55gr); asam a setat (40 ml) dan Giserin (1 ml)	84
Gambar 4.7	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 185	
Gambar 4.8	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 286	
Gambar 4.9	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 386	
Gambar 4.10	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 487	
Gambar 4.11	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 587	
Gambar 4.12	Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 688	
Gambar 4.13	Grafik Uji Biodegradasi Plastik	99

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang memiliki populasi penduduk yang sangat pesat. Menurut data BPS pada 1 Juli 2015, penduduk Indonesia mencapai 255.461.700 penduduk. Perkembangan populasi penduduk disertai dengan peningkatan tingkat konsumsi dan aktivitas masyarakat yang berakibat peningkatan limbah yang dihasilkan. Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri pabrik maupun limbah rumah tangga, yang lebih dikenal sebagai sampah. Kehadiran sampah pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah terdiri atas limbah organik dan limbah anorganik. Salah satu

jenis limbah anorganik, yang sering dijumpai yaitu plastik.

Plastik merupakan salah satu bahan yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari yang digunakan sebagai bahan pembungkus makanan, alas makanan dan minuman, peralatan rumah tangga, peralatan sekolah, peralatan perkantoran dan sektor-sektor lain. Bahan plastik yang murah, ringan, fleksibel, dan kuat merupakan alasan kenapa plastik banyak dimanfaatkan oleh manusia. Kebutuhan plastik yang semakin meningkat mengakibatkan berbagai masalah, diantaranya masalah penumpukan sampah plastik.

Sampah plastik dihasilkan dari berbagai macam sektor kehidupan seperti rumah tangga dan industri. Pengguna terbesar plastik adalah Industri makanan dan FMCG (*fast moving consumer goods*) yang mencapai 60% (Arinanda, diakses 5 Nopember 2015). Konsumsi plastik di Indonesia per kapita sudah mencapai 17 kilogram (kg) per tahun dengan pertumbuhan konsumsi 6-7 persen per tahun (Ramadhani, diakses 7 April 2016). Tahun 2013, kebutuhan plastik di Indonesia sebesar 1,9 juta ton meningkat 22,58% dari 2012, yaitu 1,55 juta ton, dan kebutuhan plastik diprediksi tiap tahun akan

meningkat secara terus-menerus (Arinanda n.d, diakses 5 Nopember 2015).

Data BPS tahun 1999 menunjukkan bahwa volume perdagangan plastik impor Indonesia, terutama *polipropilena* (PP) pada tahun 1995 sebesar 136.122,7 ton sedangkan pada tahun 1999 sebesar 182.523,6 ton, sehingga dalam kurun waktu tersebut terjadi peningkatan sebesar 34,15%. Jumlah konsumsi plastik diperkirakan akan terus meningkat pada tahun-tahun selanjutnya, sehingga terjadi peningkatan limbah plastik yang tidak terelakkan.

Komposisi sampah atau limbah plastik yang dibuang dari sampah atau limbah rumah tangga sekitar 9,3% dari total sampah rumah tangga. Jumlah prosentase tersebut akan terus bertambah, disebabkan sifat-sifat yang dimiliki plastik, antara lain tidak dapat membusuk, tidak terurai secara alami, tidak dapat menyerap air, tidak dapat berkarat, dan pada akhirnya menjadi masalah bagi lingkungan (Rahayu dkk, 2009). Data statistik sampah di Indonesia seperti terlihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data statistik sampah diIndonesia

Jenis sampah	Jumlah (juta ton/tahun)	Presentase (%)
Sampah Dapur	22,4	58
Sampah Plastik	5,4	14
Sampah Kertas	3,6	9
Sampah lainnya	2,3	6

Sumber : Kementrian Negara Lingkungan Hidup Indonesia Tahun 2008

Produksi limbah plastik di Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah domestik yaitu sebanyak 5,4 juta ton per tahun. Jumlah ini diperkirakan akan semakin meningkat seiring dengan kebutuhan dan daya beli masyarakat (Antara news, 2014). Plastik yang banyak digunakan oleh masyarakat dibuat dari bahan polimer yaitu polyethylene. Polyethylene ini berasal dari polimerisasi gas etena. Hasil polimerisasi ini tidak dapat diuraikan dengan sempurna oleh mikroorganisme. Selain dari polyethylene, propilen juga digunakan sebagai bahan pembuat plastik. Propilen merupakan satu jenis plastik yang umum

digunakan dan mudah didapatkan di pasaran. Akibat dari lamanya waktu penguraian yang dibutuhkan, mendorong masyarakat untuk menemukan solusinya.

Plastik juga menjadi masalah bagi kesehatan manusia, hal ini disebabkan oleh migrasi residu monomer vinil klorida sebagai unit penyusun *polivinilklorida* (PVC) yang bersifat karsinogenik (Siswono, 2008). Monomer-monomer bahan plastik tersebut akan masuk ke dalam makanan dan selanjutnya akan masuk ke dalam tubuh orang yang mengonsumsinya. Penumpukan bahan kimia yang telah masuk ke dalam tubuh ini tidak dapat larut dalam air sehingga tidak dapat dibuang keluar bersama urin maupun feses. Penumpukan bahan-bahan inilah yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi pemakainya dan dapat mengakibatkan kanker (Siswono, 2008)

Limbah dari plastik sangat sulit untuk diuraikan secara alami. Untuk menguraikan limbah plastik membutuhkan sekitar 50 tahun agar dapat terdegradasi secara alamiah (Sanjaya dkk, 2011). Oleh karena itu, penggunaan bahan plastik dapat dikatakan tidak bersahabat (*not conservative*) bagi lingkungan apabila digunakan tanpa menggunakan batasan tertentu. Sedangkan di dalam kehidupan sehari-hari, khususnya masyarakat Indonesia,

penggunaan bahan plastik dapat ditemukan hampir di setiap aktivitas hidup manusia. Kondisi ini bila disadari, manusia mampu berbuat lebih untuk hal ini, yaitu dengan menggunakan kembali (*reuse*) kantong plastik yang disimpan di rumah. Selain itu, plastik tersebut dapat didaur ulang menjadi sesuatu yang lebih berguna (*recycle*), sehingga secara tidak langsung telah mengurangi limbah plastik yang dapat terbangun percuma setelah digunakan (*reduce*). Misalkan saja, seseorang berbelanja makanan di warung tiga kali sehari, berarti dalam satu bulan satu orang dapat menggunakan 90 kantong plastik yang seringkali dibuang begitu saja. Jika setengah penduduk Indonesia melakukan hal itu, maka akan terkumpul 90×125 juta = 11.250 juta kantong plastik yang mencemari lingkungan setiap bulannya. Berbeda jika kondisi berjalan sebaliknya yaitu dengan upaya penghematan, manusia dapat menekan hingga nyaris 90% dari total sampah yang terbangun percuma. Namun fenomena yang terjadi adalah penduduk Indonesia masih malu jika harus membawa kantong plastik.

Usaha untuk mengatasi tumpukan sampah plastik sudah banyak dilakukan oleh masyarakat, seperti pembakaran, penimbunan, hingga daur ulang sampah plastik. Ketiga usaha tersebut apabila ditinjau lagi masih memiliki dampak negatif bagi

manusia. Pembakaran sampah plastik akan mengakibatkan pencemaran udara di lingkungan. Penimbunan plastik di dalam tanah akan mengakibatkan pencemaran tanah karena plastik tidak dapat terurai di dalam tanah. Daur ulang plastik merupakan cara yang cukup baik untuk mengatasi masalah sampah plastik, namun tidak semua sampah plastik dapat di daur ulang. Salah satu usaha yang dirasa sangat efektif untuk mengurangi sampah plastik adalah mengembangkan bahan plastik yang lebih ramah lingkungan (*biodegradable plastic*).

Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat terurai secara alami dan terbuat dari material yang dapat diperbaharui seperti pati, selulosa, lignin, serta protein dan lipid yang terdapat dalam hewan dan tumbuhan (Darni dan Fathonah, 2011). Plastik *biodegradable* dibuat dengan polimer alam sehingga mudah dicerna oleh mikroorganisme. Material alam yang biasa digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati atau amilum, misalnya dari ubi kayu.

Kabupaten Banjarnegara memiliki beberapa komoditi pertanian, yang cukup penting bagi Provinsi Jawa Tengah, yaitu jagung, sayur-sayuran terutama kubis dan kentang, buah-buahan terutama salak, perkebunan terutama teh, dan ubi kayu. Berdasarkan

data BPS tahun 2014, produksi ubi kayu Kabupaten Banjarnegara menempati peringkat kelima di Provinsi Jawa Tengah. Kapasitas produksinya sebesar 204.511,12 ton/tahun dengan area perkebunan ubi kayu seluas 8.400 hektar.

Ubi kayu selama ini diolah menjadi tepung tapioka pada 9 pabrik yang berada di Kabupaten Banjarnegara. Dari pengolahan tersebut menghasilkan sisa limbah ampas ubi kayu yang apabila tidak ditangani secara tepat, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan baik bagi tanah, udara, maupun air. Adapun selain ampas ubi kayu, sisik ikan juga dapat mencemari lingkungan.

Berdasarkan data BPS tahun 2014, konsumsi rata-rata per kapita seminggu dari ikan dan udang segar sebesar 0,274 kg. Dari jumlah tersebut, semuanya pasti memiliki sisik. Sementara daging ikannya dimanfaatkan untuk berbagai jenis makanan, kulitnya hanya dibuang sebagai sampah atau limbah. Hal ini dapat mencemari lingkungan jika tidak ada tindakan. Padahal sisik ikan mengandung kitin, dimana zat tersebut dapat digunakan sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* berbahan dasar tepung dapat didegradasi bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus*

memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan *aldehid* yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik berbahan dasar tepung aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekira 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik biodegradable dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik biodegradable, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah

Pembuatan plastik *biodegradable* tidak hanya melibatkan pati atau sejenisnya sebagai bahan dasar pembuatnya, namun melibatkan zat kimia lain seperti kitosan dan *plasticizer*. Kitosan merupakan modifikasi protein dari kitin yang ditemukan pada kulit udang, kepiting, lobster dan serangga. Kitosan mempunyai sifat yang baik untuk dibentuk menjadi plastik dan mempunyai sifat antimikrobakterial (Yunita dwi hartik *et al.* n.d.). Kitosan juga mudah

terurai dan mudah digabungkan dengan material lainnya. *Plasticizer* merupakan suatu bahan yang dicampurkan ke dalam suatu resin sintetis: misalnya kapor ke dalam seluloid (Mulyono HAM, 2005). *Plasticizer* digunakan sebagai komponen plastik yang dapat meningkatkan kelenturan atau memberikan sifat mirip plastik pada suatu bahan. *Plasticizer* yang umum digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah gliserol dan sorbitol.

Penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dengan memanfaatkan pati atau ampas ubi kayu sebagai bahan dasar telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa penambahan *plasticizer* terbukti mampu meningkatkan nilai *tensile strength* dan *elongation*nya, namun pengaruh penambahan kadar kitosan terhadap karakter plastik *biodegradable* berbahan dasar pati kulit singkong belum diketahui. Penambahan kitosan pada komposisi plastik *biodegradable* diharapkan mampu meningkatkan kualitas sifat mekaniknya sehingga dihasilkan plastik *biodegradable* yang lebih kuat dan ramah lingkungan

Berdasarkan uraian di atas, diperlukan upaya dalam menanggulangi permasalahan plastik dan limbah ampas ubi kayu tanpa merugikan masyarakat. Salah satunya yaitu dengan pembuatan plastik alami

berbahan dasar ampas ubi kayu dan sisik ikan. Penggunaan kedua bahan tersebut, didasarkan karena berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*, karena teksturnya yang dapat dibuat menjadi tepung. Plastik *biodegradable* ini diharapkan dapat digunakan sebagai sarana meminimalkan penggunaan plastik kimia yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme.

B. Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah fabrikasi plastik *biodegradable* berbahan dasar ampas ubi kayu dan sisik ikan?
2. Bagaimana uji karakteristik ikatan kimia dalam plastik *biodegradable*?
3. Bagaimanakah ketahanan plastik *biodegradable* ketika ditanam di dalam tanah?

Penelitian ini, peneliti membatasi penelitian yang akan dilaksanakan agar penelitian dapat berhasil dan berjalan sesuai yang direncanakan. Penelitian ini memfokuskan pembuatan plastik *biodegradable* dari ampas ubi kayu buangan dari pabrik tepung tapioka di Kabupaten Banjarnegara dan penambahan serbuk sisik ikan dengan menggunakan metode *screening*.

Kemudian mencirikan ikatan kimia, dan dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme. Dari hasil karakteristik tersebut kemudian dilakukan analisis. Hasil analisis tersebut akan dibandingkan dengan analisis plastik pada umumnya.

C. Signifikansi Penelitian

Signifikansi dari penelitian ini:

1. diperoleh plastik *biodegradable* dari bahan ampas ubi kayu dan sisik ikan yang dapat terdekomposisi oleh mikroorganisme;
2. diperoleh plastik *biodegradable* dari bahan ampas ubi kayu dan sisik ikan yang mempunyai struktur fisis hampir seperti plastik pada umumnya, dengan menggunakan pengujian kuat tarik daya rekat, retak lentur dan kecepatan pantul.
3. diperoleh plastik *biodegradable* yang ramah lingkungan, sehingga dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia sebagai salah satu upaya dalam mengatasi pencemaran lingkungan.

Selain itu, penelitian ini merupakan penelitian dalam rangka memanfaatkan bahan ramah lingkungan, dimana keberadaannya tidak memiliki nilai ekonomis tinggi dan berada disekitar kita (*local wisdom*) yang dapat

bermanfaat bagi kehidupan manusia. Penelitian ini akan memberikan kontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan terutama pada sains dan teknologi. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini akan dibuat plastik *biodegradable* dengan memanfaatkan bahan-bahan lokal yang ada disekitar kita. Penelitian ini juga memberikan alternatif baru pada perkembangan plastik yang ramah lingkungan, sehingga penggunaan plastik yang dapat mencemari lingkungan karena tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dapat diminimalkan penggunaannya.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kerangka Teori

1. Pengertian sintesis

Sintesis berasal dari bahasa Yunani *syn* yang berarti tambah, dan *thesis* yang berarti posisi. Dalam ilmu kimia, sintesis merupakan sebuah proses pembentukan suatu molekul dari *precursor* kimia (<http://id.wikipedia.org/wiki/sintesis>, diakses 7 Desember 2016). Sintesis merupakan persenyawaan dari unsur-unsur sederhana (Martinus, 2008). Pengertian sintesis menurut kamus besar bahasa Indonesia adalah reaksi kimia antara dua atau lebih zat untuk membentuk

satu zat yang baru (Departemen Pendidikan Nasional, 1991). Sintesis yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah proses pencampuran dua atau lebih senyawa kimia sehingga menghasilkan suatu senyawa atau zat yang memiliki sifat baru.

2. *Pengertian Karakterisasi*

Karakterisasi berasal dari kata dasar karakter yang berarti tabiat; sifat-sifat kejiwaan, akhlak atau budi pekerti yang membedakan seseorang dengan yang lain; watak (Departemen Pendidikan Nasional, 2008). Menurut kamus besar bahasa Indonesia karakterisasi merupakan perwatakan yg bersifat khas. Karakterisasi adalah memberi ciri khusus pada sesuatu (Martinus, 2001). Karakterisasi yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah memberikan sifat khusus kepada produk penelitian dengan menambahkan jumlah/kadar senyawa kimia tertentu atau memberikan perlakuan tertentu untuk memberikan ciri fisik maupun struktur yang khas pada suatu produk penelitian sehingga memiliki perbedaan sifat dengan sifat produk penelitian yang lain.

3. *Plastik*

Plastik merupakan bahan yang sangat penting dalam dunia industri dan permesinan modern. Plastik adalah bahan sintesis yang berasal dari minyak bumi, gas alam, atau dibuat dari bahan batu bara, batu kapur, udara, air dan juga dari binatang serta tumbuh-tumbuhan (Amanto dan Daryanto, 1999). Pengolahan plastik dapat dikerjakan melalui proses pemanasan dan tekanan.

Plastik pada umumnya memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Tahan korosi oleh atmosfer atau oleh beberapa zat kimia.
- b. Memiliki berat jenisnya cukup rendah.
- c. Memiliki sifat ulet dan kuat, tetapi kekuatannya masih dibawah logam.
- d. Kebanyakan bahan termoplastik mulai melunak pada suhu yang sangat rendah (Amanto dan Daryanto, 1999).
- e. Tidak mudah pecah karena pukulan (tidak rapuh).
- f. Memiliki koefisien gesek sangat rendah sehingga sering digunakan sebagai bantalan kering.

Bahan plastik dapat digolongkan menjadi dua macam. yaitu termoseting dan termoplastik.

a. Termoseting

Termoseting merupakan bahan polimer yang mengeras (karena proses pemanasan), dan memiliki bentuk yang rigid (kaku) dan keras (Mulyono, 2009). Proses pengerjaan plastik termoseting adalah sebagai berikut : bahan baku berupa biji-biji kering dan bahan tambahan dimasukkan ke dalam cetakan lalu dipanaskan hingga 150 °C. Cetakan plastik kemudian ditekan dengan tekanan kira-kira 150 atm. Proses selanjutnya adalah pemanasan hingga bahan termoseting mengeras. Bahan termoseting yang telah mengeras kemudian diangkat. Proses ini berlangsung pada temperatur yang tinggi (Amanto dan Daryanto, 1999).

Bahan-bahan plastik termoseting adalah sebagai berikut:

1) *Fenol Formaldehyde*

Fenol Formaldehyde termasuk kelompok resin sintetis yang dihasilkan

dari reaksi polimerisasi antara fenol dan *formaldehyde* (Danarto *et al.*, 2011). Resin Fenol *Formaldehyde* biasanya dipreparasi melalui dua metode yang berbeda. Metode pertama melibatkan katalis basa dengan *formaldehyde* yang berlebih terhadap fenol. Produk yang mula-mula terbentuk dengan mudah dapat dimatangkan menjadi polimer termoset melalui pemanasan. Metode kedua adalah menggunakan fenol berlebih terhadap *Formaldehyde* dengan katalis asam. Produk awal yang dihasilkan membutuhkan lebih banyak penambahan *formaldehyde* untuk mengefektifkan proses pematangan. Bahan Fenol *formaldehyde* banyak digunakan untuk peralatan listrik, pegangan pintu, dan sebagainya.

2) Urea *Formaldehyde*

Urea *Formaldehyde* lebih murah dari pada fenolik, memiliki warna yang lebih terang dan jenis warna tak terbatas. Urea *Formaldehyde* juga tak berbau, tidak ada rasa, serta tahan terhadap air. Urea *Formaldehyde* digunakan sebagai lem

tahan basah, sebagai tutup botol, peralatan makan dan sebagainya.

3) Melamin *Formaldehyde*

Bahan melamin *Formaldehyde* dihasilkan dengan metode yang sama dan mempunyai sifat yang serupa dengan fenol *Formaldehyde* dan urea *Formaldehyde*. Sifat-sifat melamin *Formaldehyde* yaitu tidak berbau, tidak ada rasa, warna terbatas, lebih tahan air, tahan alkali, dan tahan panas. Melamin *Formaldehyde* banyak digunakan sebagai alat-alat makan, peralatan rumah tangga, sebagai larutan dan sebagainya (Amanto dan Daryanto, 1999).

b. Termoplastik

Termoplastik merupakan plastik yang dapat melunak jika dipanaskan dan mengeras lagi apabila didinginkan dan proses ini dapat dilakukan berulang kali. Bahan-bahan yang termasuk termoplastik adalah sebagai berikut:

1) *Polietilen*

Polietilen atau politen dihasilkan melalui polimerasi etilen. Polimer dasar dicampur dengan bermacam-macam tambahan untuk menghasilkan bahan yang cocok. Prinsip penambahannya adalah sebagai berikut:

- a) Penambahan lebih dari 2% karbon hitam berguna untuk memperbaiki stabilitas bahan apabila terkena sinar matahari secara langsung.
- b) Penambahan lebih dari 10 % bahan karet berguna untuk mencegah terjadinya pecah pigmen sehingga menghasilkan warna yang diinginkan (Amanto dan Daryanto, 1999).

Polietilen tahan terhadap larutan kimia, ulet dan fleksibel.

2) *Polyvinyl Chlorida (PVC)*

Polyvinyl Chlorida (PVC) dihasilkan melalui polimerasi monomer vinil klorida ($\text{CH}_2 = \text{CH.Cl}$). atom penyusun PVC terdiri dari 57 % klorin. Atom klorin dalam *Polyvinyl Chlorida* mengakibatkan gaya tarik tak menentu

diantara molekul-molekul sehingga menyebabkan material PVC benar-benar keras dan kaku pada suhu biasa (Amanto dan Daryanto, 1999). PVC mempunyai sifat yang tahan terhadap zat kimia dan larutan keras, sehingga banyak dimanfaatkan sebagai pembuat tangki kimia, pipa, isolasi kawat listrik, mantel, dan sebagainya.

3) *Poliamide dan Poliester*

Poliamide dan poliester dihasilkan dengan reaksi kondensasi polimerasi. Nama yang umum untuk poliamide adalah nilon. Nilon termasuk bahan yang sangat kuat, ulet, dan tahan terhadap gesekan. Nilon banyak digunakan dalam bentuk serat dan dicetak untuk perlengkapan listrik, roda gigi, katup dan bantalan.

Poliester adalah suatu kategori polimer yang mengandung gugus fungsional ester dalam rantai utamanya. Poliester memiliki sifat mudah terbakar pada suhu tinggi, kuat dan tidak mudah menyerap air. Poliester banyak digunakan untuk

industri tekstil, membuat botol, kano, hologram dan lain-lain.

4) *Polistiren*

Polistiren dihasilkan dengan penambahan polimerasi dari stiren ($\text{CH}_2=\text{CH.C}_6\text{H}_5$). Polistirena adalah bahan yang rapuh dan transparan. Bahan polistirena yang ulet dapat dihasilkan dengan mencampurkan bahan-bahan lain (Amanto dan Daryanto, 1999). Bahan polistiren yang ulet dapat dihasilkan dengan mencampur polistiren dengan 5-25% stiren-butadiena kopolimer. Polistirena memiliki sifat tahan terhadap asam dan mudah memuai. Bahan polistirena sangat bagus digunakan sebagai isolator listrik, sebagai tempat makanan, boneka, busa padat, ABS, dan sebagainya (Amanto dan Daryanto, 1999).

4. *Plastik Biodegradable*

Plastik pada umumnya berasal dari bahan baku utama yaitu minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat

diperbaharui (Eko Santoso dkk, 2011). Selain itu plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup (Cereda, 2007).

Plastik yang selama ini banyak digunakan di masyarakat adalah plastik konvensional yang biasanya terbuat dari bahan dasar gas alam, petroleum, atau batu bara. Plastik konvensional sangat sukar untuk diuraikan sehingga keberadaannya di dalam tanah akan mencemari kesuburan tanah. Karena terbuat dari material alam yang tidak dapat diperbarui maka produksinya tidak dapat dilakukan secara terus menerus. *Biodegradable plastic* terbuat dari material alam yang dapat diperbarui sehingga produksinya dapat dilakukan secara terus menerus. Jenis plastik ini dapat terurai di dalam tanah jauh lebih cepat dibandingkan dengan plastik konvensional sehingga keberadaannya tidak mencemari tingkat kesuburan tanah. *Biodegradable plastic* cenderung aman digunakan sebagai kemasan makanan karena terbuat dari material alam dan tidak bersifat racun.

Jenis plastik *biodegradable* antara lain *polyhidroksialkanoat* (PHA) dan poli-asam amino yang berasal dari sel bakteri, *polylaktida* (PLA) yang merupakan modifikasi asam laktat hasil perubahan zat tepung kentang atau jagung oleh mikroorganisme, dan *poliaspartatsintesis* yang dapat terdegradasi. Bahan dasar plastik berasal dari selulosa, khitin, khitosan, atau tepung yang terkandung dalam tumbuhan, serta beberapa material plastik atau polimer lain yang terdapat di sel tumbuhan dan hewan (Sanjaya dkk, 2011).

Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional dan dapat terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme. Jenis plastik ini sudah banyak dikembangkan di beberapa negara termasuk di Indonesia. Penggunaan plastik *biodegradable* banyak diaplikasikan untuk pembungkus makanan karena plastik jenis ini tidak bersifat racun.

Plastik *biodegradable* terbuat dari biopolimer pati seperti pati durian, jagung, ubi, kulit singkong, dan kentang (ginting, *et al.*, 2014). Jenis plastik *biodegradable* antara lain

polyhidroksialkanoat (PHA) dan poli-asam amino yang berasal dari sel bakteri, *polylaktida* (PLA) yang merupakan modifikasi asam laktat hasil perubahan zat tepung kentang atau jagung oleh mikroorganisme, dan *poliaspartat* sintesis yang dapat terdegradasi. Bahan dasar plastik *biodegradable* berasal dari selulosa, khitin, khitosan, dan tepung yang terkandung dalam tumbuhan, serta beberapa material plastik atau polimer lain yang terdapat pada sel hewan. Plastik *biodegradable* tersusun dari bahan-bahan alam sehingga dapat terurai secara alami atau biodegradasi.

Plastik berbahan dasar tepung aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi secara alamiah, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi plastik ini dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah (Sanjaya dkk, 2011).

Biodegradasi merupakan proses alamiah yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri yang berkombinasi dengan oksigen. Proses enzimatik ini terjadi secara alami dan kompleks sehingga menghasilkan molekul organik kecil. Salah satu metode pengujian yang sering digunakan dalam pengujian biodegradabilitas suatu bahan adalah dengan metode *soil burial* (kontak langsung dengan media tanah) (Puspita, 2013).

Indonesia juga mengeluarkan standar mutu kualitas plastik. Plastik yang diproduksi diatur dan disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Sifat – sifat plastik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan pada Tabel 2.1. (Aggraeni, 2013)

Tabel. 2.1 Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI

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

4. *Ampas Ubi Kayu*

Ubi kayu, yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau singkong, adalah pohon tahunan tropika dan subtropika dari keluarga *Euphorbiaceae*. Ubi kayu ini biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan tepung tapioka. Dari proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka, dihasilkan limbah sekitar 2/3 bagian atau sekitar 75% dari bahan mentahnya. Limbah tersebut berupa limbah padat yang biasa disebut dengan ampas ubi kayu (Anggraini, 2014). Kandungan gizi ampas ubi kayu jika dibandingkan dengan ubi kayu, tepung tapioka, beras dan terigu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Singkong segar mempunyai komposisi kimiawi terdiri dari kadar air sekitar 60%, pati 35%, serat kasar 2,5%, kadar protein 1%, kadar lemak, 0,5% dan kadar abu 1%, karenanya merupakan sumber karbohidrat dan serat makanan, namun sedikit kandungan zat gizi seperti protein. Singkong segar mengandung senyawa glikosida sianogenik dan bila terjadi proses oksidasi oleh enzim linamarase maka akan dihasilkan glukosa dan asam sianida (HCN) yang ditandai dengan bercak warna biru, akan menjadi toxin (racun) bila

dikonsumsi pada kadar HCN lebih dari 50 ppm (Prabawati *et al.*, 2011).

Pengelompokan singkong berdasarkan kadar HCN menjadi 3 kelompok, yaitu (1) tidak boleh dikonsumsi bila kadar HCN lebih dari 100 ppm (rasa pahit), seperti varietas Adira II, Adira IV dan Thailand, (2) dianjurkan tidak dikonsumsi bila kadar HCN 40 – 100 ppm (agak pahit), seperti varietas UJ-5 dan (3) boleh dikonsumsi kadar HCN kurang dari 40 ppm (tidak pahit), seperti varietas Adira I dan Manado. Korelasi antara kadar HCN singkong segar dengan kandungan pati adalah semakin tinggi kadar HCN semakin pahit dan kadar pati meningkat ataupun sebaliknya (Prabawati *et al.*, 2011).

Tabel 2.2. Kandungan Gizi dalam 100 Gram Ubi Kayu, Ampas Ubi Kayu dan Tepung Tapioka yang Dibandingkan dengan Beras dan Terigu

No.	Zat Makanan	Beras Giling	Ubi Kayu	Ampas Ubi Kayu	Tapioka	Terigu
1.	Kalori (Kal)	360,00	154,00	338,00	363,0	365,0
2.	Protein (gram)	6,80	1,00	1,50	1,10	8,90
3.	Lemak (gram)	0,70	0,30	0,70	0,50	1,30
4.	Karbohidrat (gram)	78,90	36,80	81,30	83,20	77,30
5.	Zat Kapur (mgr)	6,00	33,00	80,00	89,00	16,00
6.	Phospor (mgr)	140,00	40,00	60,00	125,0	106,0
7.	Zat Besi (mgr)	0,80	1,10	1,90	1,00	1,20
8.	Vit.B1(SI)	0,26	0,06	0,00	0,00	0,12
9.	Thiamine (mgr)	0,00	20,00	0,00	0,40	0,00
10.	Vit.C (mgr)	0,12	30,00	0,00	0,00	0,12

Sumber: Direktorat Gizi Depkes, 1998

Jenis singkong berdasarkan kadar amilumnya dapat dibedakan menjadi 2 kelompok, yaitu singkong gembur (kadar amilum lebih dari 20%) yang ditandai secara fisik bila kulit ari yang berwarna cokelat dan kulit tebalnya mudah dikupas, dan singkong kenyal (kadar amilum kurang dari 20%) yang ditandai bila kulit ari warna cokelat tidak terkelupas (lengket pada kulit tebalnya) dan kulit tebalnya sulit dikupas.

Ampas ubi kayu yang merupakan buangan dari pengolahan tepung tapioka memiliki komponen penting seperti pati dan serat kasar. Komponen limbah berserat tersebut pada umumnya mengandung selulosa. Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel yang berupa homopolisakarida yang mempunyai molekul berbentuk linear, tidak bercabang dan tersusun atas 10.000 sampai 15.000 unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4 glikosidik. Selulosa ini mempunyai formula umum seperti pati yang dapat dicerna oleh mikroorganisme, sehingga dapat digunakan untuk fabrikasi plastik *biodegradable* (Anggraini, 2014).

5. *Sisik Ikan*

Sisik secara umumnya berarti semacam lapisan kulit yang keras dan berhelai-helai, seperti pada kaki ayam, ular atau ikan. (<https://id.wikipedia.org/wiki/Sisik>). Sisik ikan dapat digunakan sebagai bahan pembuat plastik karena diketahui memiliki rendemen berkisar 3,8 dan sampai 4,9 % diperoleh berdasarkan bobot molekul tertentu. Sisik ikan memiliki sifat fisik kimia yang baik untuk kesehatan seperti protein, karbohidrat, lemak dan kadar airnya. Kandungan air 70%, protein 27%, lipid 1% dan abu 2%, komponen organik dari sisik ikan yaitu 40-90% dan komponen terbanyaknya adalah kolagen. Diketahui sisik ikan dengan bobot gurami rata-rata 1,2 kg dengan rendemen 3,85% memiliki protein 35,16%, air 33,68%, abu 24,82%, karbohidrat 5,68%, lemak 0,66% kalsium 7,32%, kitin 0,99% (Yogaswari, 2009).

Belum terdapat cara untuk mengetahui kadar kitin secara praktis kecuali dengan mengolah bahan mentah menjadi kitin sehingga diperoleh persentasenya dalam bobot per bobot. Dalam kitin terdapat senyawa kitosan. Kitosan merupakan senyawa antimikroba dengan rumus kimia poli (2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa) yang dapat

dihasilkan dengan proses hidrolisis kitin menggunakan basa kuat (Eko Santoso dkk, 2011). Oleh karena kandungan kitin dan kitosan itulah, sisik ikan dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan plastik (Sanjaya, 2011). Sisik ikan termasuk limbah organik kering, jadi dapat di dekomposisi oleh mikroorganismenya, sehingga dapat digunakan untuk fabrikasi plastik *biodegradable*.

6. *Gliserol sebagai Plasticizer*

Plasticizer didefinisikan sebagai bahan non volatil, bertitik didih tinggi yang apabila ditambahkan pada material lain dapat merubah sifat material tersebut. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan fleksibilitas film serta menurunkan sifat *barrier* film. *Plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari plastik, sekaligus meningkatkan fleksibilitas plastik. Jenis *plasticizer* dalam pembuatan plastik *biodegradable* dapat menggunakan gliserol.

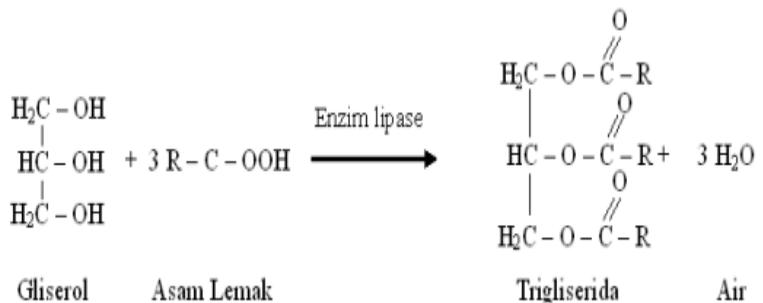
Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus –OH. Satu molekul

gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida. Sifat fisik dari gliserol adalah merupakan cairan tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental dengan rasa yang manis, nilai densitas 1,261, titik lebur 18,2°C dan titik didih 290 °C. Gliserol juga digunakan sebagai penghalus pada krim cukur, sabun, dalam obat batuk dan sirup atau untuk pelembab (Hart, 1983).

Gliserol dapat diperoleh dengan jalan penguapan hati-hati, kemudian dimurnikan dengan distilasi pada tekanan rendah. Pada umumnya lemak apabila dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Hal ini disebabkan oleh proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Di samping itu dapat pula terjadi proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh yang hasilnya akan menambah bau dan rasa yang tidak enak. Oksidasi asam lemak tidak jenuh akan menghasilkan peroksida dan selanjutnya akan terbentuk aldehida. Inilah yang menyebabkan terjadinya bau dan rasa yang tidak enak atau tengik. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis. Gliserol larut

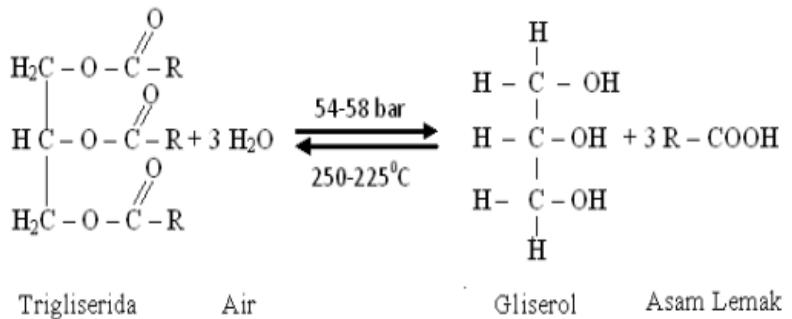
baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (Poedjiadi, 2006).

Pada umumnya, lemak atau minyak tidak terdiri dari satu macam trigliserida melainkan campuran dari trigliserida. Trigliserida merupakan lipid sederhana dan merupakan cadangan lemak dalam tubuh manusia. Reaksi pembentukan trigliserida ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Reaksi pembentukan trigliserida

Trigliserida di atas merupakan trigliserida sederhana karena merupakan trimester yang terbuat dari gliserol dan tiga molekul asam lemak yang sama. Beberapa lemak atau minyak menghasilkan satu atau dua ikatan ester akan terputus dan dihasilkan gliserol dan garam dari asam lemaknya. Gliserol juga dapat dihasilkan dari reaksi hidrolisa trigliserida yang dilakukan dengan tekanan dan temperatur tinggi. Reaksi pembentukan gliserol ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Reaksi Pembentukan Gliserol

Dari reaksi kesetimbangan antara trigliserida dengan air dihasilkan gliserol dan asam lemak. Oleh sebab itu asam lemak atau gliserol harus segera dikeluarkan (Ketaren, 1986). Istilah gliserol dan gliserin seringka li

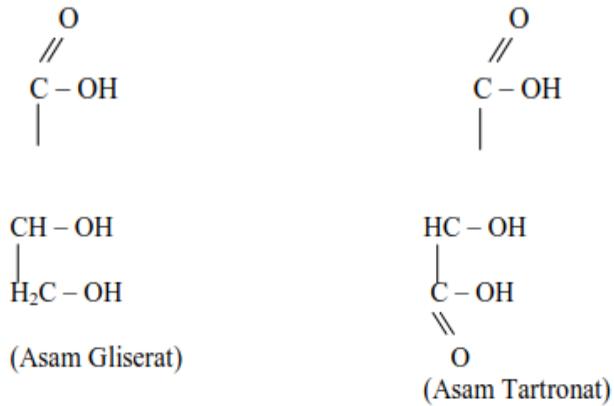
digunakan secara tertukar. Walaupun demikian, perbedaan yang tajam antara keduanya sangat terlihat. Gliserol adalah istilah yang digunakan untuk campuran murni, sedangkan gliserin berhubungan kepada tingkat komersialnya, terlepas dari kemurniannya. Gliserol alami pada dasarnya diperoleh sebagai produk samping di dalam produksi asam lemak, ester lemak atau sabun dari minyak atau lemak. Di Malaysia, gliserol dihasilkan melalui pemecahan minyak sawit atau minyak inti sawit dengan menggunakan metode berikut :

- Penyabunan minyak / lemak dengan NaOH untuk membentuk sabun dan larutan alkali sabun. Larutan alkali sabun yang terbentuk mengandung 4 – 20 % gliserol dan juga diketahui sebagai sweetwater atau gliserin.
- Splitting atau hidrolisis dari minyak inti sawit dibawah tekanan dan temperature yang tinggi untuk menghasilkan asam lemak dan sweetwater. Sweetwater ini mengandung 10 – 20 % gliserol.
- Transesterifikasi dari minyak dengan metanol katalis untuk menghasilkan metal ester. Sejak proses tidak menggunakan air, konsentrasi gliserol lebih tinggi.

Gliserin merupakan hasil pemisahan asam lemak. Gliserin terutama digunakan dalam industri kosmetika antara lain sebagai bahan pengatur kekentalan sampo, obat kumur, pasta gigi, dan sebagainya (Fauzi, 2002).

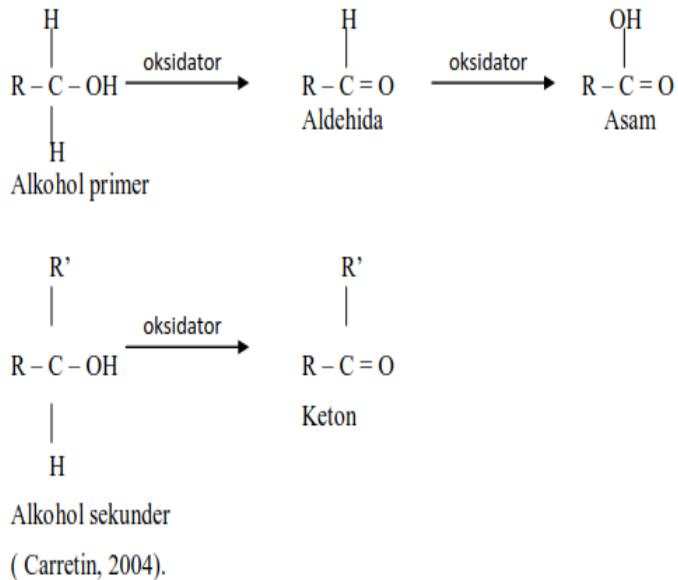
Kadar gliserol, relative density, refractive index, kadar air, senyawa terhalogenasi, arsenic dan logam berat adalah parameter-parameter penting yang sering digunakan dalam perdagangan gliserin juga digunakan untuk menentukan kemurnian dari produk. Ini merupakan suatu tes yang sulit karena gliserin bersifat sangat higroskopis, menyerap air dengan cepat dari sekitarnya.

Molekul gliserol mengandung gugus alkohol primer dan alkohol sekunder yang dapat mengalami reaksi oksidasi. Pada umumnya gugus alkohol sekunder lebih suka dioksidasi daripada gugus alkohol primer, sehingga apabila gliserol dioksidasi maka mula-mula akan terbentuk aldehida dan pada oksidasi selanjutnya akan membentuk asam karboksilat (asam gliserat atau asam tartronat). Rumus molekul asam gliserat dan asam tartronat ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Rumus Molekul Asam Gliserat dan Asam Tartronat

Alkohol dengan paling sedikit satu hidrogen melekat pada karbon pembawa gugus hidroksil dapat dioksidasi menjadi senyawa-senyawa karbonil. Alkohol primer menghasilkan aldehida yang dapat dioksidasi lebih lanjut menjadi asam karboksilat, alkohol sekunder menghasilkan keton. Berikut ini proses teroksidasinya alkohol primer yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Proses Teroksidasinya Alkohol Primer

Gliserin mempunyai peran hampir di setiap industri. Penggunaan terbesar dari gliserin adalah pada industri resin alkid, dimana ± 35.000 ton/tahun. Industri kertas, dimana gliserin berfungsi sebagai bahan pelunak adalah pengguna terbesar berikutnya, yaitu 25.000 ton/tahun. Industri nitrogliserin sebesar 7.500 ton/tahun, tetapi pemasarannya berkurang 25 tahun terakhir, dengan digantikannya nitrogliserin oleh bahan peledak yang lebih

murah. Berikut ini perkiraan penggunaan gliserin yang ditujukan pada Tabel.2.3.

Tabel 2.3 Perkiraan Penggunaan Gliserol

No	Kegunaan	Persentase (%)
	Alkid	25 %
	Tembakau	13 %
	Peledak	5 %
	Kertas	17 %
	Obat-obatan dan kebutuhan kamar mandi termasuk pasta gigi	16 %
	Monogliserida dan makanan	7 %
	Urethan foams	3 %
	Lain-lain	14 %

a. Makanan dan minuman

Gliserin mudah dicerna dan tidak beracun dan bermetabolisme bersama karbohidrat, meskipun berada dalam bentuk kombinasi pada sayuran dan lemak binatang. Untuk produk makanan dan pembungkus makanan yang kontak langsung dengan konsumen, tidak beracun adalah syarat utama. Gliserin, sejak 1959 diakui sebagai satu diantara bahan

yang aman oleh Food and Drug Administration.

Kegunaan sebagai :

1. Pelarut untuk pemberian rasa (seperti vanilla) dan pewarnaan makanan
2. Agen pengental dalam sirup
3. Pengisi dalam produk makanan rendah lemak (biskuit)
4. Pencegah kristalisasi gula pada permen dan es
5. Medium transfer panas pada kontak langsung dengan makanan saat pendinginan cepat
6. Pelumas pada mesin yang digunakan untuk pengolahan dan pengemasan makanan

Pada tahun-tahun terakhir, poligliserol dan poligliserol ester meningkat, Penggunaannya dalam makanan, khususnya mentega dan lemak.

b. Obat-obatan dan kosmetik

1. Pada obat-obatan dan kedokteran gliserin adalah bahan dalam larutan alkohol dan obat penyakit
2. Gliserit pada kanji digunakan dalam selai dan obat salep.

3. Obat batuk dan obat bius, seperti larutan gliserin-fenol
4. Pengobatan telinga dan media pembiakan bakteri
5. Turunannya digunakan sebagai obat penenang
6. Krim dan lotion untuk menjaga kehalusan dan kelembutan kulit
7. Bahan dasar pembentukan pasta gigi, sehingga diperoleh kehalusan, viskositas dan kilauan yang diinginkan.

c. Tembakau

1. Pada pengolahan tembakau, gliserin adalah bagian penting dari larutan yang disemprotkan pada tembakau sebelum daunnya dihaluskan dan dikemas.
2. Dengan pewarna, digunakan 3 % berat tembakau untuk mencegah daun menjadi rapuh dan hancur selama pengolahan
3. Pengolahan tembakau kunyah untuk menambah rasa manis dan mencegah pengeringan
4. Bahan pelunak pada kertas rokok.

d. Bahan Pembungkus dan Pengemas

Pembungkus daging, jenis khusus kertas, seperti glassine dan greasproof memerlukan

bahan pelunak untuk memberi kelenturan dan kekerasan

e. Pelumas

1. Gliserin dapat digunakan sebagai pelumas jika minyak tidak ada. Ini disarankan untuk kompresor oksigen karena lebih tahan terhadap oksidasi daripada minyak mineral.
2. Pelumas pompa dan bantalan fluida seperti bensin dan benzen
3. Pada industri makanan, farmasi dan kosmetik, gliserin digunakan sebagai pengganti minyak
4. Textile oils dalam operasi penenunan dan perajutan pada industri tekstil.

f. Lain-lain

Campuran semen, sabun, detergen, aspal, keramik, pengolahan kayu dan kulit, emulsifier, jangka, komponen patri.

7. Kitosan

Kitosan adalah senyawa polimer alam turunan kitin yang diisolasi dari limbah perikanan, seperti kulit. udang dan cangkang kepiting dengan kandungan kitin antara 65-70

persen. Sumber bahan baku kitosan yang lain di antaranya kalajengking, jamur, cumi, gur ita, serangga, laba - laba dan ulat sutera dengan kandungan kitin antara 5-45 persen. Kitosan merupakan bahan kimia multiguna berbentuk serat dan merupakan kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih atau kuning, tidak berbau. Kitosan merupakan produk deasetilasi kitin melalui proses kimia menggunakan basa natrium hidroksida atau proses enzimatik menggunakan enzim chitin deacetylase. Serat ini bersifat tidak dicerna dan tidak diserap tubuh. Sifat menonjol kitosan adalah kemampuan mengabsorpsi lemak hingga 4-5 kali beratnya (Rismana, 2006).

Kitosan adalah senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok Arthropoda sp, Molusca sp, Coelenterata sp, Annelida sp, Nematoda sp, dan beberapa dari kelompok jamur Selain dari kerangka hewan invertebrata, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trakea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang Crustaceae sp, yaitu udang, lobster,

kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut. Sumber ini diutamakan karena bertujuan untuk memberdayakan limbah udang (Hawab, 2005).

Kitosan adalah produk terdeasetilasi dari kitin yang merupakan biopolimer alami kedua terbanyak di alam setelah selulosa, yang banyak terdapat pada serangga, krustasea, dan fungi (Sanford and Hutchings, 1987). Diperkirakan lebih dari 109-1.010 ton kitosan diproduksi di alam tiap tahun. Sebagai negara maritim, Indonesia sangat berpotensi menghasilkan kitin dan produk turunannya. Limbah cangkang rajungan di Cirebon saja berkisar 10 ton perhari yang berasal dari sekurangnya 20 industri kecil. Kitosan tersebut masih menjadi limbah yang dibuang dan menimbulkan masalah lingkungan. Data statistik menunjukkan negara yang memiliki industri pengolahan kerang menghasilkan sekitar 56.200 ton limbah. Pasar dunia untuk produk turunan kitin menunjukkan bahwa oligomer kitosan adalah produk yang termahal, yaitu senilai \$ 60.000/ton.

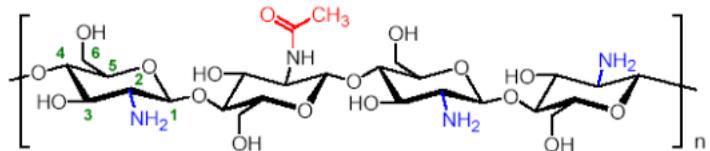
Kitosan merupakan senyawa turunan kitin, senyawa penyusun rangka luar hewan berkaki banyak seperti kepiting, ketam, udang dan

serangga. Kitosan dan kitin termasuk senyawa kelompok polisakarida. Senyawa – senyawa lain yang termasuk kelompok polisakarida yang sudah tidak asing bagi kita adalah pati dan selulosa. Polisakarida – polisakarida ini berbeda dalam jenis monosakarida penyusunnya dan cara monosakarida – monosakarida berikatan membentuk polisakarida (Rismana, 2006).

Kitosan merupakan hasil deasetilasi khitin, yang merupakan polimer rantai panjang glukosamin (2-amino-2-deoksi-glokosa) (Knorr, 1982). Kitosan dapat larut dalam larutan asam organik tetapi tidak larut dalam pelarut organik lainnya seperti dimetil sulfoksida dan juga tidak larut pada pH 6,5, sedangkan pelarut kitosan yang baik adalah asam asetat (Ornum, 1992). Lab. Protan (1987) menyatakan bahwa kitosan merupakan poliglukosamin yang dapat larut dalam kebanyakan asam seperti asam asetat, laktat atau asam-asam organik (adipat, malat), asam mineral seperti HCl, HNO₃, pada konsentrasi 1 % dan mempunyai daya larut terbatas dalam asam posfat dan tidak larut dalam asam sulfat (ebookpangan.com , 2006).

Kitosan memiliki gugus fungsi amin, gugus hidroksil primer dan sekunder, dengan

adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi karena dapat membentuk ikatan hidrogen, sehingga kitosan merupakan bahan pencampur yang ideal. Kitosan merupakan turunan kitin, polisakarida paling banyak di bumi setelah selulosa, bersifat hidrofobik serta dapat membentuk film dan membran dengan baik (Setiani *et al.*, 2013). Kitosan adalah jenis polimer rantai yang tidak linier yang mempunyai rumus umum $(C_6H_{11}O_4)_n$ atau disebut sebagai (1,4)-2-Amino-2-Deoksi- β -D-Glukosa, dimana strukturnya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Struktur Kimia Kitosan

a. *Sifat – Sifat Kimia dan biologi Kitosan*

Sebagian besar polisakarida yang erdapat secara alami seperti selulosa, dekstran, ektin, asam alginat, agar, karangenan bersifat netral atau asam di alam, sedangkan kitosan merupakan polisakarida yang bersifat basa

(Kumar, 2000). Menurut Rismana (2006) sifat alami kitosan dapat dibagi menjadi dua sifat besar yaitu, sifat kimia dan biologi. Sifat kimia kitosan antara lain :

- Merupakan polimer poliamin berbentuk linear.
- Mempunyai gugus amino aktif.
- Mempunyai kemampuan mengikat beberapa logam.

Sifat biologi kitosan antara lain:

- Bersifat biokompatibel artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, tidak beracun, tidak dapat dicerna, mudah diuraikan oleh mikroba (biodegradable).
- Dapat berikatan dengan sel mamalia dan mikroba secara agresif.
- Bersifat hemostatik, fungistatik, spermisidal, antitumor, antikolesterol.
- Bersifat sebagai depresan pada sistem saraf pusat. Berdasarkan kedua sifat tersebut maka kitosan mempunyai sifat fisik khas yaitu mudah dibentuk menjadi spons, larutan, pasta, membran, dan serat. yang sangat bermanfaat.

(Rismana, 2006)

Kitosan dengan bentuk amino bebas tidak selalu larut dalam air pada pH lebih dari 6,5 sehingga memerlukan asam untuk melarutkannya. Kitosan larut dalam asam asetat dan asam formiat encer. Adanya dua gugus hidroksil pada kitin sedangkan kitosan dengan 1 gugus amino dan 2 gugus hidroksil merupakan target dalam modifikasi kimiawi (Hirano, dkk.,1987).

Sifat kation kitosan adalah linier polielektrolit, bermuatan positif, flokulan yang sangat baik, pengkelat ion – ion logam. Sifat biologi kitosan adalah non toksik, polimer alami, sedangkan sifat kimia seperti linier poliamin, gugus amino dan gugus hidroksil yang reaktif. Aplikasi kitosan dalam berbagai bidang tergantung sifat – sifat kationik, biologi dan kimianya (Sandford dan Hutchings, 1987).

b. Kelarutan Kitosan

Kitosan yang disebut juga dengan β -1,4-2 amino-2-dioksi-D-glukosa merupakan senyawa yang sedikit larut dalam HCl, HNO₃, dan H₃PO₄ dan tidak larut dalam H₂SO₄. Kitosan tidak beracun, mudah

mengalami biodegradasi dan bersifat polielektrolitik. Disamping itu kitosan dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein. Oleh karena itu, kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri kesehatan. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut-pelarut organik, juga tidak larut dalam alkali dan asam-asam mineral pada pH di atas 6,5. Dengan adanya sejumlah asam, maka dapat larut dalam air-metanol, air-etanol, air-aseton, dan campuran lainnya. Kitosan larut dalam asam formiat dan asam asetat dan menurut Peniston dalam 20% asam sitrat juga dapat larut. Asam organik lainnya juga tidak dapat melarutkan kitosan, asam-asam anorganik lainnya pada pH tertentu setelah distirer dan dipanaskan dan asam sitrat juga dapat melarutkan kitosan pada sebagian kecil setelah beberapa waktu akan terbentuk endapan putih yang menyerupai jelly. (Widodo. A, 2005)

Metode pembuatan kitosan terdiri dari tiga langkah utama, yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Proses deproteinasi bertujuan mengurangi kadar protein dengan menggunakan larutan alkali encer dan

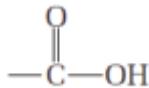
pemanasan yang cukup. Proses demineralisasi dimaksudkan untuk mengurangi kadar mineral (CaCO_3) dengan menggunakan asam konsentrasi rendah untuk mendapatkan khitin, sedangkan proses deasetilasi bertujuan menghilangkan gugus asetil dari khitin melalui pemanasan dalam larutan alkali kuat dengan konsentrasi tinggi. Proses deasetilasi dengan menggunakan alkali pada suhu tinggi akan menyebabkan terlepasnya gugus asetil ($\text{CH}_3\text{CHO}-$) dari molekul khitin. Gugus amida pada khitin akan berikatan dengan gugus hidrogen yang bermuatan positif sehingga membentuk gugus amina bebas $-\text{NH}_2$. Gugus amina bebas $-\text{NH}_2$ menyebabkan kitosan dapat mengadsorpsi ion logam dengan membentuk senyawa kompleks (khelet). Tahap dekolorisasi dapat ditambahkan agar kitosan yang dihasilkan mempunyai warna yang lebih putih (<https://id.wikipedia.org/wiki/Kitosan>, diakses 11 November 2015).

Khitosan mempunyai potensi untuk dimanfaatkan pada berbagai jenis industri maupun aplikasi pada bidang kesehatan. Salah satu contoh aplikasi khitosan yaitu sebagai pengikat bahan-bahan untuk pembentukan alat-alat gelas, plastik, karet, dan selulosa yang sering

disebut dengan formulasi adesif khusus. Pemanfaatan khitosan sebagai bahan tambahan pada pembuatan film plastik berfungsi untuk memperbaiki transparansi dan sifat mekanik film plastik yang dihasilkan.

8. Asam Asetat

Asam asetat atau *acetic acid* atau *ethanoic acid* adalah senyawa organik yang termasuk dalam golongan carboxylic acid dengan gugus fungsinya adalah:



Sedangkan rumus kimia dari asam asetat sendiri adalah:



Acetic acid adalah monoprotic acid yang lemah, sehingga hanya hanya sebagian kecil ion saja yang dapat terdisosiasi dalam air dan reaksi ini ada kesetimbangannya dapat bergeser ke kiri atau ke kanan tergantung pada kondisi dari reaksi.

Asam asetat adalah asam lemah yang mungkin paling terkenal karena menjadi asam yang utama dalam cuka. Bahkan, asam asetat memiliki berbagai macam kegunaan lebih dari sekedar ditaburkan pada salad, dan diproduksi dalam volume besar di seluruh dunia. Orang-orang telah bekerja dengan asam ini dalam berbagai konteks selama berabad-abad, dengan asam asetat menjadi salah satu zat yang dieksplorasi oleh para alkemis, pendahulu dari ahli kimia modern.

Asam organik ini dapat disiapkan dalam berbagai konsentrasi. Dalam bentuk murni, itu dikenal sebagai asam asetat glasial karena mengkristal dalam suhu dingin. Bentuk asam yang sangat korosif dan dapat berbahaya untuk bekerja dengannya, yang membutuhkan tindakan pencegahan khusus untuk perlindungan. Sebaliknya, Cuka, biasanya memiliki konsentrasi asam asetat sekitar lima persen.

Ada sejumlah cara di mana asam ini dapat disiapkan. Salah satu metode adalah fermentasi bakteri, teknik yang digunakan untuk membuat cuka, di mana asam asetat yang dihasilkan sebagai produk sampingan dari pencernaan bakteri. Teknik memproduksi lain melibatkan reaksi kimia yang menghasilkan asam ini, seperti

yang dilakukan dalam pembuatan secara komersial produk ini. Namun, ketika asam diperuntukkan untuk digunakan dalam makanan, biasanya diproduksi secara biologis karena ini sering diperlukan untuk alasan pelabelan makanan.

Asam yang bening tidak berwarna ini memiliki rasa asam yang khas, meskipun mencicipinya tidak dianjurkan kecuali itu jelas dicap sebagai layak untuk dikonsumsi manusia. Asam asetat juga memiliki bau tajam yang kuat, yang akrab bagi banyak orang karena baunya seperti cuka. Atau, lebih tepatnya, bau cuka seperti asam asetat. Dalam persiapan makanan, dapat digunakan sebagai penyedap, dengan rasa yang tajam yang diinginkan di beberapa makanan, dan juga sebagai pengawet makanan. Asam menghambat pertumbuhan bakteri, menjaga makanan aman dari kontaminasi. Penggunaan bersejarah cuka sebagai pengawet makanan telah menciptakan rasa yang diperoleh dalam beberapa kebudayaan, sehingga makanan yang tidak lagi memerlukan pengawetan mungkin memiliki beberapa cuka yang ditambahkan untuk rasa.

Secara industri, asam asetat digunakan dalam berbagai proses. Hal ini juga digunakan dalam produksi bahan kimia dan penelitian, dalam pengaturan di mana orang-orang memiliki kebutuhan untuk asam lemah. Seperti asam lainnya, asam asetat bersifat korosif bagi banyak zat, dan dapat terlibat dalam berbagai reaksi kimia. Asam asetat digunakan sebagai pelarut, pereaksi, katalis, dan pestisida. Asam asetat dapat digunakan dalam penyusunan cat, pernis, dan glasir, dan dalam perawatan medis, seperti misalnya dalam pengobatan sengatan ubur-ubur.

Asam asetat digunakan untuk menghidrolisis amilosa dan pemberi suasana asam (Erica Budina,2013). Amilosa yang terhidolisis oleh asam asetat kemudian tergelatinisasi. Gelatin yang terbentuk dari amilosa tersebut yang kemudian membentuk kristal film Plastik biodegradable. Asam asetat cair memiliki konstanta dielektrik yang kecil sehingga asam asetat cenderung lebih membentuk pasangan ion dan lebih sering digunakan dalam membentuk senyawa kompleks. Asam asetat digunakan, karena bersifat protik hidrofilik, yaitu senyawa asam yang menukarkan satu buah proton yang bersifat asam dan hidrofilik karena larut dalam air. Asam

asetat dapat melarutkan senyawa –senyawa anorganik, glukosa, senyawa polar dan senyawa non polar seperti minyak. Asam asetat bersifat polar seperti air, etanol heksana dan karena sifat kepolarannya dan kelarutannya membuat asam asetat digunakan secara luas.

9. Karakterisasi Gugus Ujung

Karakterisasi gugus ujung dapat dilakukan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Spektroskopi inframerah merupakan salah satu teknik identifikasi struktur, baik untuk senyawa organik maupun senyawa anorganik. Analisis ini merupakan suatu metode semi empirik, kombinasi pita serapan yang khas dapat diperoleh untuk menentukan struktur senyawa yang terdapat dalam suatu bahan.

Aplikasi spektroskopi inframerah sangat luas, baik untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif. Penggunaan yang paling banyak adalah pada pertengahan dengan kisaran bilangan gelombang 4000 sampai 670 cm^{-1} atau dengan panjang gelombang 2,5-1,5 μm (Bintang, 2010). Kegunaan yang paling penting untuk identifikasi senyawa organik,

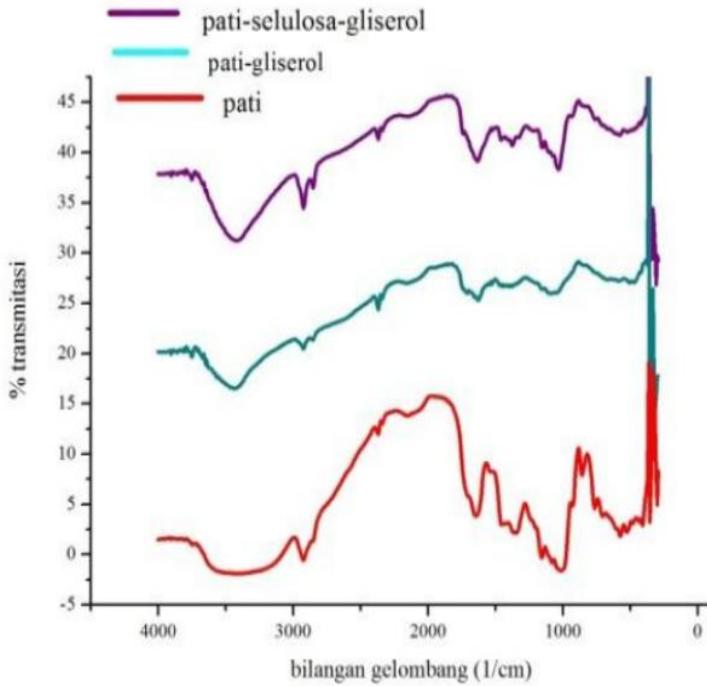
karena spektrumnya sangat kompleks, yaitu terdiri dari banyak puncak.

Spektrum inframerah dari senyawa organik mempunyai sifat yang khas, artinya kemungkinannya kecil sekali dua senyawa mempunyai spektrum fisis yang sama. Vibrasi C-H dari CH_2 dapat dengan mudah dibedakan dari CH_3 . Teknik spektroskopi inframerah tidak hanya digunakan untuk mempelajari makromolekul dan membran biologis saja, akan tetapi juga digunakan dalam biokimia untuk meneliti struktur molekul murni intermediet, seperti obat-obatan.

Uji FTIR bertujuan untuk menafsirkan gugus tertentu pada suatu senyawa. Teknik ini sering digunakan untuk melihat gugus O-H, gugus C-H, dan gugus C=C pada plastik *biodegradable*. Panjang gelombang yang biasa digunakan berkisar antara $3500\text{-}1500\text{ cm}^{-1}$. Hasil penelitian Arum Septiosari, dkk. tentang plastik *biodegradable* menunjukkan bahwa gugus yang terkandung dalam plastik *biodegradable* merupakan gugus organik dan merupakan gugus fungsi yang bersifat polar sehingga bahan plastik *biodegradable*

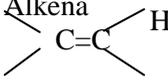
merupakan bahan yang ramah lingkungan karena bisa terdegradasi oleh tanah.

Gambar 2.6 merupakan hasil spektra untuk plastik *biodegradable*. Gambar tersebut menunjukkan pada spektra terlihat bahwa gugus OH alkohol, OH karboksil dan C-H alkana pada sampel plastik *biodegradable* pati-gliserol dan pati-selulosa-gliserol terdapat pada bilangan gelombang berturut-turut yaitu 3749,62; 3425,58 dan 2924,09 cm^{-1} (Septiosari *et al.*, 2014). Pembacaan pada uji FTIR dapat mengacu pada tabel 3.2 berikut ini (Bambang n.d, Diakses 21 September 2016):



Gambar 2.6 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Tabel 2.4. Daerah Fungsi Pada IR

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm⁻¹)	Intensitas
C-H	Alkana	3850-2970 1340-1470	Kuat Kuat
C-H	Alkena 	3010-3095 675-995	Sedang Kuat
C-H	Alkuna, $\text{—C}\equiv\text{C—}$	3300	Kuat
C-H	Cincin Aromatik	3010-3100 690-900	Sedang Kuat
O-H	Fenol Monomer Alkohol, Fenol Monomer Asam Karboksilat, Ikatan Hidrogen Asam Karboksilat	3590-3650 3200-3600 3500-3650 2500-2700	Berubah-ubah, Berubah-ubah, Terkadang melebar, Sedang, Melebar
N-H	Amina, Amida	3300-3500	Sedang
C=C	Alkena	1610-1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500-1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100-2260	Berubah-ubah
C-N	Amina, Amida	1180-1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210-2280	Kuat
C-O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050-1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690-1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500-1570 1300-1370	Kuat Kuat

B. Kajian Reserach Sebelumnya

Penelitian dengan mencari bahan alternatif pengganti material polimer sintesis dengan material polimer yang ramah lingkungan atau lazim disebut sebagai bahan *biodegradable* (Eko Santoso dkk, 2011). Menurut (Rasyidi Fachry dan Adhestya Sartika, 2012), Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan. Plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu, waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat-sifat yang dimilikinya oleh pengaruh mikroorganisme (bakteri, jamur, algae).

Pembuatan plastik *biodegradable* dengan bahan dasar tumbuh-tumbuhan dan hewan telah banyak dilakukan oleh peneliti. Seperti plastik *biodegradable* yang dibuat dengan bahan dasar pati limbah kulit singkong (Sanjaya dkk, 2011), kulit udang dan limbah kulit ari oleh Fachry dan Sartika pada tahun 2012, pati sagu kelapa sawit oleh Darwin Yunus dkk pada tahun 2013, kulit pisang oleh Meilina Rahayu

pada tahun 2014, Ampas tahu oleh Lia Januasti pada tahun 2015, ampas tebu oleh Hidayani dan Teuku Rachmi pada tahun 2015, dan kacang kedelai oleh Rejekina dan Melisa Sari pada tahun 2015. Plastik *biodegradable* tersebut telah terbukti mampu terdekomposisi oleh mikroorganisme dan memiliki sifat fisis hampir seperti plastik pada umumnya. Meskipun demikian, pada penelitian ini, peneliti ingin mengolaborasikan antara dua jenis bahan, yaitu tepung ampas ubi kayu dan serbuk sisik ikan untuk mengurangi keberadaan limbah dari pabrik tepung tapioka dan limbah pasar tradisional.

Penelitian-penelitian lain tentang plastik biodegradable dengan bahan dasar pati biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan menguji struktur mikro dan sifat termal plastik (Puspita, 2013; Hidayah dkk), plastik dengan bahan dasar tepung biji durian (*Durioa Zibethinuz Murr*) dengan uji ketahanan plastik terhadap air dan densitasnya (Ummah, 2013). Penelitian plastik dengan bahan dasar dari pati sorgum yang diuji sifat mekanik dan hidrofobilitas bioplastik (Darni dan Utama). Penelitian pembuatan plastik biodegradable dari bahan dasar pektin lidah buaya oleh Indriyanto, dkk dan penelitian pengaruh variasi temperatur gelatinisasi pati terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putus bioplastik pati umbi talas oleh Ginting,.

Penelitian oleh Irfan Indriyanto dengan memanfaatkan pektin lidah buaya sebagai bahan dasar pembuat plastik biodegradable menunjukkan bahwa penambahan kitosan dapat menaikkan nilai kuat tarik, namun tidak dengan nilai persen *elongasi*. Nilai kuat tarik tertinggi pada penambahan kitosan 20 mL sebesar 12,06 Mpa, tetapi menunjukkan hasil yang lain untuk nilai *elongasi*, semakin tinggi penambahan kitosan nilai *elongasinya* semakin rendah. Nilai *elongasi* terbaik pada plastik biodegradable adalah plastik biodegradable tanpa kitosan yaitu sebesar 11,43%.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen murni di laboratorium (*true experimental research*). Penelitian yang akan dilakukan adalah membuat dan menguji karakteristik biodegradable plastic dari pati kulit singkong. Bahan kimia lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sorbitol sebagai plasticizer dan kitosan. Tujuan diadakannya penelitian ini adalah untuk membuat jenis biodegradable plastic yang lebih baik dan ramah terhadap lingkungan dengan memvariasi konsentrasi larutan kitosan.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable plastic* ini adalah sebagai berikut:

1. Fabrikasi tepung ampas ubi kayu

Ubi kayu dikupas dan lakukan sortasi bahan baku dengan pemilihan ubi kayu yang bagus. Ubi kayu dicuci sampai bersih, kemudian diparut secara manual untuk mendapatkan bubur ubi kayu. Kemudian bubur tersebut diperas dengan menggunakan kain saring. Lalu dipisahkan antara ampas yang telah diperas dengan cairan yang diperoleh berupa pati di dalam baskom. Ambil ampas ubi kayu untuk dikeringkan. Pengeringan ampas ubi kayu dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari selama 1-2 hari atau dengan oven dengan suhu 60⁰C hingga kadar airnya sudah tidak ada lagi. Selanjutnya ampas ditumbuk, lalu diayak sehingga didapatkan tepung ampas ubi kayu.



Gambar 3.1. Ampas ubi kayu

2. Fabrikasi serbuk sisik ikan sebagai kitosan

Serbuk sisik ikan diperoleh dengan merendam sampel menggunakan NaOH 0,1 ml selama 3 hari lalu dikeringkan dan dihaluskan, lalu diayak untuk memperoleh sisik ikan yang halus.



Gambar 3.2. Proses pembuatan serbuk sisik ikan



Gambar 3.3 Proses pembuatan kitosan dari sisik ikan

3. Aquades

Aquades merupakan air murni hasil penyulingan. Aquades berfungsi untuk melarutkan bahan kimia lain seperti pati dan kitosan

4. Gliserol

Gliserol merupakan *plasticizer* yang berfungsi untuk memberikan sifat plastik pada *biodegradable plastic*. Sorbitol yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4. Cairan Gliserol

5. Asam asetat

Asam asetat yang digunakan pada penelitian ini adalah asam asetat 98%. Asam asetat digunakan untuk melarutkan kitosan di dalam aquades. Asam

Asetat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.5



Gambar 3.5. Cairan Asam Asetat

Alat-alat yang akan digunakan dalam pembuatan *biodegradable plastic* adalah sebagai berikut:

1. Alat Pengering (Oven)

Alat pengering (Oven) yang digunakan untuk mengeringkan larutan campuran sehingga dapat mengeras menjadi plastik. Oven yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6. Alat Pengering (Oven)

2. Cetakan

Cetakan digunakan untuk mencetak plastik *biodegradable* sebelum dilakukan pengovenan. Cetakan yang digunakan adalah wadah dari aluminium seperti gambar 3.7



Gambar 3.7 Cetakan plastik

3. Gelas ukur
Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume larutan yang digunakan pada penelitian ini.
4. Termometer
Termometer merupakan alat pengukur suhu yang digunakan untuk mengukur derajat panas larutan yang sedang dipanaskan.
5. Pipa Pipet
Pipa Pipet digunakan untuk mengambil cairan dalam jumlah kecil.

6. Pengaduk

Pengaduk digunakan untuk mengaduk larutan yang sedang dicampurkan sehingga dapat tercampur menjadi larutan yang homogen.

7. *Hot plate Magnetik stirer*

Hot plate berfungsi sebagai pemanas yang digunakan saat mencampurkan seluruh larutan sebelum dicetak pada cetakan. (Lihat Gambar 3.8).



Gambar 3.8 Magnetik Stirer

8. Gelas kimia

Gelas kimia digunakan sebagai wadah campuran larutan saat dipanaskan di atas *hot plate*.

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pembuatan dan pengujian *biodegradable plastic* dilakukan di beberapa tempat yaitu:

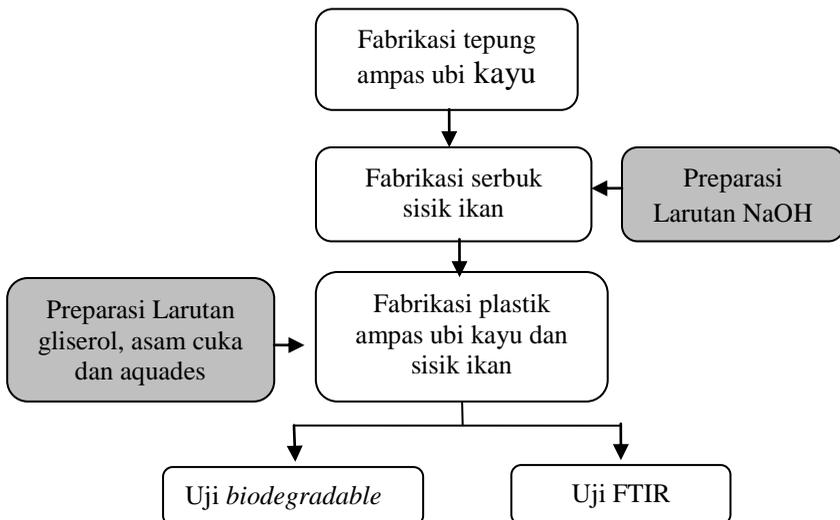
1. Laboratorium Material Fisika dan Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang.
2. Laboratorium Karakterisasi Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

Waktu pembuatan *biodegradable plastic* dimulai pada tanggal 10 Februari hingga Nopember 2017. Pembuatan *biodegradable plastic* dilakukan di Laboratorium Material Fisika dan Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang. Pengujian kuat tarik dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 20 Oktober – 7 Nopember 2017, sedangkan untuk uji FTIR dilakukan di Laboratorium Karakterisasi Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang pada tanggal 5 Nopember 2017.

D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pembuatan pati kulit singkong, pembuatan sediaan larutan, pencampuran larutan, pemanasan, pencetakan, pengeringan, dan pendinginan. Uji karakter *biodegradable plastic* menggunakan sistem ASTM. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dan dibahas, serta diakhiri dengan penulisan laporan.

Secara umum alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable*

1. Fabrikasi plastik ampas ubi kayu dan sisik ikan

Plastik *biodegradable* ini dibuat dengan mencampurkan serbuk sisik ikan, tepung ampas ubi kayu dan aquades, kemudian diaduk sambil dipanaskan hingga homogen, ditambahkan dengan larutan gliserol dan asam cuka 1% diaduk kembali. Setelah larutan menjadi homogen, cetaklah di atas tempat cetakan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama \pm 48 jam (2 hari). Komposisi plastik biodegradable yang dibuat dalam penelitian ini adalah seperti terlihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Komposisi Pembuatan plastik biodegradable

Sampel	Sisik Ikan (gr)	Ampas Ubi (gr)	Asam asetat (ml)	Gliserin (ml)	Suhu Oven (°C)	Suhu magnetik stirer (°C)
1	1,0	1,0	2,5	1	60	90
2	1,1	0,9	2,5	1	60	90
3	1,2	0,8	2,5	1	60	90
4	1,25	0,75	40	1	60	90
5	1,35	0,65	40	1	60	90
6	1,45	0,55	40	1	60	90

2. Uji *biodegradable*

Tanah digali kurang lebih 5 cm. Hasil plastik ampas ubi kayu ditanamkan ke dalam tanah. Tutup plastik ampas ubi kayu dengan tanah lagi. Amati perbedaan yang terjadi pada plastik *biodegradable* selama 4 minggu setiap 1 minggu sekali dengan waktu yang konstan.

Pengujian sifat biodegradabilitas bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganismenya dan uji penguburan. Metode uji standar dan protokol diperlukan untuk menetapkan dan mengkuantifikasi degradabilitas dan biodegradasi polimer. Standar untuk plastik *biodegradable* telah ditetapkan oleh beberapa organisasi di dunia, diantaranya: Badan Standar Nasional Amerika, Eropa, Jerman, Jepang dan Organisasi Standar Internasional (ISO). Organisasi ini didirikan untuk mengevaluasi dan mengkuantifikasi biodegradabilitas dibawah kondisi lingkungan atau pembuangan yang berbeda seperti pengomposan, tanah, laut, dan limbah. Standar ISO akan membawa semua standar tersebut kepada standar yang dapat diterima secara global.

Biodegradasi plastik *biodegradable* dapat diketahui dengan mengamati presentase massa plastik yang hilang. Persentase massa plastik *biodegradable*

$$\% \text{ kehilangan massa} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\%$$

Dimana, W_i adalah massa plastik sebelum inkubasi (penanaman), sedangkan W_f adalah massa plastik setelah terdegradasi (Anas *et al.*, 2012).

American Society for Testing Materials (ASTM) mengeluarkan “Standar Spesifikasi untuk Plastik Dapat Dikompos” yaitu D6400-99. Standar ini menetapkan kriteria (spesifikasi) untuk plastik dan produk yang dibuat dari plastik untuk diberi label dapat terurai, termasuk biodegradasi suatu bahan.

Uji biodegradasi dilakukan di Laboratorium Fisika FST UIN Walisongo Semarang. Uji ini dilakukan dengan tehnik *soil burial test* yakni sampel dikubur didalam tanah dan dibiarkan pada udara terbuka. Sampel dipotong dengan ukuran 3 cm x 1 cm. Sampel ditempatkan dan ditanam dalam wadah yang telah terisi tanah dan dibiarkan terkena udara terbuka. Pengamatan terhadap sampel s mengalami degradasi secara sempurna). Biodegradasi dapat diketahui dengan mengamati massa plastik yang hilang.

Plastik *biodegradable* yang dihasilkan, diuji sifat biodegradasinya dengan cara sampel plastik ditanam ke dalam wadah yang berisi tanah. Sampel plastik terlebih dahulu ditimbang sebelum ditanam di dalam tanah. Sampel dicek setiap hari dan dilihat perubahan tekstur fisiknya selama 14 hari.

Data yang diperoleh kemudian dihitung presentase biodegradasinya. Presentase biodegradasi plastik dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan.

$$\% \text{ kehilangan massa} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\%$$

Data kemudian disajikan dalam bentuk diagram batang sehingga diketahui pengaruh penambahan kitosan terhadap proses biodegradasinya.

3. Uji FTIR

Uji gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Uji FTIR dilakukan di laboratorium kimia organik FMIPA UGM Yogyakarta dengan alat PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06. Panjang gelombang yang digunakan adalah 450-4000 cm^{-1} . Uji ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi pada plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

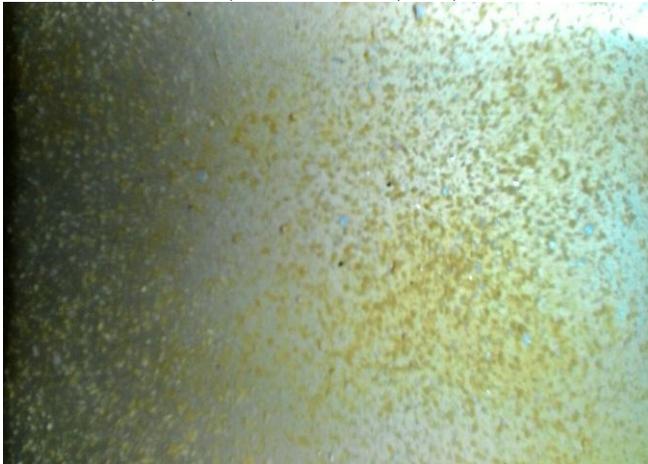
A. Hasil Data Penelitian

1. Plastik *biodegradable* yang dihasilkan

Penelitian ini telah menghasilkan plastik *biodegradable* dengan variasi massa kitosan dan variasi asam asetat dengan suhu oven 90 °C. Plastik *biodegradable* yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.1 Sampel 1 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,0gr); Ampas ubi kayu (1,0gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml)



Gambar 4.2 Sampel 2 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,1gr); Ampas ubi kayu (0,9gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml)



Gambar 4.3 Sampel 3 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,2 gr); Ampas ubi kayu (0,8gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml)



Gambar 4.4 Sampel 4 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,25gr); Ampas ubi kayu (0,75gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml)



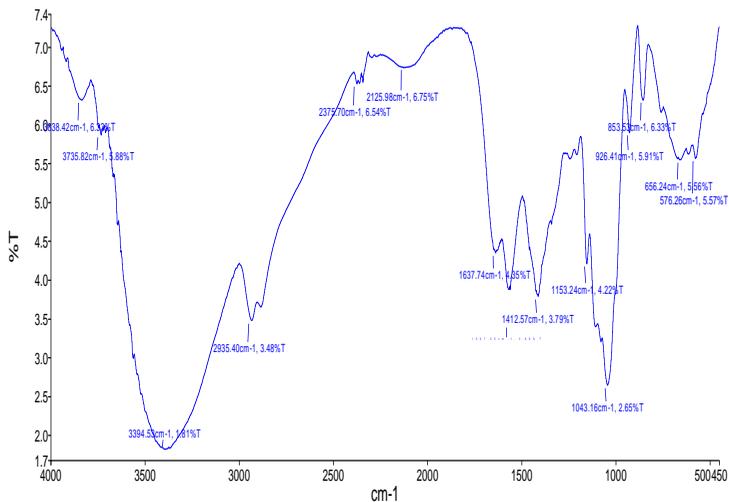
Gambar 4.5 Sampel 5 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,35gr); Ampas ubi kayu (0,65gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml)



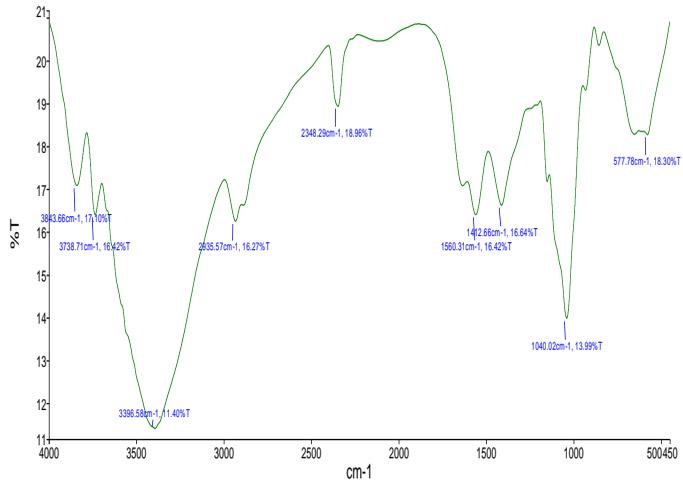
Gambar 4.6 Sampel 6 Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,45gr); Ampas ubi kayu (0,55gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml)

2. Data Hasil Uji FTIR

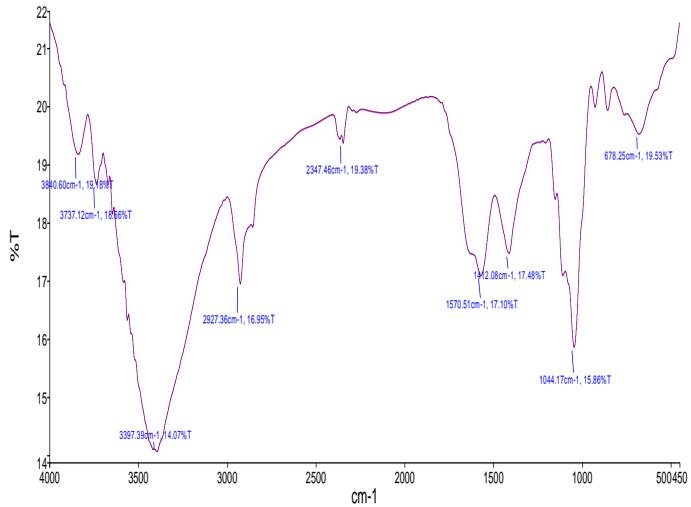
Uji FTIR hanya dilakukan pada sampel plastik D. Uji ini dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada sampel plastik. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium Uji karakteristik Laboratorium Fisika FPMIPA Universitas Negeri Semarang dengan menggunakan alat PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06. Hasil uji FTIR dapat dilihat pada Gambar 4.7 – Gambar 4.12.



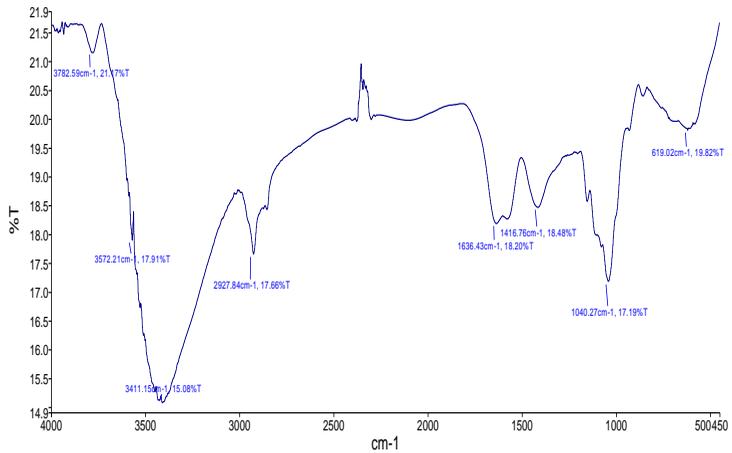
Gambar 4.7. Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 1



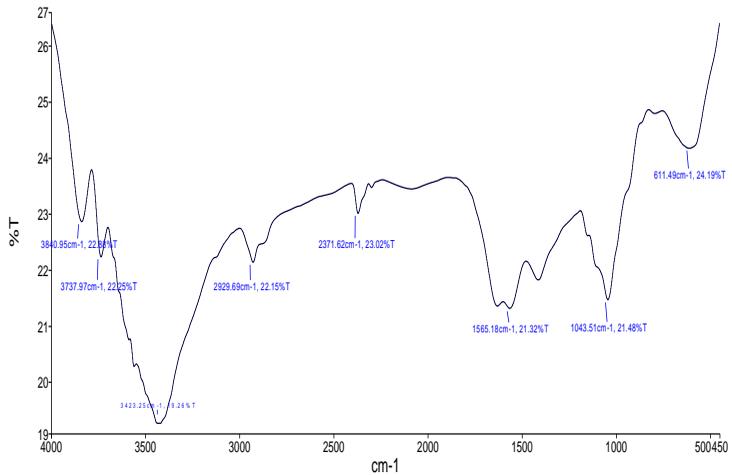
Gambar 4.8. Hasil Uji FTIR bioplastik sampel 2



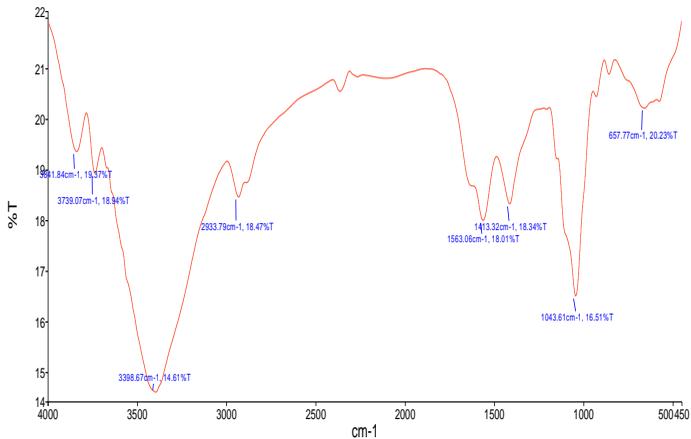
Gambar 4.9. Hasil Uji FTIR bioplastik sampel 3



Gambar 4.10. Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 4



Gambar 4.11. Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 5



Gambar 4.12. Hasi Uji FTIR bioplastik sampel 6

3. Data Hasil Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan pada seluruh sampel plastik yaitu plastik 1,2, 3, 4, 5 dan 6. Masing-masing sampel plastik dipotong dengan ukuran 2 cm x 2 cm. Plastik ditimbang terlebih dahulu sebelum dikubur di dalam wadah yang berisikan tanah. Penguburan dilakukan selama 5 hari. Plastik dicek dan ditimbang setiap hari untuk mengetahui jumlah massa yang terdegradasi. Hasil uji biodegradasi plastik dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Uji Biodegradasi Plastik

Hari ke-	Massa Sampel (gr)					
	1	2	3	4	5	6
1	0,06	0,14	0,10	0,07	0,10	0,09
2	0,08	0,20	0,15	0,11	0,16	0,11
3	0,05	0,18	0,14	0,10	0,16	0,11
4	0,04	0,17	0,13	0,09	0,15	0,11
5	0,03	0,16	0,12	0,08	0,14	0,09
6	0,02	0,15	0,11	0,07	0,13	0,08
7	0,01	0,14	0,10	0,06	0,12	0,07
8	0	0,13	0,09	0,05	0,11	0,06
9	0	0,12	0,08	0,04	0,10	0,05

B. Pembahasan

Penelitian ini telah menghasilkan plastik *biodegradable* dengan perbandingan variasi massa ampas ubi kayu dan sisik ikan (sampel 1, sampel 2 dan sampel 3, sampel 4, sampel 5 dan sampel 6). dan variasi variasi asam asetat.

1. Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar ampas ubi kayu.

Plastik *biodegradable* yang dihasilkan terbuat dari ampas ubi kayu yang telah diekstrak

sebelumnya. Proses pembuatan plastik *biodegradable* diawali dengan mengekstraksi ampas ubi kayu yang dikeringkan. Ubi kayu dikupas dan lakukan sortasi bahan baku dengan pemilihan ubi kayu yang bagus. Ubi kayu dicuci sampai bersih, kemudian diparut secara manual untuk mendapatkan bubur ubi kayu. Kemudian bubur tersebut diperas dengan menggunakan kain saring. Lalu dipisahkan antara ampas yang telah diperas dengan cairan yang diperoleh berupa pati di dalam baskom. Ambil ampas ubi kayu untuk dikeringkan. Pengeringan ampas ubi kayu dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari selama 1-2 hari atau dengan oven dengan suhu 60°C hingga kadar airnya sudah tidak ada lagi. Selanjutnya ampas ditumbuk, lalu diayak sehingga didapatkan tepung ampas ubi kayu.

Tahapan berikutnya adalah fabrikasi serbuk sisik ikan untuk sebagai bahan kitosan. Serbuk sisik ikan diperoleh dengan merendam sampel menggunakan NaOH 0,1 M selama 3 hari lalu dikeringkan dan dihaluskan, lalu diayak untuk memperoleh sisik ikan yang halus. Proses penyaringan serbuk sisik ikan dengan menggunakan penyaring dan penggunaan popa vakum.

Pembuatan plastik *biodegradable* ini dibuat dengan mencampurkan serbuk sisik ikan, tepung ampas ubi kayu dan aquades, kemudian diaduk sambil dipanaskan hingga homogen, ditambahkan dengan larutan gliserol dan asam cuka 1% diaduk kembali. Setelah larutan menjadi homogen, cetaklah di atas tempat cetakan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 40°C selama \pm 48 jam (2 hari).

Plastik dibuat menjadi 6 sampel yang dibagi menjadi dua kelompok dengan memvariasi larutan asam asetat, kelompok sampel1 menggunakan asam asetat 2,5 ml dan 40 ml dengan menggunakan suhu oven 90°C. Komposisi pembuatan plastik *biodegradable* dapat dilihat pada Tabel 3.1. Plastik yang dihasilkan kemudian diuji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik, persen *elongasi*, dan *modulus youngnya*. Plastik dengan kuat tarik terbaik kemudian diuji FTIR untuk mengetahui gugus fungsinya. Seluruh sampel kemudian diuji *biodegradasinya*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas dan standar kelayakan plastik yang dihasilkan. Plastik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1, sampai dengan Gambar 4.6.

a. Uji FTIR Plastik *Biodegradable*.

Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang pada plastik *biodegradable*. Uji FTIR dilakukan di Laboratorium uji Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang dengan alat FTIR merk PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06 dengan panjang gelombang yang digunakan adalah 450-4000 cm^{-1} .

Gambar 4.7, spektrum FTIR plastik *biodegradable* dengan komposisi sisik ikan (1,0gr); Ampas ubi kayu (1,0gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: 3838,42 cm^{-1} 3735,8 cm^{-1} ; 3394,53 cm^{-1} , (OH-Stretching); 2935,4 cm^{-1} (C-CH₃); 2375,7 cm^{-1} (C≡N); 2125,98 cm^{-1} ; 1637,74 cm^{-1} ; 1567,55 cm^{-1} ; 1412,57 cm^{-1} (C≡C); 1153,24 cm^{-1} (C-N); 1043,16 cm^{-1} (C-O); 926,41 cm^{-1} (C-H); 853,53 cm^{-1} , 656, 24 cm^{-1} (C-H Stretching) (Peacock, 2000).

Gambar 4.8, spektrum FTIR plastik *biodegradable* dengan komposisi sisik ikan (1,1gr); Ampas ubi kayu (0,9gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan

pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: $3843,66 \text{ cm}^{-1}$ $3738,71 \text{ cm}^{-1}$; $3396,53 \text{ cm}^{-1}$, (OH-Stretching); $2935,57 \text{ cm}^{-1}$ (C-CH₃); $2348,29 \text{ cm}^{-1}$ (C≡N); $1560,31 \text{ cm}^{-1}$; $1412,66 \text{ cm}^{-1}$ (C=C); $1040,02 \text{ cm}^{-1}$ (C-O); $577,78 \text{ cm}^{-1}$ (C-H Stretching).

Gambar 4.9, spektrum FTIR Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,2 gr); Ampas ubi kayu (0,8gr); asam asetat (2,5 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: $3840,60 \text{ cm}^{-1}$ $3737,12 \text{ cm}^{-1}$; $3397,39 \text{ cm}^{-1}$, (OH-Stretching); $2927,36 \text{ cm}^{-1}$ (C-CH₃); $2375,7 \text{ cm}^{-1}$ (C≡N); $1570,51 \text{ cm}^{-1}$; $1412,08 \text{ cm}^{-1}$ (C=C); $1044,17 \text{ cm}^{-1}$ (C-O); $678,25 \text{ cm}^{-1}$ (C-H Stretching).

Gambar 4.10, spektrum FTIR Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,25gr); Ampas ubi kayu (0,75gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: $3782,59 \text{ cm}^{-1}$ $3572,21 \text{ cm}^{-1}$; $3411,15 \text{ cm}^{-1}$, (OH-Stretching); $2927,84 \text{ cm}^{-1}$ (C-CH₃); $1636,43$

cm^{-1} , $1416,76 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}\equiv\text{C}$); $1040,27 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{O}$); $619,02 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{H}$ Stretching).

Gambar 4.11, spektrum FTIR Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,35gr); Ampas ubi kayu (0,65gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: $3840,95 \text{ cm}^{-1}$ $3737,97 \text{ cm}^{-1}$; $3323,25 \text{ cm}^{-1}$, (OH -Stretching); $2929,69 \text{ cm}^{-1}$, $2371,62 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{CH}_3$); $1565,18 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}\equiv\text{C}$); $1043,51 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{O}$); $611,49 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{H}$ Stretching).

Gambar 4.12, spektrum FTIR Plastik biodegradable dengan komposisi sisik ikan (1,45gr); Ampas ubi kayu (0,55gr); asam asetat (40 ml) dan Giserin (1 ml) menggambarkan pita serapan didaerah bilangan gelombang berturut-turut: $3841,84 \text{ cm}^{-1}$ $3739,07 \text{ cm}^{-1}$; $3398,67 \text{ cm}^{-1}$, (OH -Stretching); $2933,79 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{CH}_3$); $1563,06 \text{ cm}^{-1}$, $1413,32 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}\equiv\text{C}$); $1043,61 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{O}$); $657,77 \text{ cm}^{-1}$ ($\text{C}-\text{H}$ Stretching).

Hasil uji FTIR plastik *biodegradable* menunjukkan bahwa pita serapan pada daerah $3433,29 \text{ cm}^{-1}$ menyatakan adanya

regangan ikatan O-H alkohol dengan intensitas kuat. Banyaknya gugus O-H pada plastik *biodegradable* sangat memungkinkan untuk berikatan dengan air. Pita serapan pada panjang gelombang 3873,06 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi N-H amina sekunder. Pita serapan pada panjang gelombang 2924,09 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C-H alkana dengan intensitas lemah. Gugus senyawa C=C alkena ditunjukkan pada pita serapan dengan panjang gelombang 1635,64 cm^{-1} dengan intensitas cukup kuat. Gugus senyawa NO_2 juga terindikasi ada pada plastik *biodegradable* dengan ditunjukkan adanya vibrasi pada daerah frekuensi 1381,03 cm^{-1} dengan intensitas sangat kecil. Panjang gelombang 1026,13 cm^{-1} menandakan adanya gugus senyawa fungsi C-O ester dengan intensitas cukup kuat. Data tersebut menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terkandung dalam plastik *biodegradable* berbahan dasar kulit singkong adalah O-H, N-H, C-H, C=C, NO_2 dan C-O. Gugus fungsi yang terkandung dalam plastik *biodegradable* merupakan gugus organik sehingga bahan plastik *biodegradable* merupakan bahan yang

ramah lingkungan karena bisa terdegradasi oleh tanah (Indriyanto *et al.*, 2014).

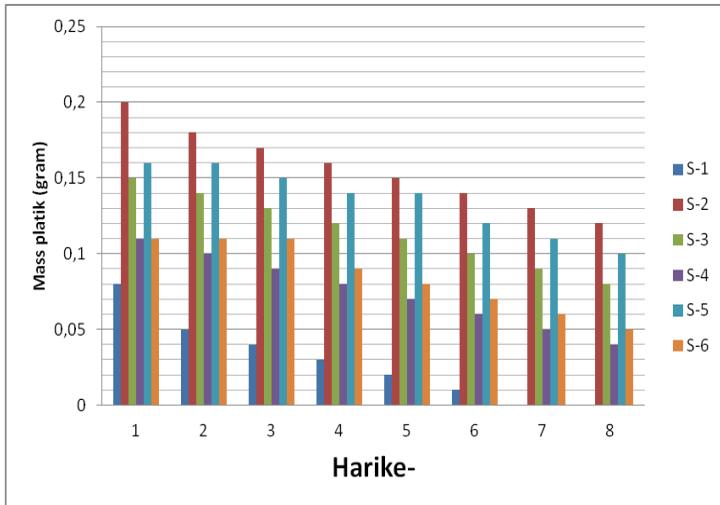
Dari hasil FTIR menunjukkan bahwa proses pembuatan edible film merupakan proses pencampuran secara fisik dengan adanya interaksi hidrogen antar rantai. Ikatan hidrogen ini terjadi ketika sebuah molekul atom O ataupun N yang terdapat dalam kitosan berinteraksi dengan atom H dari amilosa, amilopektin ataupun dari kitosan itu sendiri. Interaksi hidrogen ini juga dapat terjadi antara amilosa maupun amilosa dengan amilopektin. Kitosan dapat meningkatkan sifat mekanik edible film dengan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga edible film menjadi lebih rapat dan kaku. Berdasarkan Gambar 4.7- Gambar 4.12 dapat terlihat bahwa gugus fungsi pada bioplastik merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada masing-masing komponen penyusun bioplastik tersebut. Gugus gabungan tersebut terbentuk akibat adanya proses modifikasi pati yang disebut dengan grafting atau pencangkokan dimana terjadi perubahan letak gugus fungsi, gugus OH- putus dan berganti posisi dengan gugus dari

kitosan dan gliserol. Berdasarkan hal tersebut terlihat dengan jelas bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki gugus yang relatif sama dengan komponen penyusunnya sehingga dapat disimpulkan pula bahwa plastik yang terbentuk masih tetap memiliki sifat hidrofilik seperti komponen penyusunnya. Sifat hidrofilik dari bioplastik ini juga dapat dilihat dari adanya gugus OH- pada bioplastik yang terdapat pada bilangan gelombang 2630,30 cm^{-1} . Selain gugus hidroksida (OH), terdapat juga ester (COOH). Adanya gugus fungsi tersebut menunjukkan film plastik dapat terdegradasi dengan baik ditanah (Teo et al., 2005) dan Weiping (2005)

b. Biodegradasi Sampel Plastik

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui berapa lama film plastik dari pati kulit singkong yang telah dihasilkan dapat terdegradasi di dalam tanah. Metode yang digunakan untuk uji biodegradasi adalah *soil burial test*, yaitu kontak langsung pada tanah dengan mengandalkan faktor penyebab

degradasinya adalah mikroorganisme dan makroorganisme yang ada di dalam tanah. Uji biodegradasi dilakukan selama kurang lebih dua minggu. Sampel 1,2,3,4, 5 dan 6 dikubur pada tanah yang telah ditempatkan pada wadah berukuran 21 cm x 12,5 cm x 8 cm. Tanah diambil dari salah satu lahan di UIN Walisongo. Sampel plastik terlebih dulu dipotong dengan ukuran 3 cm x 2 cm. Seluruh sampel plastik dikubur pada wadah yang berbeda. Tanah yang digunakan sebagai media tanam diambil dari kampus II UIN Walisongo Semarang. Sampel plastik ditimbang untuk mengetahui berat awal plastik sebelum dikubur di dalam tanah. Sampel plastik dicek setiap hari dan ditimbang hingga seluruh sampel plastik terurai secara sempurna di dalam tanah. Hasil pengamatan proses biodegradasi plastik dapat diamati pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Grafik Uji Biodegradasi Plastik

Gambar 4.13 menunjukkan proses biodegradasi plastik selama 8 hari. Pada hari pertama sebelum penanaman, massa sampel plastik ditimbang terlebih dahulu sehingga diperoleh massa sampel plastik sebelum diuji biodegradable didalam tanah. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengetahui presentase biodegradasinya.

Berdasarkan Gambar 4.6 diketahui bahwa sampel 1 terdegradasi secara sempurna pada hari ke-8. Pengamatan hari ke-8 tidak ditemukan sisa-sisa sampel 1 di

dalam tanah. Hal ini menunjukkan presentase biodegradasi sampel 1 adalah 100% pada hari ke-8. Sampel 2-sampel 6 juga mengalami degradasi massa sebanyak 60% dengan sisa massa masing-masing adalah sama yaitu sebesar 0,01 gr. Hal ini menunjukkan semakin tingginya kadar kitosan maka semakin lambat degradasinya, ini karena penyerapan air yang lambat akibat tingginya kadar kitosan. Kitosan yang bersifat hidrofobik menghambat lajupenyerapan air yang memudahkan bakteri untuk membusukkan sampel plastik. Penguraian didalam tanah diawali dengan penyerapan air terlebih dahulu. Pada hari ke-15 persentasi penurunan berat mencapai 30% dari total berat 1 gr. Pada hari ke-45 penurunan berat mencapai 95% dan pada hari ke- 60 plastik biodegradabel sudah terdegradasi seluruhnya. Semakin lambatnya degradasi yang terjadi disebabkan oleh semakin padatnya antar molekul plastik biodegradabel karena penambahan kitosan sehingga penyerapan air berlangsung lambat. Selain itu, bakteri yang berada ditanah akan mendegradasi plastik biodegradable yang mengandung pati (polimer alami) dengan cara memutuskan

rantai polimer menjadi monomer-monomernya melalui enzim yang dihasilkan dari bakteri tersebut (Sanjaya dkk, 2011). Kecepatan degradasi juga dipengaruhi oleh gliserol karena gliserol bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik berfungsi untuk mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel plastik dengan cepat. Menurut standar ASTM 5336 untuk tingkat degradasi 100% dibutuhkan waktu 60 hari untuk plastik biodegradable golongan Polylactid acid (PLA). PLA adalah plastik biodegradable yang berasal dari glukosa yang difermentasi oleh mikroorganisme. Asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi glukosa dapat diperoleh dari tebu, pati, tapioka, kentang maupun biomassa yang mengandung glukosa lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses pembuatan plastik *biodegradable* diawali dengan ekstraksi ampas ubi kayu. Tepung ampas ubi kayu dicampur dengan kitosan, aquades, gliserol dan asam asetat melalui proses pemanasan. Proses pemanasan dilakukan pada suhu ± 90 °C sehingga campuran homogen. Campuran bahan-bahan tersebut kemudian dicetak dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 7-8 jam dan didinginkan pada suhu ruangan selama 6 jam.

2. Penambahan konsentrasi kitosan mengakibatkan plastik yang dihasilkan lebih sukar untuk terurai di dalam tanah. Hal ini diakibatkan karena kitosan bersifat hidrofobik (tidak mudah untuk menyerap air).
3. Gugus O-H pada plasti biodegradable terbentuk akibat adanya proses modifikasi dimana terjadi perubahan letak gugus fungsi, gugus OH- putus dan berganti posisi dengan gugus dari kitosan dan gliserol. Bioplastik yang dihasilkan memiliki gugus yang relatif sama dengan komponen penyusunnya sehingga dapat disimpulkan pula bahwa plastik yang terbentuk masih tetap memiliki sifat hidrofilik seperti komponen penyusunnya. Sifat hidrofilik dari bioplastik ini juga dapat dilihat dari adanya gugus OH- pada bioplastik yang terdapat pada bilangan gelombang 2630,30 cm^{-1} . Selain gugus hidroksida (OH), terdapat juga ester (COOH). Adanya gugus fungsi tersebut menunjukkan film plastik dapat terdegradasi dengan baik ditanah.

B. Saran

1. Plastik *biodegradable* yang dihasilkan masih jauh dari sempurna sehingga perlu adanya penelitian lanjutan untuk memperoleh plastik dengan kualitas yang lebih baik.
2. .

3. Peneliti disarankan untuk menambah jumlah sampel plastik yang dibuat supaya pengaruh konsentrasi kitosan terhadap karakteristik plastik dapat diamati dengan lebih baik.
4. Peneliti disarankan untuk melakukan uji Tarik untuk semua sampel supaya dapat diamati pengaruh penambahan konsentrasi kitosan terhadap gugus fungsi yang terbentuk di dalam plastik.

DAFTAR PUSTAKA

- , “*sintesis*”, dalam <http://id.wikipedia.org/wiki/sintesis>, diakses 7 Desember 2016
- Anggraeni, Fetty, “Aplikasi *Plasticizer* Gliserol pada Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Biji Nangka”, *Skripsi* (Semarang: Program Studi Kimia Universitas Negeri Semarang, 2013), hlm 5
- Angraini, Tria. 2014. *Pemanfaatan Campuran Limbah Ampas Tebu dan Limbah Ampas Singkong Menjadi Etanol dengan Variasi Komposisi*. Politeknik Negeri Semarang: Teknik Kimia
- Argo Khoirul Anas, dkk., “Pengaruh Variasi Massa Umbi Ganyong (*Canna Edulis*) pada Pembuatan Dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Umbi Ganyong”, Yogyakarta: Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.
- Arum Septiosari, Dkk.,” Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol”, (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 3 Februari 2014), hlm.161
- Badan Pusat Statistik. 2011. *Proyeksi Penduduk Menurut Provinsi 2010-2035*.

(www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1274).

Diakses pada 4 Maret 2016 pukul 18:55 WIB

- Betty Ika Hidayah, dkk., “Pembuatan Biodegradable Film Dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus Hetrophyllus*) Dengan Penambahan Kitosan”, seminar nasional tehnik kimia “kejuangan”: Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia, Yogyakarta: UPN Veteran, 18 Maret 2015.
- Bintang, Maria, *Biokimia Tehnik Penilaian*, Jakarta: Erlangga, 2010
- Careda, M.P., et., al. 2007. *Characterization of Edible Films of Cassava Strach by Electron Microscopy*. Braz, Journal Food Technology page: 91-95.
- Cowd, M.A., *kimia polimer*, Bandung: ITB, 1991.
- Durmus, A., Woo, M., Kasgos, A. Christopher, W.M and Tsapatsis, M., 2007. Intercalated Linier Low Density Polyethylene (LLDPE/clay) Nanocomposites Prepared With Oxidized Polyethylene as a New type Compatibilizer, Structural, Mechanical and Barrier Properties. *European Polymer Journal* 43 : 3737-3749.
- Darni, Yuli, dan Umi Fathonah, “Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Campuran Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas*) Dan Selulosa Residu Rumput Laut (*Eucheuma Spinossium*) Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer”, Seminar Nasional Hasil Riset dan Srandarisasi Industri: Hasil Riset Dan

- Standarisasi Industri Berbasis Agro Serta Implementasinya, Aceh: Balai Riset Dan Standarisasi Industri Aceh, 14-16 Nopember 2011.
- Departemen Pendidikan Nasional, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, Jakarta : Balai Pustaka, 1991.
- Dian Puspita, Ajeng, “Pembuatan dan Karakterisasi Struktur Mikro dan Sifat Termal Film Plastik Berbahan Dasar Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*)”, skripsi (Semarang :Program Studi Fisika Universitas Negeri Semarang, 2013), hlm. 32-33
- Hari Amanto , dan Daryanto, *Ilmu Bahan*, Jakarta: Bumi Aksara, 1999.
- Indriana Sari, ita dan suparti., *Pemanfaatan Tepung Kulit Singkong (Manihot Utilissima) untuk Pembuatan Plastik Ramah Lingkungan (Biodegradable) dengan Penambahan Gliserol dari Minyak Jelantah*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta: 2015.
- Irfan Indriyanto, Dkk.,” Karakteristik Plastic Biodegradable Pektin Lidah Buaya”, (Semarang: Universitas Negeri Semarang, 3 Februari 2014), hlm.172
- Keluarga Mahasiswa Akademi Gizi (KMAG). 1998. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Yogyakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Kevin, D.O.J., 2004. A Guide to Identifying C o m n u c e I n o r g a n i c F i l l e r a n d A c t i v a t o r s u s i n g

- Vibrational Spectroscopy The Internet Journal of Vibration Spectroscopy Vol 2/edition 3.
- Malcom P. Stevens, *Kimia Polimer (terjemahan)*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.
- Martinus, Surawan, *Kamus Kata Serapan*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2001.
- Muhammad Hendra S. Ginting, dkk.,” Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati Terhadap Sifat Kekuatan Tarik dan Pemanjangan pada saat Putus Bioplastik Pati Umbi Talas”, Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta, 12 November 2014.
- Nurseha, Danny, “Pengaruh Penambahan *Plasticizer* Sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong”, *Skripsi* (Yogyakarta:Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga, 2012), hlm. 1-2
- Pamilia Coniwanti, dkk.,” *Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol*”, *Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 20, No. 4, Desember/2014), hlm.26
- Peacock, A.J., 2000. *Hand Book Of Polyethylene, Structures, Properties and Applications* marcel Dekker. Inc.
- Rahayu, Sugi dkk. 2009. *Pemanfaatan Daur Ulang Limbah Plastik dan Logam sebagai Sumber Pembuatan Peraga Pendidikan Inovatif dalam Rangka Peningkatan Pendapatan Masyarakat*

- Pemulung di Desa Jatisarone Kulonprogo*. UNY: FMIPA.
- Ramadhani, Mutia, “*LIPI Garap Sampah Plastik*”, <http://lipi.go.id/lipimedia/single/LIPI-Garap-Sampah-Plastik/15162>, diakses 7 April 2016.
- Rasyidi Fachry dan Adhestya Sartika. 2012. *Pemanfaatan Limbah Kulit Udang dan Limbah Kulit Ari Singkong Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Vol. 18, No.03, Edisi Agustus 2012, Hal. 1-9.
- Sanjaya dkk. 2011. *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS: Laboratorium Pengolahan Limbah Industri.
- Santoso, eko dkk. 2011. Analisis Termal Gravimetri untuk Film Paduan Gelatin Kulit Ikan Pari (*Himanturra gerrardi*) dan Kitosan Cangkang Udang Windu (*Peneaeus monodon*). ITS: Jurusan Kimia FMIPA
- Setiani, Wini, dkk., “Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan”, valensi, (vol.3, no. 2, november/2013), hlm. 101.
- Siswono. 2008. *Jaringan Informasi pangan dan Gizi*, volume XIV. Ditjen Bina Gizi Masyarakat. Jakarta.

- Sugiyono, *metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta, 2012.
- Sulusi Prabawati, dkk., *Inovasi Pengolahan Singkong, Meningkatkan Pendapatan dan Diversifikasi Pangan*, Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011.
- Suptijah P, Salamah E, Sumaryanto H, Purwaningsih S, Santoso J. 1992. *Pengaruh Berbagai Metode Isolasi Khitin Kulit Udang Terhadap Mutunya*. Laporan Akhir Hasil Penelitian Dibiayai oleh Program Operasi dan Perawatan Fasilitas (OPF)-IPB 1991/1992. Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Teo, G; Suzuki, Y; Dejong, TM; Dandekar, AM 2006. "Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (49): 18842–7.
- Tim Pengelola Website Kemenperin. 2012. *Daftar Perindustrian di Indonesia*. (www.kemenperin.go.id). Diakses pada 9 Juni 2015 pukul 13:24 WIB.
- Tim Penyusun, *Pedoman Praktikum Gelombang* Semarang: Laboratorium Fisika-Pendidikan Fisika UIN Walisongo, 2015
- Weiping, Ban et al. 2005. Improving The Physical and Chemical Functionally of Starch – Derived Films

- With Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science* 2006, Vol. 100. United States
- YC Danarto, dkk., "Pemanfaatan Tanin dari Kulit Kayu Bakau sebagai Pengganti Gugus Fenol pada Resin Fenol Formaldehid", *Paper* (Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, 2011), hlm. 2
- Yogaswari, V. 2009. *Karakterisasi Kimia dan Fisik Sisik Ikan Gurami*. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Young & Freedman, *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh*, Jakarta: Erlangga, 2000
- Yunita Dwi Hartik, dkk, *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradable Bioplastik*, Malang: Universitas Brawijaya, 2013.

Lampiran 1: Hasil Uji FTIR

Report

Filename

Hamdan Hadi sampel 2_1

Analyst

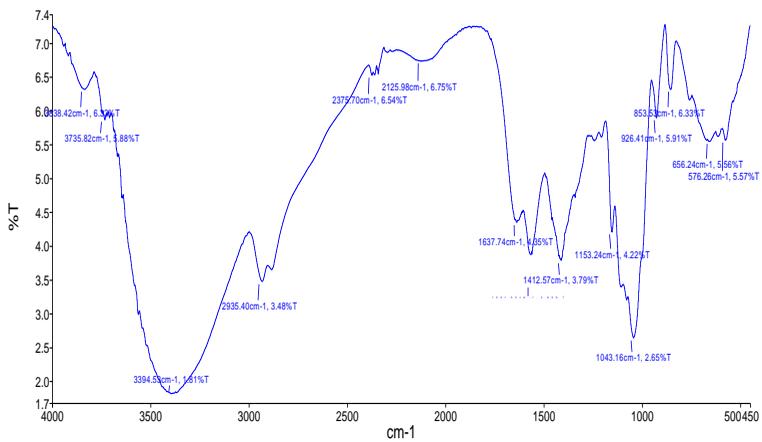
Administrator

Description

Sample 2 By Administrator Date

Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
15	576.26	5.57
14	656.24	5.56
13	853.53	6.33
12	926.41	5.91
11	1043.16	2.65
10	1153.24	4.22
9	1412.57	3.79
8	1567.55	3.88
7	1637.74	4.35
6	2125.98	6.75
5	2375.7	6.54
4	2935.4	3.48
3	3394.53	1.81
2	3735.82	5.88
1	3838.42	6.33



Lampiran 2

Report

Filename

D:\Data FTIR\Spectra FTIR
\Hamdan Hadi Sampel 7_1.sp

Analyst

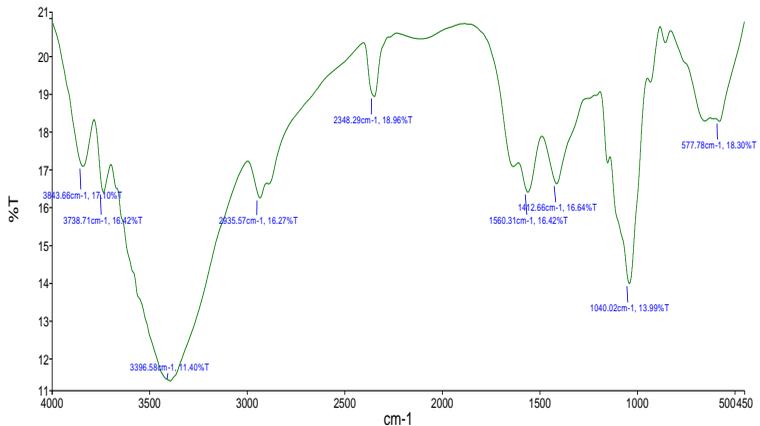
Administrator

Description

Sample 7 By Administrator

Date Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
9	577.78	18.3
8	1040.02	13.99
7	1412.66	16.64
6	1560.31	16.42
5	2348.29	18.96
4	2935.57	16.27
3	3396.58	11.4
2	3738.71	16.42
1	3843.66	17.1



Lampiran 3

Report

Filename

Hamdan Hadi Sampel 8_1

Analyst

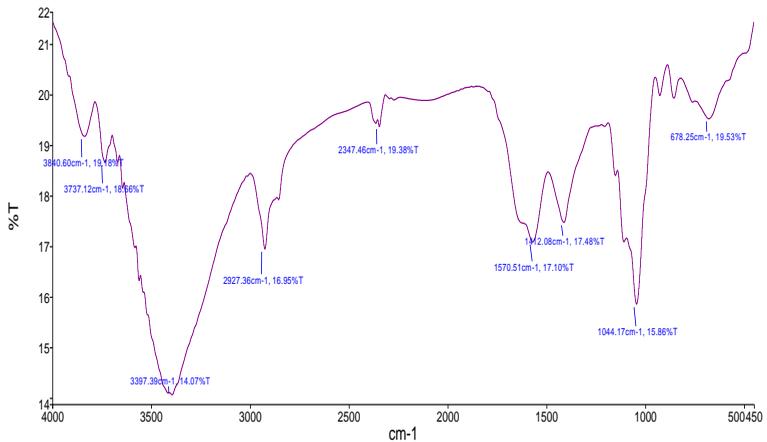
Administrator

Description

Sample 8 By Administrator

Date Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
9	678.25	19.53
8	1044.17	15.86
7	1412.08	17.48
6	1570.51	17.1
5	2347.46	19.38
4	2927.36	16.95
3	3397.39	14.07
2	3737.12	18.66
1	3840.6	19.18



Lampiran 3

Report

Filename

Hamdan Hadi Sampel 12_1

Analyst

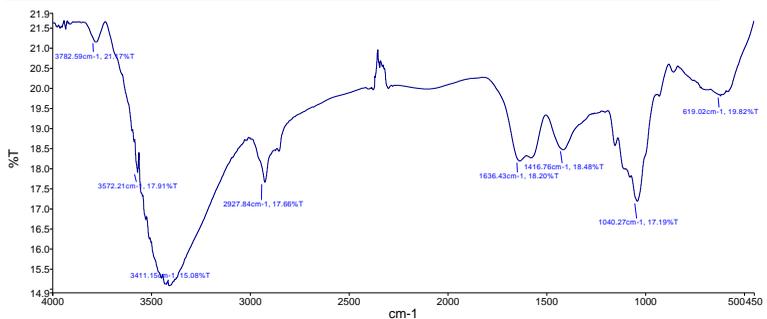
Administrator

Description

Sample 12 By Administrator

Date Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
8	619.02	19.82
7	1040.27	17.19
6	1416.76	18.48
5	1636.43	18.2
4	2927.84	17.66
3	3411.15	15.08
2	3572.21	17.91
1	3782.59	21.17



Lampiran 4

Report

Filename

Hamdan Hadi Sampel 13_1

Analyst

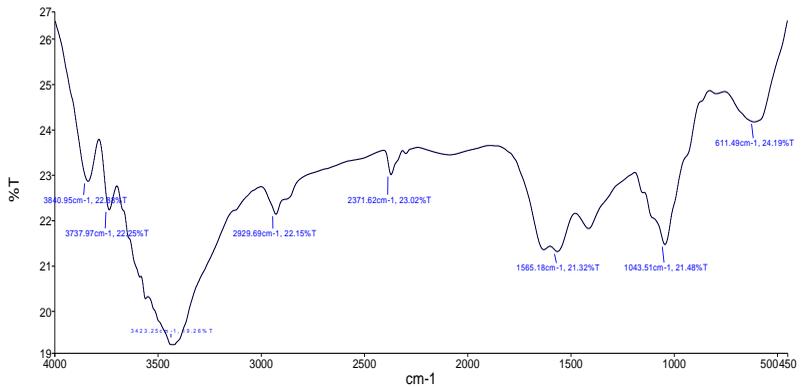
Administrator

Description

Sample 13 By Administrator

Date Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
8	611.49	24.19
7	1043.51	21.48
6	1565.18	21.32
5	2371.62	23.02
4	2929.69	22.15
3	3423.25	19.26
2	3737.97	22.25
1	3840.95	22.88



Lampiran 5

Report

Filename

Hamdan Hadi Sampel 14_1

Analyst

Administrator

Description

Sample 14 By Administrator

Date Wednesday, November 01 2017

PeakName	X	Y
8	657.77	20.23
7	1043.61	16.51
6	1413.32	18.34
5	1563.06	18.01
4	2933.79	18.47
3	3398.67	14.61
2	3739.07	18.94
1	3841.84	19.37

