

LAPORAN PENELITIAN



**PEMANFAATAN LIMBAH PADAT DAN CAIR TAPIOKA SEBAGAI
BAHAN BAKU PLASTIK MUDAH TERURAI (*BIODEGRADABLE*)**

Oleh:

**Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes., M.M**

**NPP. 18101209
NPP. 19011234**

**FAKULTAS KESEHATAN
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SURABAYA
2019**

HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN

- 1 Judul Penelitian : Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (*Biodegradable*)
- 2 Nama Mitra : Poltekkes Kemenkes Surabaya
- 3 Ketua Tim Pengusul
 - a. Nama : Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
 - b. NPP : 18101209
 - c. Jabatan/Golongan : -
 - d. Program Studi : S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat
 - e. Perguruan Tinggi : Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya
 - f. Bidang Keahlian : Kesehatan Lingkungan
 - g. Alamat Email : edzaaria@unusa.ac.id
- 4 Anggota Tim Pengusul : Dosen 1 orang
 - a. Nama Anggota I/ Bidang Keahlian : Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M Kesehatan Lingkungan
- 5 Jumlah Mahasiswa yang Terlibat : 3 Orang
- 6 Lokasi Kegiatan/Mitra :
 - a. Wilayah Mitra (Desa/Kecamatan) : Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jalan Pucang Jajar Tengah No.56, Kertajaya, Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur 60282.
 - b. Kabupaten/Kota : Kota Surabaya
 - c. Provinsi : Jawa Timur
 - d. Jarak PT ke Lokasi : 6,1 KM
- 7 Luaran yang dihasilkan : Publikasi
- 8 Jangka Waktu Kegiatan : 3 Bulan
- 9 Biaya Keseluruhan : Rp. 5.000.000
 - a. UNUSA : Rp. 5.000.000
 - b. Sumber lain : -

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan

UNUSA
FAKULTAS KESEHATAN
Prof. S.P. Edijanto, dr., Sp.PK(K)
NPP. 1307926

Surabaya, 28 Juni 2019
Ketua Tim Pengusul


Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
NPP. 18101209

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat


UNUSA
L.PPM
Dr. Istas Pratomo, S.T., M.T.
NPP. 16081074

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

1. **Judul Penelitian:**

Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)

2. **Tim Pelaksana**

No.	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Asal Prodi/ Fakultas	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1	<i>Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL</i>	<i>Ketua</i>	<i>Kesehatan Lingkungan</i>	<i>SI IKM</i>	<i>3 jam</i>
2	<i>Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M</i>	<i>Anggota</i>	<i>Kesehatan Lingkungan</i>	<i>SI IKM</i>	<i>3 jam</i>

3. **Objek (khalayak sasaran) Penelitian:**

Penelitian yang akan dilakukan adalah melakukan pemanfaatan limbah cair dan padat tapioka sebagai bahan baku plastik mudah terurai (biodegradable).

4. **Masa Pelaksanaan:**

Mulai : bulan April Tahun 2019
Berakhir : bulan Juni Tahun 2019

5. **Usulan Biaya yang diajukan ke UNUSA:**

Rp. 5.000.000,-

6. **Lokasi Penelitian:**

Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jalan Pucang Jajar Tengah No.56, Kertajaya, Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur 60282.

7. **Permasalahan yang ditemukan dan solusi yang ditawarkan:**

Permasalahan: Limbah padat dan cair dalam pembuatan tapioka yang selama ini belum ada pengolahan dan pemanfaatan dengan baik sehingga mengakibatkan pencemaran pada tanah dan badan air.

Solusi: Perlunya pemanfaatan limbah cair dan padat bernilai ekonomis sesuai dengan konsep circular economic.

8. **Rencana luaran yang dihasilkan:**

Publikasi dan Orasi Ilmiah

RINGKASAN PENELITIAN

Membuat plastik yang mudah terurai (Biodegradable) atau bioplastik dari limbah padat tapioka dan uji kemampuannya, data jumlah limbah tapioka pada tahun 2016 adalah 18.987.891 ton. Penelitian ini memanfaatkan limbah padat tapioka yang didapatkan dari sisa produksi UD. HH yang berada di wilayah Kecamatan Pesantren Kota Kediri untuk dijadikan plastik yang mudah terurai (Biodegradable) atau bioplastik. Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan dilanjutkan mencampurkan natrium asetat (PA) ke dalam larutan asam asetat (PA). Pemanasan bahan (limbah tapioka yaitu ampas, cair dan pati tapioka sebagai kontrol) dengan pelarut kemudian dikeringkan. dengan prosentase 100% , 50% : 50% , 100% , 50% : 50%. Atau sama sebanding dengan 7,5gr : 0gr, 3,25gr : 3,25gr , 0gr : 7,5gr , 3,25gr : 3,25gr. Dilakukan pengujian dengan uji mekanik berupa uji tarik dan uji elongasi, Uji gugus Fungsi dengan FTIR dan Uji Biodegradabilitas. Dari hasil pengujian dilihat treatment mana yang paling baik hasilnya maka sampel tersebut dapat digunakan sebagai bahan penelitian pembuatan bioplastik. Hasil pengujian FTIR pada semua sampel adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C-O, =C-H. Plastik yang dihasilkan dari limbah tapioka (cair dan padat) maupun yang divariasikan dengan tapioka didapatkan hasil dengan kuat tarik 2,78 – 4,41 Mpa dan elongasi 8,27 – 14,27 %. Limbah padat tapioka dengan campuran tapioka lebih cepat mengalami degradasi dengan persentase degradabilitas sebesar 29,99 % dibandingkan dengan plastik dari bahan lain masing-masing sebesar 0,26 % (sampel 3), 21,19% (sampel 2) dan 14,61% (sampel 1).

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN	ii
IDENTITAS DAN URAIAN UMUM.....	iii
RINGKASAN PROPOSAL.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Target Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Plastik.....	5
2.1.1 Definisi.....	5
2.1.2 Plastik konvensional	6
2.1.3 Plastik mudah terurai (<i>biodegradable</i>)	6
2.1.4 Bahan baku <i>edible film</i>	7
2.1.5 Jenis plastik <i>biodegradable</i>	8
2.2 Singkong	11
2.2.1 Klasifikasi ilmiah singkong	11
2.2.2 Tepung tapioka	12
2.2.3 Limbah ampas tapioka	13
2.3 Pembuatan Plastik	19
2.4 Karakteristik Plastik	19
2.4.1 Analisa kimia fisika	19
2.4.2 Uji sifat mekanik.....	20
2.4.3 Uji biodegradabilitas	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Rancangan Penelitian	25
3.2 Kerangka Penelitian	25
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.4 Variabel dan Definisi Operasional Variabel	27
3.4.1 Variabel.....	27
3.4.2 Definisi operasional variabel	28
3.5 Populasi dan Penentuan Sampel.....	29
3.6 Metode Pengumpulan Data	29
3.6.1 Bahan dan alat pembuatan bioplastik	29
3.6.2 Prosedur penelitian	30
3.7 Metode Analisis Data	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Plastik Hasil Penelitian	34
4.2 Hasil Uji FT-IR	36

4.3 Hasil Uji Mekanik	37
4.4 Hasil <i>Biodegradable</i>	40
BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	42
5.1 Hasil yang Dicapai	42
5.2 Luaran yang Dicapai	42
BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	43
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	44
7.1 Hasil yang Dicapai	44
7.2 Luaran yang Dicapai	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Rencana Target Capaian Luaran	4
Tabel 2.1	Sifat Mekanik Beberapa Polimer	6
Tabel 2.2	Kemungkinan Penggunaan Edible Film dan Coating	8
Tabel 2.3	Produksi Tanaman Singkong Indonesia.....	12
Tabel 2.4	Kandungan Gizi Singkong Per 100 gram	12
Tabel 2.5	Komposisi Kandungan Pati pada Bahan Pangan	13
Tabel 2.6	Kandungan Nutrisi Ampas Singkong (onggok).....	14
Tabel 2.7	Kandungan Nutrisi Ampas Singkong (onggok).....	14
Tabel 3.1	Definisi Operasional.....	28
Tabel 3.2	Massa Limbah Padat dan Cair Tapioka	31
Tabel 4.1	Uji FT-IR.....	36
Tabel 4.2	Data Hasil Uji Kuat Tarik dan Elongasi	37
Tabel 4.3	Data Hasil Uji <i>Biodegradable</i>	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plastik <i>Biodegradable</i> dari poliester alifatik.....	6
Gambar 2.2 Singkong	11
Gambar 2.3 Pohon Singkong	11
Gambar 2.4 Ampas tapioka.....	13
Gambar 2.5 Skema Proses Pengolahan Tapioka.....	17
Gambar 2.6 Neraca Massa Proses Pengolahan Limbah Tapioka.....	18
Gambar 2.7 Skema Alat Spektrometer FTIR.....	20
Gambar 2.8 Perpatahan (a) rapuh; (b) ulet.....	22
Gambar 2.9 Dimensi Uji Kuat Tarik dan Elongasi	23
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	25
Gambar 4.1 Proses Pelepasan Plastik dari Cetakan	34
Gambar 4.2 Limbah Padat Tapioka (Sampel 1).....	34
Gambar 4.3 Limbah Cair Tapioka dan Limbah Padat Tapioka (Sampel 2).....	35
Gambar 4.4 Limbah Cair Tapioka (Sampel 3).....	35
Gambar 4.5 Tapioka dan Limbah Padat Tapioka (Sampel 4).....	35
Gambar 4.6 Grafik Kuat Tarik Sampel Uji Terhadap Jenis Sampel.....	37
Gambar 4.7 Grafik Elongasi Sampel Uji Terhadap Jenis Sampel	38
Gambar 4.8 Grafik Persentase Degradibilitas Sampel Plastik	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Biodata Ketua dan Anggota Tim Pengusul	49
Lampiran 2 Surat Pengusulan Penelitian	55
Lampiran 3 Surat Pernyataan Ketua Pelaksana	56
Lampiran 4 Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas	57
Lampiran 5 Surat Tugas	58
Lampiran 6 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	59
Lampiran 7 Daftar Hadir Seminar Hasil Penelitian	60
Lampiran 8 Dokumentasi Penelitian	61
Lampiran 9 Hasil Pemeriksaan Laboratorium	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, kehidupan sebagian besar masyarakatnya ditopang oleh hasil-hasil pertanian dan pembangunan disegala bidang industri jasa maupun industri pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi. Proses pembangunan mendorong tumbuhnya industri yang berbahan baku hasil pertanian. Perkembangan industri banyak mendatangkan keuntungan bagi masyarakat maupun pemerintah (Purwanti, 2009 : 1).

Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat. Akan tetapi, selain memberikan dampak yang positif ternyata perkembangan disektor industri juga memberikan dampak yang negatif berupa limbah industri yang bila tidak dikelola dengan baik dan benar akan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, pencemaran tersebut akan merusak keseimbangan sumber daya alam, kelestarian dan daya dukung lingkungan, sehingga pembangunan yang berwawasan lingkungan tidak tercapai (Cesaria. dkk, 2014).

Di Kecamatan Pesantren Kota Kediri terdapat beberapa industri pengolahan tepung tapioka yang salah satunya diproduksi oleh UD. HH. Berdasarkan wawancara dengan pemilik UD. HH bahwa dalam pembuatan tepung tapioka dengan produksi 1 ton perhari menghasilkan limbah padat sebesar 750 kg atau 75 % dari total bahan baku yang digunakan. Dari data penelitian yang dilakukan Doni (2015), diketahui bahwa produksi tapioka Indonesia mencapai 17.177.249 ton pada tahun 2013 dan 12.987.891 ton pada tahun 2014 (terjadi peningkatan sebesar 5 % pertahun). Dengan pesatnya perkembangan industri tapioka, maka semakin besar pula debit limbah yang dihasilkan. Limbah dari hasil pengolahan yang berupa limbah padat serta cair dapat menimbulkan pencemaran yang berdampak negatif bagi kesehatan. Pada umumnya sebagian besar orang mengatakan bahwa limbah atau sampah sama sekali tidak berguna dan harus dibuang.

Limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang karena mengandung bahan pencemaran yang mengakibatkan pencemaran pada lingkungan. Limbah diolah dengan tujuan untuk meminimalisir bahan-bahan berbahaya dan beracun yang terkandung di dalam limbah (Kristanto, 2002: 179-180).

Plastik adalah salah satu benda yang tidak dapat dilepaskan dari kehidupan masyarakat sehari – hari. Intensitas penggunaan plastik sebagai kemasan semakin meningkat karena plastik memiliki keistimewaan tersendiri sebagai bahan kemasan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya keunggulan plastik, yaitu tidak mudah pecah, jauh lebih ringan dibandingkan bahan kemasan lain, dan mudah dibentuk (lembaran, kantong, atau sesuai desain yang diinginkan) (Normiyanti, 2011).

Riset yang dilakukan oleh PT. Lion Superindo (2008) menyatakan bahwa dalam periode satu tahun jika dijumlah maka penggunaan kantong plastik masyarakat di dunia sebesar 500 juta sampai 1 miliar kantong. Jika sampah – sampah ini dibentangkan maka dapat membungkus permukaan bumi hingga 10 kali lipat (Adiwijaya, 2011). Menurut hasil survei dalam sehari konsumen di Indonesia membawa minimal lima kantong plastik untuk membawa beragam barang belanjaan. Hal ini juga dilakukan oleh masyarakat dunia.

Berdasarkan penelitian rata – rata setiap keluarga menggunakan 1.460 plastik per tahun dan kurang dari 1% plastik dapat dihancurkan. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan bahwa setiap individu menghasilkan rata – rata 0,8 kilogram sampah per hari. Sebanyak 15 persennya adalah plastik (Ubed dan Indah, 2010).

Menurut survei yang dilakukan oleh Komisi Lingkungan Hidup pada 10 kota besar di Indonesia, sebelum tahun 2000 terdapat komposisi sampah organik dan sampah bukan organik adalah 30% berbanding 70%, sedangkan komposisi sampah non-organic termasuk sampah plastik meningkat menjadi 35%.

Sampah plastik tergolong sampah bukan organik yang sangat berbahaya bagi lingkungan karena sulit dan membutuhkan waktu serta proses yang lama yaitu 1.000 tahun untuk dapat diuraikan secara alami di tanah dan 450 tahun untuk terurai di air. Oleh karena itu dilakukan teknologi pengolahan sampah plastik seperti daur ulang dan pengembangan bahan plastik baru yang dapat hancur dan

terurai dalam lingkungan yang lebih dikenal sebagai plastik biodegradable (Adiwijaya, 2011).

Menurut Latief (2001), Prospek pengembangan biopolimer untuk bahan kemasan plastik di Indonesia sangat potensial. Hal ini didukung oleh adanya sumber daya alam, khususnya hasil pertanian yang melimpah dan dapat diperoleh sepanjang tahun.

Penelitian yang telah dilakukan dalam pembuatan plastik adalah plastik berbahan dasar pati singkong, pati ubi jalar, pati kentang, ganggang, dan kentang. Sedangkan yang memanfaatkan dari limbah adalah eceng gondok, tongkol jagung, khitosan, dan kulit jeruk sebagai bahan aditif.

Pemanfaatan limbah dalam pembuatan plastik yang mudah terurai sangat besar karena hasil produksi limbah di Indonesia sangat besar. Contohnya limbah padat tapioka, industri tepung tapioka baik skala industri maupun skala kecil (rumah tangga) dari bahan baku singkong menghasilkan limbah sekitar 2/3 bagian atau 75% dari bahan mentahnya (Retnowati dan Sutanti, 2009). Limbah tersebut berupa limbah padat atau yang sering disebut onggok (ampas tapioka) dan limbah cair.

Onggok dan limbah cair tapioka dapat menjadi sumber pencemaran bagi lingkungan terutama di wilayah produksi apabila tidak ditangani dengan baik. Besarnya limbah yang dihasilkan lebih menguntungkan dimanfaatkan menjadi produk yang lebih berguna. Selama ini penanganan limbah padat dan cair tapioka dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan industri obat nyamuk, industri asam sitrat, pakan ternak, dan bioethanol.

Kandungan sisa pati dan selulosa yang terdapat pada limbah padat dan cair tapioka masih potensial untuk dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah padat tapioka menjadi plastik yang mudah terurai merupakan suatu cara alternatif penanganan limbah secara efektif karena dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan apakah limbah tapioka yang masih mengandung pati dan selulosa yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik yang mudah terurai (*Biodegradable*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat plastik yang mudah terurai (*Biodegradable*) dari limbah padat dan cair tapioka serta melakukan uji kemampuan terhadap plastik tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan alternatif plastik yang mudah terurai dengan memanfaatkan limbah tapioka padat dan cair.

1.5 Target Luaran

Rencana target luaran yang akan dicapai dari kegiatan program penelitian tentang “*Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)*” dapat diamati dari tabel berikut ini.

Tabel 1.1 Rencana Target Capaian Luaran

No	Jenis Luaran	Indikator Capaian	
1	Publikasi ilmiah di jurnal/ prosiding	<i>Published</i>	
2	Publikasi pada media massa (cetak/ elektronik)	Tidak ada	
3	Hasil pemikiran yang tidak dipublikasi tapi tersimpan di perpustakaan.	Ada	
4	Pemakalah dalam pertemuan ilmiah	Nasional	Tidak ada
		Lokal	Tidak ada
5	Buku ajar	Tidak ada	
6	Luaran lainnya jika ada (teknologi tepat guna, Model/purwarupa/desain/karya seni/rekayasa sosial)	Tidak ada	
7	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)	Tidak ada	
8	Hak kekayaan intelektual (paten, paten sederhana, hak cipta, merek dagang, rahasia dagang, desain produk industri, perlindungan varietas tanaman, perlindungan topografi)	Tidak ada	
9	Peningkatan ketentraman /kesehatan masyarakat (mitra masyarakat umum)	Tidak ada	

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

2.1.1 Definisi

Plastik merupakan polimer rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk unit molekul berulang atau monomer. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon dengan oksigen, nitrogen, klor, atau belerang.

Plastik dibuat dengan cara polimerisasi yaitu menyusun dan membentuk secara sambung – menyambung bahan-bahan dasar plastik yang disebut monomer. Di samping bahan dasar monomer, di dalam plastik juga terdapat zat non-plastik yang disebut aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Bahan aditif tersebut berupa zat-zat dengan berat molekul rendah yang dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar ultraviolet, antilengket, dan lainnya (Rezki, Ratnawulan dan Darvina, 2016).

Sifat plastik pada dasarnya adalah antara serat dan elastomer. Jenis plastik dan penggunaannya sangat luas. Plastik yang banyak digunakan berupa lempeng, lembaran dan film. Ditinjau dari penggunaannya plastik digolongkan menjadi dua yaitu plastik keperluan umum dan plastik untuk bahan konstruksi (*engineering plastics*).

Plastik mempunyai berbagai sifat yang menguntungkan, yaitu :

- a. Kuat namun ringan dan fleksibel/plastis.
- b. Secara kimia stabil (tidak bereaksi dengan udara, air, asam, alkali dan berbagai zat kimia lain).
- c. Merupakan isolator listrik yang baik.
- d. Mudah dibentuk, khususnya dipanaskan.
- e. Biasanya transparan dan jernih.
- f. Dapat diwarnai.
- g. Dapat dijahit.
- h. Harganya relatif murah.

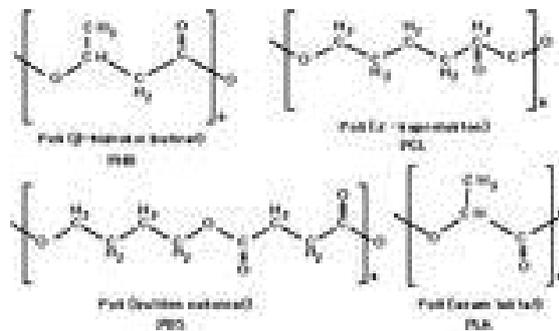
Beberapa contoh plastik yang banyak digunakan antara lain polietilen, polivinil klorida, polipropilen, polistiren, polimetil pentena, politetrafluoro etilen atau teflon.

2.1.2 Plastik konvensional

Plastik konvensional adalah plastik yang berbahan dasar minyak bumi, petroleum, gas bumi, atau batu bara. Plastik konvensional memiliki waktu yang sangat lama untuk diuraikan. Namun saat ini plastik konvensional dapat didaur ulang menjadi produk lain.

2.1.3 Plastik mudah terurai (*biodegradable*)

Plastik *biodegradable* terbuat dari material yang dapat diperbaharui yaitu dari senyawa - senyawa yang terdapat pada tumbuhan dan hewan. Plastik *biodegradable* memiliki waktu urai lebih cepat dari plastik konvensional karena terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan.



Gambar 2.1 Plastik *Biodegradable* dari poliester alifatik (Fahrudin dan Haedar Nur, 2014)

Tabel 2.1 Sifat Mekanik Beberapa Polimer

Polimer	Kuat Tarik (kgf/cm ²)	Elongasi (%)
PP*	24,7 – 302	21 – 220
Edibel Plastik**	27,01 – 217,7	2,55 – 62,89

Sumber : * : Darni,dkk, 2009 dan ** : Pujiastuti dan Supeni, 2005 dalam Denia, 2011

2.1.4 Bahan baku *edible film*

Komponen penyusun edible film dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu, hidrokoloid, lipida, dan komposit.

a. Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah protein atau karbohidrat. Film yang dibentuk dari karbohidrat dapat berupa pati, gum (alginate, pektin, dan gum arab), dan pati yang dimodifikasi secara kimia. Pembentukan film berbahan dasar protein antara lain dapat menggunakan gelatin, kasein, protein kedelai, protein whey, gluten gandum, dan protein jagung (Donhowe dan Fennema, 1994).

b. Lipida

Film yang berasal dari lipida sering digunakan sebagai penghambat uap air atau bahan pelapis untuk meningkatkan kilap pada produk – produk kembang gula. Film yang terbuat dari lemak murni sangat terbatas dikarenakan menghasilkan kekuatan struktur film yang kurang baik (Donhowe dan Fennema, 1994).

Karakteristik film yang dibentuk oleh lemak tergantung pada berat molekul dari fase hidrofilik dan fase hidrofobik, rantai cabang, dan polaritas. Lipida yang sering digunakan sebagai edible film antara lain lilin (wax) seperti paraffin, canauba, asam lemak, monogliserida, dan resin (Lee dan Wan, 2006).

Alasan lipida ditambahkan dalam edible film adalah untuk memberikan sifat hidrofobik (Hernandez, 1994 dalam Krochta et. al., 1994).

c. Komposit

Komposit film terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi komposit film dapat dalam lapisan satu – satu (*bilayer*), satu lapis merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan film. Gabungan dari hidrokoloid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida

dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan (Donhowe dan Fennema, 1994).

Tabel 2.2 Kemungkinan Penggunaan Edible Film dan Coating

	Penggunaan	Jenis film yang sesuai
1.	Menghambat penyerapan uap	Lipida, Komposit
2.	Menghambat penyerapan gas	Hidrokoloid, Lipida, atau
3.	Menghambat penyerapan minyak dan lemak	Komposit Hidrokoloid
4.	Menghambat penyerapan zat-zat terlarut	Hidrokoloid, Lipida, atau Komposit
5.	Meningkatkan kekuatan struktur atau memberikan kemudahan penanganan	Hidrokoloid, Lipida, atau Komposit
6.	Menahan zat-zat volatile	Hidrokoloid, Lipida, atau
7.	Pembawa bahan tambahan makanan	Komposit Hidrokoloid, Lipida, atau Komposit

Sumber : Donhowe dan Fennema, 1994.

2.1.5 Jenis plastik *biodegradable*

a. Menurut Latief (2001)

Ada tiga kelompok biopolymer yang menjadi bahan dasar dalam pembuatan film kemasan *biodegradable*, yaitu :

1) Campuran biopolymer dengan polimer sintetis

Film dibuat dari campuran granula pati (5 – 20 %) dan polimer sintetis serta bahan tambahan (prooksidan dan autooksidan) yang memiliki nilai biodegradabilitas rendah dan biofragmentasi sangat terbatas.

2) Polimer mikrobiologi (polyester)

Biopolimer ini dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus *Alcaligenes*. Biopolimer

jenis ini diantaranya *polihidroksi butirat* (PHB), *polihidroksi valerat* (PHV), *asam polilaktat* (polylactic acid) dan asam poliglikolat (polyglycolic acid). Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga. Namun proses produksi bahan dasarnya yang rumit mengakibatkan harga kemasan biodegradable ini relatif mahal.

3) Polimer pertanian

Biopolimer ini tidak dicampur dengan bahan sintetis dan diperoleh secara murni dari hasil pertanian. Polimer pertanian ini diantaranya cellulose (bagian dari dinding sel tanaman), cellophan, celluloseacetat, chitin (pada kulit Crustaceae), pullulan (hasil fermentasi pati oleh *Pullularia pullulans*). Polimer hasil pertanian mempunyai sifat termoplastik, sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Keunggulan polimer jenis ini adalah tersedia sepanjang tahun (renewable) dan mudah hancur secara alami (biodegradable). Beberapa polimer pertanian yang potensial untuk dikembangkan adalah pati gandum, pati jagung, kentang, casein, zein, konsentrat whey dan soy protein.

b. Menurut Fahrudin dan Haedar Nur (2014)

1) *Poli e-kaprolakton* (PCL)

Poli e-kaprolakton adalah polimer hasil sintesa kimia menggunakan bahan baku minyak bumi. PCL mempunyai sifat biodegradabilitas yang tinggi, dapat dihidrolisa oleh enzim lipase dan esterase yang tersebar luas pada tanaman, hewan dan mikroorganisme. Namun titik lelehnya yang rendah, $T_m = 60^\circ \text{C}$, menyebabkan bidang aplikasi PCL menjadi terbatas.

2) *Poli β -hidroksi Butirat (PHB)*

Poli β -hidroksi Butirat adalah poliester yang diproduksi sebagai cadangan makanan oleh mikroorganisme seperti *Alcaligenes (Ralstonia) eutrophus*, *Bacillus megaterium* dsb. PHB mempunyai titik leleh yang tinggi ($T_m = 180^\circ\text{C}$), tetapi karena kristalinitasnya yang tinggi menyebabkan sifat mekanik dari PHB kurang baik. Kopolimer poli (β -hidroksi butirat-ko-valerat) (PHB/ V) merupakan kopolimer hasil usaha perbaikan sifat kristalinitas dari PHB.

3) *3Poli Butilena Suksinat (PBS)*

Poli Butilena Suksinat mempunyai titik leleh yang setara dengan plastik konvensional polietilen, yaitu $T_m = 113^\circ\text{C}$. Kemampuan enzim lipase dalam menghidrolisa PBS relatif lebih rendah dibandingkan dengan kemampuannya menghidrolisa PCL. Untuk meningkatkan sifat biodegradabilitas PBS, dilakukan kopolimerisasi membentuk poli (*butilen suksinat-ko-adipat*) (PBS/ A). PBS dan PBS/ A memiliki sifat ketahanan hidrolisa kimiawi yang rendah, sehingga tidak dapat diaplikasikan untuk bidang aplikasi lingkungan lembab. Kopolimerisasi PBS dengan poli karbonat menghasilkan produk poliester karbonat yang memiliki sifat biodegradabilitas, ketahanan hidrolisa kimiawi dan titik leleh yang tinggi.

4) *Poli Lactid Acid (PLA)*

Poli Lactid Acid merupakan poliester yang dapat diproduksi menggunakan bahan baku sumberdaya alam terbaru seperti pati dan selulosa melalui fermentasi asam laktat. Polimerisasi secara kimiawi untuk menghasilkan PLA dari asam laktat dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara langsung dari asam laktat dan secara tidak langsung melalui pembentukan laktida (dimer asam laktat) terlebih dahulu, dan diikuti dengan polimerisasi menjadi PLA. PLA

mempunyai titik leleh yang tinggi sekitar 175⁰ C, dan dapat dibuat menjadi lembaran film yang transparan.

2.2 Singkong



Gambar 2.2 Singkong

Singkong (*Manihot utilissima*) disebut ketela pohon atau ubi kayu adalah pohon tahunan tropika atau subtropika. Umbi atau akar pohon yang panjang dengan fisik rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Singkong merupakan bahan baku berbagai produk industri, seperti industri makanan, farmasi, tekstil, dan lain-lain. Industri makanan dari singkong cukup beragam mulai dari makanan tradisional, seperti getuk, timus, keripik, gemblong, dan berbagai jenis makanan lain yang memerlukan proses lanjut. Dalam industri makanan, pengolahan singkong dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu hasil fermentasi singkong (tape/peyeum), singkong yang dikeringkan (gapek), dan tepung singkong atau tepung tapioka.

2.2.1 Klasifikasi ilmiah singkong



Gambar 2.3 Pohon Singkong

Kerajaan : *Plantae* Upafamili : *Crotonoideae*
 Divisi : *Magnoliophyta* Bangsa : *Manihoteae*
 Kelas : *Magnoliopsida* Genus : *Manihot*
 Ordo : *Malpighiales* Spesies : *M.esculenta*
 Famili : *Euphorbiaceae*

Tabel 2.3 Produksi Tanaman Singkong Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)
2006	19.986.640
2007	19.988.058
2008	21.756.991
2009	22.039.145
2010*	23.093.522

Sumber : BPS, 2010 *estimasi

Tabel 2.4 Kandungan Gizi Singkong Per 100 gram

Komposisi Kimia	Jumlah
Air	62,50 g
Karbohidrat	34,00 g
Protein	1,20 g
Kalori	146 kal
Lemak	0,30 g
Kalsium	33,00 g
Besi	0,70 g
Vitamin B1	0,01 mg

Sumber : Departemen Kesehatan R.I, 1992

2.2.2 Tepung tapioka

Menurut Margono et. al (2000), tepung tapioka yang dibuat dari ubi kayu mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan pembantu dalam berbagai industri. Dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu, komposisi zat gizi tepung tapioka cukup baik (Wahyu, 2009).

Tabel 2.5 Komposisi Kandungan Pati pada Bahan Pangan

Bahan Pangan	Pati (% dalam basis kering)
Biji Gandum	67
Beras	89
Jagung	57
Biji Shorgum	72
Kentang	75
Ubi Jalar	90
Singkong	90

Sumber : Wahyu, 2009

2.2.3 Limbah padat tapioka



Gambar 2.4 Ampas tapioka

Ampas tapioka adalah salah satu hasil samping pabrik tapioka yang sering dimanfaatkan sebagai makanan ternak yang memiliki kandungan protein rendah dan digunakan untuk bahan baku industri asam sitrat dengan proses fermentasi. Ampas tapioka merupakan limbah yang cepat membusuk jika tidak diolah lebih lanjut. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk memanfaatkan onggok tapioka (Zainal, 2009).

Jumlah onggok tapioka yang dihasilkan dari industri kecil dengan bahan baku 5 kg per hari menghasilkan onggok tapioka sebanyak 3,75 kg. Untuk industri menengah dengan bahan baku rata-rata sebanyak 20 kg per hari menghasilkan 15 kg dan industri besar dengan bahan baku 600 kg per hari dapat menghasilkan onggok tapioka sebanyak 450 kg (Purwanti, 2012).

Banyaknya onggok yang dihasilkan dari proses pembuatan tapioka berkisar antara 5-10% dari bobot bahan bakunya dengan kadar 20%. Limbah tersebut termasuk limbah organik yang masih banyak mengandung karbohidrat, protein, dan gula. Selain itu juga masih banyak mengandung senyawa-senyawa gula seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, dekstran, galaktosa, dan asam nitrat (Setiawan, 2006).

Tabel 2.6 Kandungan Nutrisi Ampas Singkong (onggok)

No.	Parameter	Persentase %
1.	Karbohidrat	68,00
2.	Protein	1,57
3.	Lemak	0,26
4.	Serat kasar	10,00
5.	Kadar air	20,00

Sumber : Setiawan, 2006

Tabel 2.7 Kandungan Nutrisi Ampas Singkong (onggok)

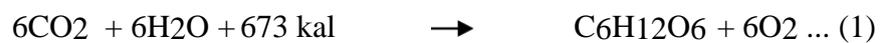
No.	Parameter	Persentase %
1.	Kadar air	9,04
2.	Serat	21,00
3.	Pati	37,70
4.	Gula pereduksi	10,00
5.	Protein	20,00

Sumber : Zainal, 2009

a. Karbohidrat

Karbohidrat adalah polimer aldehid atau polihidroksi keton dan meliputi kondensat polimer-polimernya yang terbentuk. Nama karbohidrat digunakan pada senyawa-senyawa tersebut mengingat rumus empirisnya yang berupa $C_nH_{2n}O_n$ yaitu mendekati $C_n(H_2O)_n$ yaitu karbon yang mengalami hidroksi.

Karbohidrat adalah zat organik utama yang terdapat dalam tumbuh – tumbuhan dan mewakili 50 – 70% dari jumlah bahan kering dalam makanan ternak. Karbohidrat sebagian besar terdapat dalam biji, buah, dan akar tumbuhan. Zat tersebut terbentuk oleh proses fotosintesis yang melibatkan kegiatan sinar matahari terhadap hijauan daun. Karbohidrat dibentuk dari air (H₂O), karbondioksida (CO₂), dan energi. Reaksi kimiawi sederhana karbohidrat (glukosa) disintesis oleh fotosintesis dalam tumbuh – tumbuhan adalah sebagai berikut :



b. Jenis karbohidrat

Menurut Winarno F.G. (2004) pada umumnya karbohidrat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida merupakan suatu molekul yang dapat terdiri dari lima atau enam atom C, sedangkan oligosakarida merupakan polimer 2-10 monosakarida, dan pada umumnya polisakarida merupakan polimer yang terdiri dari 10 monomer monosakarida (Septorini, 2008).

- 1) Monosakarida yang mengandung satu gugus aldehida disebut *aldosa*, sedangkan *ketosa* mempunyai satu gugus keton. Monosakarida dengan enam atom C disebut heksosa, misalnya *glukosa* (*dekstrosa* atau gula anggur), *fruktosa* (*levulosa* atau gula buah), dan *galaktosa*, sedangkan lima atom C disebut *pentosa*, misalnya *xilosa*, *arabinosa*, dan *ribose*.
- 2) Disakarida atau oligosakarida yang paling sederhana yang tersusun atas dua molekul monosakarida. Dua molekul gula sederhana atau lebih saling berikatan pada gugus glikosidanya membentuk suatu substansi baru yang dinamakan polisakarida. Jika molekul- molekul gula sederhana yang saling berkaitan tersebut berkurang dari 10 substansi tersebut dinamakan juga oligosakarida.

3) Polisakarida dalam bahan makanan berfungsi juga sebagai penguat tekstur (selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin) dan sebagai sumber energi (pati, dekstrin, glikogen, frutan). Polisakarida penguat tekstur ini tidak dapat dicerna oleh tubuh, tetapi merupakan serat-serat (dietary fiber) yang dapat menstimulasi enzim-enzim pencernaan.

c. Pati

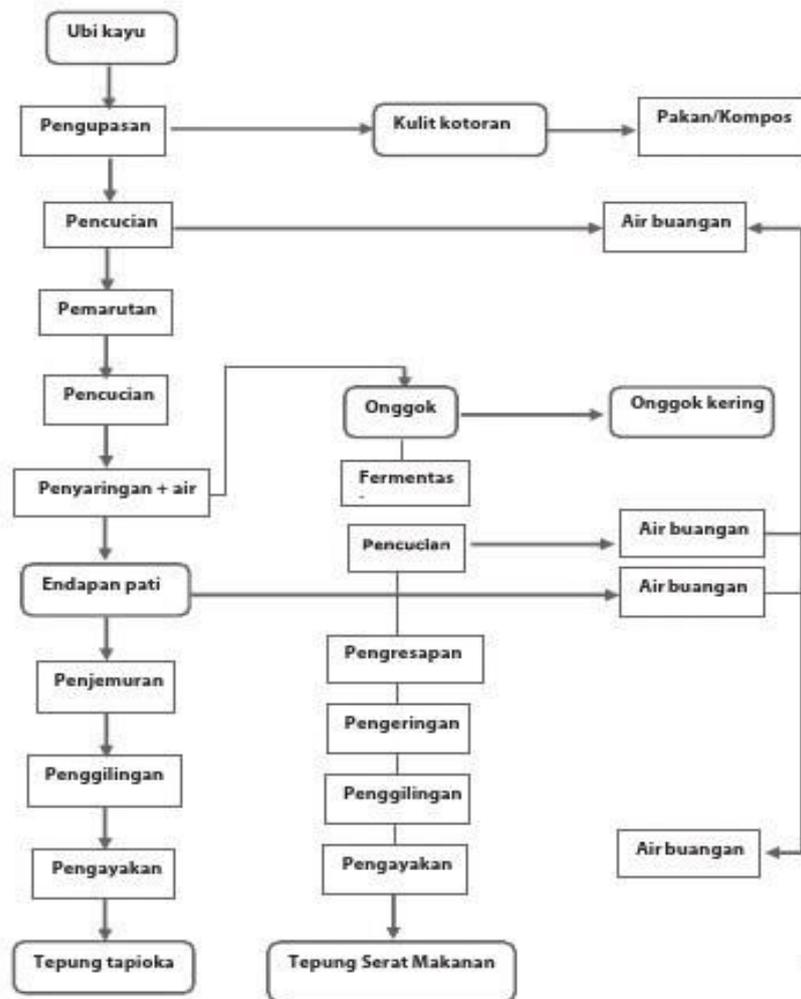
Menurut Winarno F.G (2004), pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Berbagai macam pati tidak sama sifatnya, tergantung dari panjang rantai C-nya, serta lurus atau bercabang rantai molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan cabang ikatan α -(1,4)-D-glukosa sebanyak 4-5% dari berat total (Septorini, 2008).

Pati adalah komponen alami tanaman dan berfungsi sebagai thickener ketika dipanaskan dengan air. Ini adalah salah satu dari tiga bentuk karbohidrat bersama dengan gula-gula sederhana dan serat. Pati mengandung unsur-unsur karbon, hydrogen, dan oksigen. Sebuah molekul pati adalah glukosa rantai panjang unit. Sebuah unit glukosa mengandung enam atom karbon, dua belas atom hydrogen, dan enam atom oksigen. Pati terdiri dari dua jenis rantai. Amilose mengacu pada glukosa rantai lurus unit dan amilopektin mengacu pada rantai cabang unit glukosa.

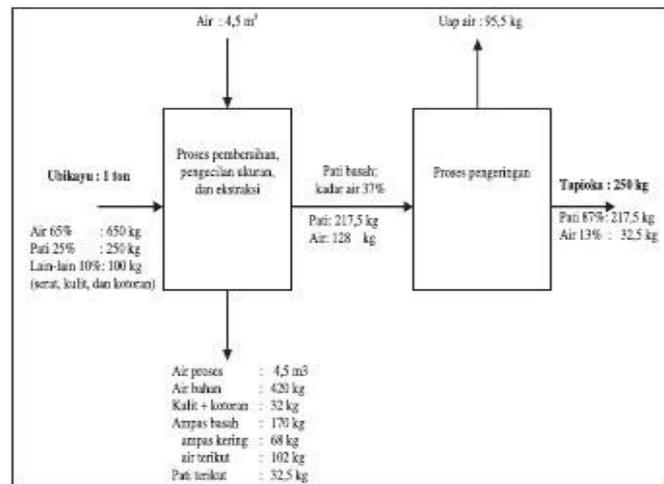
Menurut Koesoemo (1993), dalam perdagangan dikenal dua macam pati yaitu, pati yang belum termodifikasi dan pati yang telah termodifikasi. Pati yang tidak termodifikasi atau pati biasa adalah semua jenis pati yang dihasilkan di pabrik pengolahan dasar, misalnya tepung tapioka. Sejumlah besar pati tidak termodifikasikan dimanfaatkan di dalam industri tekstil, kertas, dan bahan perekat kardus. Di dalam pengolahan pangan (pudding, pengalengan pangan, permen, biskuit, dan lain-lain), kanji, produk-

produk farmasi, pabrik- pabrik bir, fermentasi, dan lain-lain (Septorini, 2008).

Menurut Koesoemo (1993), pati dapat dimodifikasi melalui cara hidrolisis, oksidasi, *cross-linking* atau *cross bonding*, dan substitusi (Septorini, 2008).



Gambar 2.5 Skema Proses Pengolahan Tapioka (KemenLH, 2009)



Gambar 2.6 Neraca Massa Proses Pengolahan Limbah Tapioka (KemenLH, 2009)

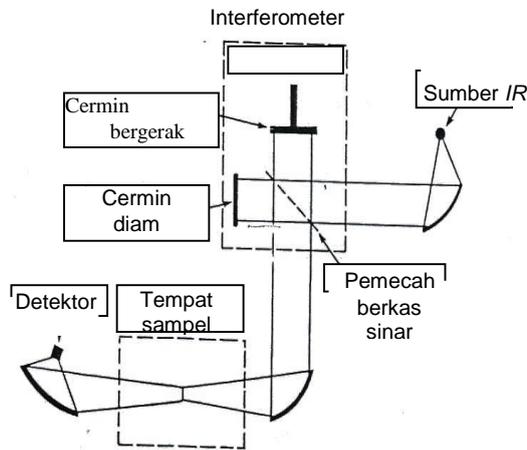
d. Sifat Fisis dan Kimia Pati

1) Sifat Fisis Pati

- Merupakan zat kimia padat berbentuk granular
- Berwarna putih, tidak berwarna, dan berbau
- Tidak larut dalam air dan pelarut organik
- Tidak termasuk reducing power
- Pati dapat memutar bidang polarisasi cahaya yang besarnya α^{20D} , tetapi berbeda untuk tiap jenis pati
- Pada temperature 60°C, larutan pati tidak bereaksi dalam air dan hanya terjadi proses adsorpsi fisis yang reversible yang akan terjadi pengembangan massa sampai konsentrasi 50% larutan. Pada suhu 60-80°C reaksi amylase larut dalam amilopektin membentuk gel. Pada suhu ini terjadi peristiwa absorbs chemist yang irreversible yang disebut glatinization terp.

2) Sifat Kimia Pati

- Pati dapat mereduksi larutan Fehling
- Pati mengalami reaksi hidrolisa total membentuk glukosa



Gambar 2.7 Skema Alat Spektrometer FTIR (Giwangkara, 2006)

Spektroskopi Faorier Transform Infra – Red (FT-IR) adalah alat untuk mengukur serapan radiasi daerah infra merah pada berbagai panjang gelombang dan gugus fungsi. Spektroskopi FT-IR merupakan salah satu teknik identifikasi penentuan struktur. Secara kualitatif, spektrometer FT-IR dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada dalam struktur molekul yakni berupa munculnya puncak – puncak baru atau hilangnya puncak – puncak tertentu. Data yang dihasilkan dari uji spectrum FT-IR adalah puncak – puncak spectrum karakteristik yang digambarkan sebagai kurva transmitasi (%) dan bilangan gelombang (cm^{-1}) pada sampel yang diujikan kemudian dianalisis.

2.4.2 Uji sifat mekanik

Karakteristik mekanik suatu film kemasan terdiri dari kuat tarik (tensile strength), kuat tusuk (puncture strength), perpanjangan putus (elongation to break), dan elastisitas (*elastic/ young modulus*). Parameter – parameter tersebut dapat menjelaskan karakteristik mekanik dari bahan film yang berkaitan dengan struktur kimianya dan menunjukkan indikasi integrasi film pada kondisi tekanan (stress) yang terjadi selama proses pembentukan film.

Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun film plastik, yaitu : pati, gelatin, serta gliserol. Gliserol sebagai *plasticizer* dapat memberikan sifat elastis pada plastik. Pengaruh terhadap sifat mekanik ini disebabkan peningkatan affinitas dengan adanya penambahan gelatin.

Menurut Weiping Ban (2005), faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu film plastik adalah affinitas antara tiap komponen penyusunnya. Affinitas adalah suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan. Dengan adanya peningkatan affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan satu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya (seperti ikatan kovalen, ion, hidrogen, dan Van der Waals). Ikatan kimia yang kuat sulit untuk diputus karena diperlukan energi yang cukup besar untuk memutus ikatan tersebut.

a. Kuat tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung. Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum suatu bahan untuk menahan tegangan yang diberikan.

Menurut Van Vlack (1991), kekuatan tarik menyatakan ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak bahan.

Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum suatu bahan untuk menahan tegangan yang diberikan yaitu :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

σ = kuat tarik (*tensile strength*)

F = beban (Nm^{-2})

A = luas penampang (m^2)

Kekuatan tarik yang bersifat merusak adalah untuk menentukan sifat bahan. Secara umum perpatahan digolongkan menjadi dua macam, yaitu :

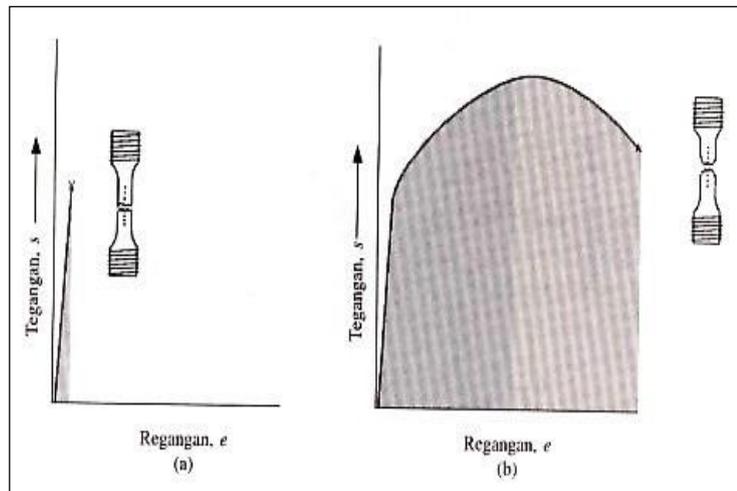
1) Perpatahan Rapuh

Menurut Van Vlack (1991), Perpatahan rapuh melibatkan sedikit atau tanpa deformasi plastik sehingga memerlukan

sedikit energy untuk mematahkan material tersebut. Misal : gelas, polisterine, dan beberapa besi tuang.

2) Perpatahan Ulet

Perpatahan ulet memerlukan energy yang besar dalam proses perpatahan karena membutuhkan banyak energi tambahan untuk mendeformasi material secara plastis disekitar garis patahan.



Gambar 2.8 Perpatahan (a) rapuh; (b) ulet (Van Vlack, 1991)

b. Perpanjangan putus (elongasi)

Perpanjangan putus merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Kekuatan tarik merupakan kekuatan tegangan maksimum suatu bahan untuk menahan tegangan yang diberikan yaitu:

Menurut Van Vlack (1991), besarnya elongasi menentukan elastisitas atau keuletan (*ductility*) suatu material. Bila nilainya mendekati nol maka material tersebut merupakan material yang rapuh.

Elongasi adalah regangan plastik linear yang menyertai perpatahan

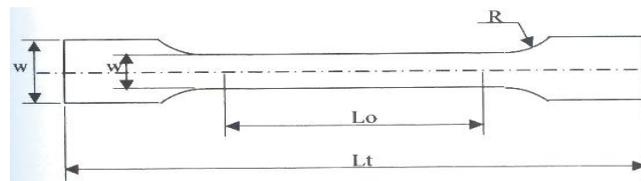
$$\varepsilon = \frac{(L - L_0)}{L_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

ε = kemuluran

L_0 = panjang awal (cm)

L_i = panjang akhir (cm)



Gambar 2.9 Dimensi Uji Kuat Tarik dan Elongasi

2.4.3 Uji biodegradabilitas

Degradasi polimer menurut Billmeyer (1984) adalah pengurangan berat molekul, sedangkan W. Schnabel (1981) mengartikannya sebagai penyebab perubahan sifat fisika (misalnya perubahan warna, retak permukaan, pemutusan sebagian dan penggetasan) akibat reaksi kimia yang melibatkan pemutusan ikatan didalam tulang punggung makromolekul. Degradasi dapat terjadi sepenuhnya pada ujung rantai atau pada posisi ikatan lemah lainnya. Faktor penyebab degradasi polimer antara lain panas (degradasi termal), cahaya (foto degradasi), bahan kimia (degradasi kimia), gesekan (degradasi mekanis), dan mikroorganisme (biodegradasi).

Biodegradasi adalah proses degradasi yang disebabkan oleh inisiasi makhluk hidup secara biologis. Biodegradasi plastik adalah polimer tinggi yang diubah kedalam struktur bersenyawa rendah dengan menggunakan bantuan mikroorganisme. Proses ini terjadi lebih cepat bila plastik mengandung makanan bagi mikroorganisme seperti pati, selulosa, atau lignoselulosa. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses ini adalah bakteri dan jamur yang mampu menguraikan zat-zat mati demi

pertumbuhannya dan menghasilkan enzim khas yang dapat menyerap polimer alamiah.

Pengujian sifat biodegradabilitas bahan plastik dapat dilakukan menggunakan enzim, mikroorganisme, dan uji penguburan. Lembaga standarisasi internasional (ISO) telah mengeluarkan metode standar pengujian sifat biodegradabilitas bahan plastik sebagai berikut :

- a) ISO 14851 : penentuan biodegradabilitas aerobik final dari bahan plastik dalam media cair. Metode pengukuran kebutuhan oksigen dalam respirometer tertutup,
- b) ISO 14852 : penentuan biodegradabilitas aerobik final dari bahan plastik dalam media cair. Metode analisa karbondioksida yang dihasilkan,
- c) ISO 14855 : penentuan biodegradabilitas aerobik final dan disintegrasi dari bahan plastik dalam kondisi komposting terkendali. Metode analisa karbondioksida yang dihasilkan.

Menurut Griffin (1994) dalam Latief (2001) beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas kemasan setelah kontak dengan mikroorganisme, yakni :sifat hidrofobik, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer morfologi, dan berat molekul bahan kemasan. Proses terjadinya biodegradasi film kemasan pada lingkungan alam akan dimulai dengan tahap degradasi kimia, yaitu dengan proses oksidasi molekul, menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah. Proses berikutnya (*secondary process*) adalah serangan mikroorganisme (bakteri, jamur, dan alga) dan aktifitas enzim (*intracellular dan extracellular*). Contoh mikroorganisme diantaranya bakteri phototrop (*Rhodospirilus, Rhodopseudomonas, Chromatium, Thiocystis*), pembentuk endospora (*bacillus, clostridium*), gram negatif aerob (*pseudomonas, zoogloa, azotobacter, rhizobium*), *actynomycetes, alcaligenes*.

Uji biodegradabilitas menggunakan bakteri EM4. Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui tingkat degradasi plastik.

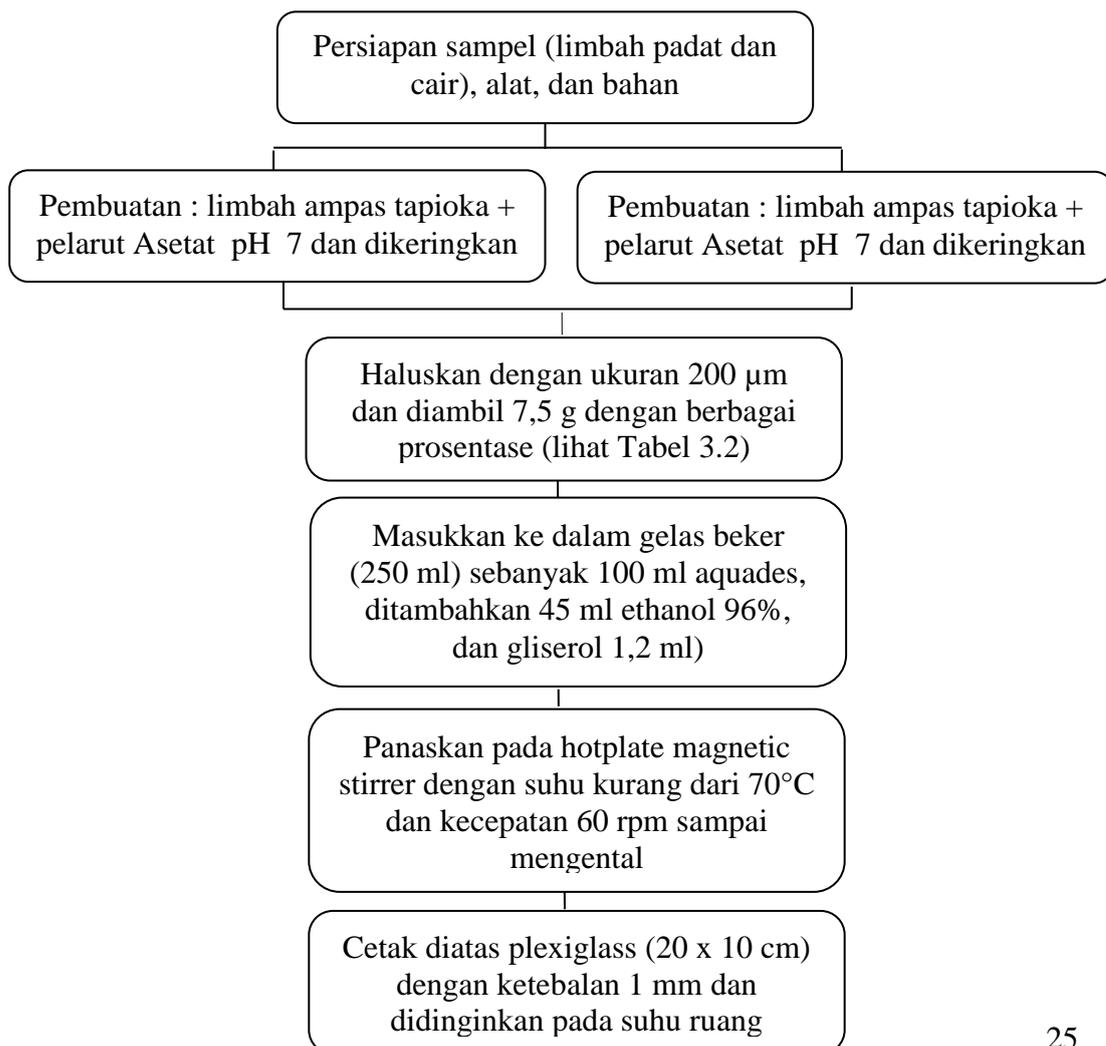
BAB III METODE PENELITIAN

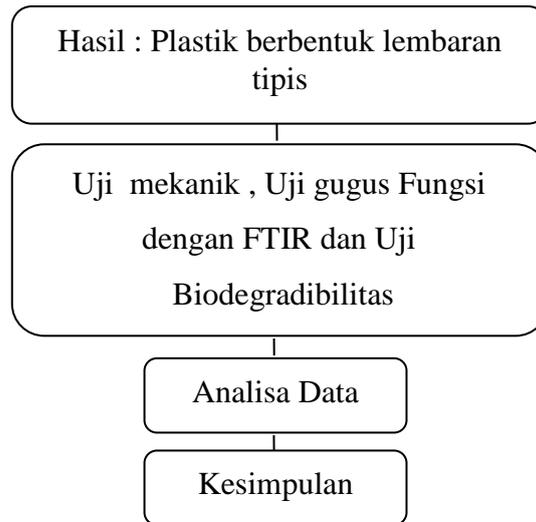
3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental adalah penelitian yang dilakukan dalam skala laboratorium. Penelitian ini juga disebut *Experimental Research*.

3.2 Kerangka Penelitian

Penelitian tentang “Pemanfaatan Limbah Padat Tapioka sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Mudah Terurai (*Biodegradable*) atau Bioplastik” ini dilakukan dalam beberapa tahap pelaksanaan.





Gambar 3.1 Kerangka Penelitian

Pada diatas dapat dilihat bahwa pada penelitian ini, bahan baku yang digunakan dalam pembuatan plastik mudah terurai (*biodegradable*) atau bioplastik adalah limbah ampas tapioka yang berasal dari UD. HH Jl. Kapten Piere Tendean 16 Kecamatan Pesantren Kota Kediri. Dalam percobaan penelitian ini langkah pertama pembuatan limbah ampas tapioka + pelarut Asetat pH 7 dan dikeringkan dengan perbandingan limbah cair hasil hidrolisis pati tapioka + pelarut Asetat pH 7 dan dikeringkan. Setelah hasil bahan dan pelarut yang telah kering, dihaluskan dengan ukuran 200 μm dan diambil 7,5 g dengan prosentase dijelaskan pada tabel 3.2 dan kemudian dilakukan pembuatan plastik, hasil plastik berbentuk lembaran tipis. Hasil dari plastik kemudian dilakukan pengujian uji mekanik, uji gugus fungsi dengan FTIR dan uji biodegradibilitas.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2017 sampai dengan Januari 2018 yang dilaksanakan di :

1. Laboratorium Poltekkes Kemenkes Surabaya
2. Uji karakteristik di laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga kampus C.

3.4 Variabel dan Definisi Operasional Variabel

1. Variabel

a. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan Limbah Tapioka (padat dan cair).

Dengan variasi 1. 100% : 0%

2. 50% : 50%

3. 0% : 100%

4. 50% : 50%

b. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat fisika, kimia, biologi dalam bioplastik.

Sifat Fisika : Uji mekanik

Sifat Kima : Uji gugus fungsi dengan FTIR

Sifat Biologi : Uji biodegradibilitas

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :

1) Jenis limbah (padat dan cair)

2) Ketebalan benda produk

3) Metode pembuatan

4) Umur bioplastik (7hari)

5) Metode Uji

6) Suhu dan pH

7) Bahan pelarut (pengencer)

2. Definisi Operasional Variabel

Tabel 3.1 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
1.	Limbah Padat Tapioka	Limbah padat yang merupakan hasil dari pembuatan tapioka dan sebagai bahan utama yang akan digunakan dalam pembuatan bioplastik .	gr
2.	Limbah Cair Tapioka	Sebagai variasi atau perbandingan dalam pembuatan bioplastik, yang diambil pada hari yang sama dengan limbah padat.	gr
3.	Sifat Fisika (Uji mekanik)	Pada sampel uji yang dihasilkan akan dilakukan pengujian sifat mekanik yang meliputi uji kekuatan tarik	(kgf/cm ²)
4.	Sifat Kimia (Uji gugus fungsi FTIR)	Tensor 27 <i>Faorier Transform Infra – Red</i> (FT – IR) buatan Shimadzu adalah alat uji kimia – fisik untuk melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap gugus fungsional senyawa organik atau anorganik berdasarkan absorpsinya.	O-H dan C-O

5.	Sifat Biologi (Uji biodegradibilitas)	Untuk mengkaji pengaruh lama waktu inkubasi terhadap kehilangan berat sampel.	gr
----	---------------------------------------	---	----

3.5 Populasi dan Penentuan Sampel

Populasi dan sampel yang dimaksud dalam penelitian ini adalah:

1. Populasi

Populasi dalam penelitian : Limbah padat dan cair industri tapioka

2. Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah padat tapioka dan limbah cair tapioka yang berasal dari UD. HH Jl. Kapten Piere Tendean 16 Kecamatan Pesantren Kota Kediri.

3.6 Metode Pengumpulan Data

1. Bahan dan Alat Pembuatan Bioplastik

a) Bahan yang Digunakan

- 1) Limbah padat tapioka (onggok) dan limbah cair UD.HH Jl. Kapten Piere Tendean 16 Kecamatan Pesantren Kota Kediri
- 2) Asam asetat glacial (CH_3COOH)
- 3) Asam natrium (CH_3COONa)
- 4) Gliserol
- 5) Ethanol 96%

b) Alat yang Digunakan

- 1) Pemanas Listrik (*magnetic stirrer*)
- 2) Saringan
 - i. Ukuran : 200 μm
 - ii. Diameter : 25 cm
- 3) Cetakan *plexiglass*
- 4) Beaker glass
- 5) Spatula

- 6) Mortar & Alu
- 7) Gelas Ukur
- 8) Petridish

2. Prosedur Penelitian

Prosedur pembuatan plastik melalui beberapa langkah sebagai berikut :

a) Persiapan Bahan

- 1) Limbah padat tapioka (serbuk) diayak menggunakan saringan berukuran 200 μm dengan diameter 25 cm.
- 2) Limbah cair tapioka disaring menggunakan kertas saring.

b) Pembuatan Pelarut

Pembuatan pelarut asetat pH 7 dibuat dengan mencampurkan natrium asetat (PA) ke dalam larutan asam asetat (PA).

c) Pemanasan Bahan (Limbah Padat Tapioka dan Limbah Cair Tapioka) dan Pelarut

- 1) Limbah padat tapioka dimasukkan dalam gelas beker (250 ml) dan dimasukkan 50 ml pelarut (PA) pH 7. Setelah itu dilakukan pencampuran menggunakan *heater* yang dilengkapi *stirrer* untuk menggerakkan *magnetic stirrer* dengan suhu 40°C dan kecepatan 60 rpm sampai campuran mengental, kemudian dimasukkan kedalam wadah dan dikeringkan.
- 2) Limbah cair tapioka dimasukkan dalam gelas beker (250 ml) dan dimasukkan 50 ml pelarut (PA) pH 7. Setelah itu dilakukan pencampuran menggunakan *heater* yang dilengkapi *stirrer* untuk menggerakkan *magnetic stirrer* dengan suhu 40°C dan kecepatan 60 rpm sampai campuran mengental, kemudian dimasukkan kedalam wadah dan dikeringkan.

d) Pembuatan Plastik

Hasil bahan dan pelarut yang telah kering, dihaluskan dengan ukuran 200 μm dan diambil 7,5 g dengan prosentase sebagai berikut :

Tabel 3.2 Massa Limbah Padat dan Cair Tapioka

Berat Jenis Sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4
Limbah Padat Tapioka	7,5 gr 100%	3,25 gr 50%	0 gr 0%	3,25 gr 50%
Limbah Cair Tapioka	0 gr 0%	3,25 gr 50%	7,5 gr 100%	3,25 gr 50% (Tapioka)

Kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker (250 ml) sebanyak 100 ml aquades, ditambahkan 45 ml ethanol 96%, dan gliserol 1,2 ml. Larutan dipanaskan pada *hotplate magnetic stirrer* dengan suhu kurang dari 70°C dan kecepatan 60 rpm sampai mengental. Setelah mengental dicetak diatas *plexiglass* (20 x 10 cm) dengan ketebalan 1 mm dan didinginkan pada suhu ruang. Plastik yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis.

3.7 Metode Analisa Data

Karakterisasi sampel yang akan dilakukan meliputi :

a) Uji mekanik

Pada sampel uji yang dihasilkan akan dilakukan pengujian sifat mekanik yang meliputi uji kekuatan tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan putus (*elongation*) dengan menggunakan mesin *tensile* merk IMADA.

Standar pengukuran kuat tarik dan elongasi film plastik yang sangat tipis dengan ketebalan kurang dari 1 mm.

Cara Kerja dalam Uji Mekanik :

- 1) Sampel yang akan di uji dikondisikan terlebih dahulu dalam ruang *climatic chamber* dengan suhu dan kelembaban relatif standar (23°C, 50 %) selama 48 jam.

- 2) Pengujian dilakukan dengan dengan ujung sampel dijepit mesin penguji tensile.
- 3) Selanjutnya dilakukan pencatatan dan panjang awal sampel. Tombol start ditekan kemudian alat akan menarik sampel dengan kecepatan 500 mm/menit sampai sampel putus.
- 4) Nilai kekuatan tarik didapatkan dari nilai tegangan sampel sampai saat putus. Luas penampang melintang didapatkan dari hasil perkalian panjang awal sampel dengan ketebalan awal sampel.

b) Uji Gugus Fungsional Pada Bioplastik dengan FTIR

Tensor 27 *Faorier Transform Infra – Red* (FT – IR) buatan Shimadzu adalah alat uji kimia – fisik untuk melakukan analisis kualitatif dan kuantitatif terhadap gugus fungsional senyawa organik atau anorganik berdasarkan absorpsinya.

- 1) Sampel yang akan diuji, dipotong melingkar dengan diameter 10 mm kemudian dimasukkan dalam alat.
- 2) Alat dinyalakan kemudian dilakukan pemanasan sumber radiasi antara 1500 – 2000 K.
- 3) Senyawa – senyawa dalam sampel akan menyerap radiasi infra merah yang dihasilkan kemudian dikonversi ke dalam energi rotasi dan vibrasi molekul. Detektor pada spektrofotometer infra merah akan mengukur besarnya energi tersebut yang kemudian direkam sebagai spektrum infra merah yang menghasilkan puncak – puncak absorpsi dengan intensitas rendah sampai tajam.
- 4) Spektrum infra merah ini menunjukkan hubungan antara absorpsi dan frekuensi atau bilangan gelombang atau panjang gelombang. Nilai absorpsi pada panjang gelombang tertentu akan menunjukkan gugus fungsi yang terdapat pada sampel tersebut.

c) Biodegradabilitas

Perlakuan degradasi pada sampel akan dilakukan menggunakan teknologi *Effective Microorganism 4* (EM₄). Pada penelitian ini digunakan medium cair konsentrasi EM 1% selama 5, 10, dan 15 hari.

Pertama, sampel 1, 2, dan 3 yang berjumlah 9 sampel, ditimbang kemudian masing-masing sampel diletakkan di dalam 9 buah gelas kaca. Kultur EM₄ yang sudah diaktifkan dimasukkan ke dalam gelas hingga sampel tercelup. Gelas tersebut ditutup dengan aluminium foil. Sampel dalam gelas kaca kemudian dikeringkan dengan suhu ruang dan dilakukan pengukuran berat pada hari ke -5. Hal yang sama juga dilakukan untuk pengukuran berat pada hari ke- 10 dan ke-15 sehingga diperoleh data pengukuran berat akhir untuk dianalisis pengaruh limbah padat tapioka (onggok) pada pembuatan film plastik.

BAB IV

ANALISIS DAN HASIL

Sampel plastik dibuat dari pencampuran tapioka, limbah padat tapioka dan limbah padat tapioka. Dari pencampuran ini diperoleh 4 sampel dan karakterisasi sampel dilakukan dengan melakukan beberapa uji. Uji FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi sampel. Pengujian sifat mekanik untuk mengetahui kuat tarik dan elongasi seluruh sampel. Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui tingkat degradasi dari plastik.

4.1 Plastik Hasil Penelitian



Gambar 4.1 Proses Pelepasan Plastik dari Cetakan



Gambar 4.2 Limbah Padat Tapioka (Sampel 1)

Setelah dilakukan proses pelepasan plastik dari cetakan, plastik yang dihasilkan dari limbah padat tapioka (100%) berwarna bening dan transparan.



Gambar 4.3 Limbah Cair Tapioka dan Limbah Padat Tapioka (Sampel 2)

Dari sampel 2 pada gambar diatas dengan variasi limbah cair tapioka dan limbah padat tapioka 50% : 50% dihasilkan plastik dengan warna mulai bening kecoklatan dan transparan.



Gambar 4.4 Limbah Cair Tapioka (Sampel 3)

Untuk Sampel 3 pada gambar diatas dengan limbah cair tapioka, plastik yang dihasilkan berwarna lebih coklat dari sampel 2, tetapi tetap transparan.



Gambar 4.5 Tapioka dan Limbah Padat Tapioka (Sampel 4)

Pada Sampel 4 dengan variasi tapioka 50% dan limbah padat tapioka 50% menghasilkan plastik yang berwarna coklat dan transparan.

4.2 Hasil Uji FT-IR

Analisa gugus fungsi bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa (Darni, 2009).

Tabel 4.1 Uji FT-IR

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang			
	Limbah Padat	Limbah Cair + Limbah Padat	Limbah Cair	Tapioka + Limbah Padat
	100 %	50 :50	100 %	50 : 50
Alkohol O – H stretch	3360,00	3340,71	3348,42	3329,14
Alkane C – H stretch	2935,66	2933,73	2933,78	2931,80
Amide C = O stretch	1645,28	1641,42	1647,21	1641,42
Aromatik C = C	1456,26	1408,04	1408,04	1408,04
Ester C – O stretch	1107,14 1039,63	1105,21 1031,92	1105,21 1031,92	1103,28 1026,13
Alkene = C – H bending	925,83	925,83	925,83	927,76

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa plastik yang dihasilkan masih memiliki banyak gugus fungsi O – H stretch, C – H stretch, C = O stretch, C = C, C – O stretch dan = C – H bending. Dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka plastik dapat terdegradasi.

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa dalam plastik terdapat ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen adalah sejenis gaya tarik antar molekul yang terjadi

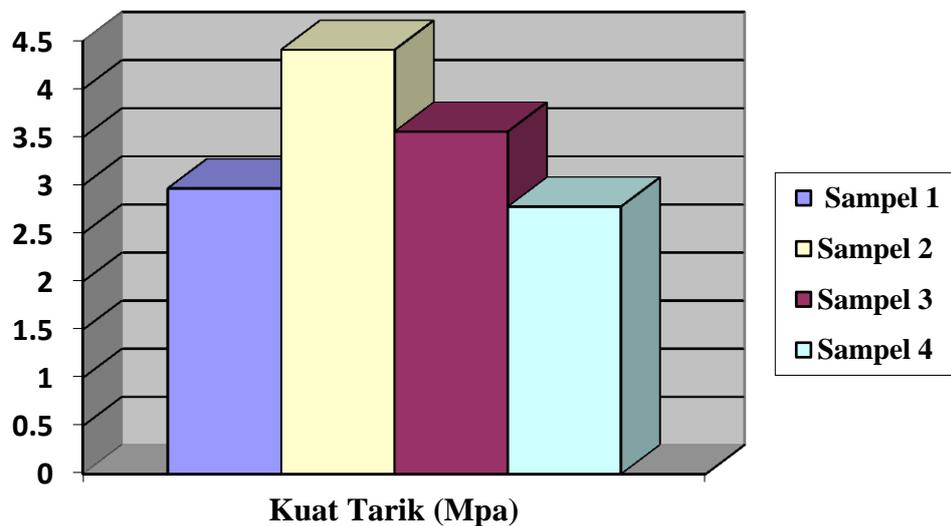
antara dua muatan listrik parsial dengan polaritas yang berlawanan. Walaupun lebih dari kebanyakan gaya antarmolekul, ikatan hidrogen jauh lebih lemah dari ikatan kovalen dan ikatan ion (Darni, 2009).

Ikatan hidrogen terjadi ketika sebuah molekul memiliki atom N, O, atau F yang mempunyai pasangan elektron bebas (ione pair electron). Hidrogen dari molekul lain akan berinteraksi dengan pasangan elektron bebas ini membentuk suatu ikatan hidrogen. Banyaknya gugus OH yang memungkinkan plastik berikatan dengan air.

4.3 Hasil Uji Mekanik

Tabel 4.2. Data Hasil Uji Kuat Tarik dan Elongasi

Sampel	Kuat Tarik (Mpa)	Elongasi (ϵ %)
1	2,97	14,27
2	4,41	10,30
3	3,56	8,27
4	2,78	10,27

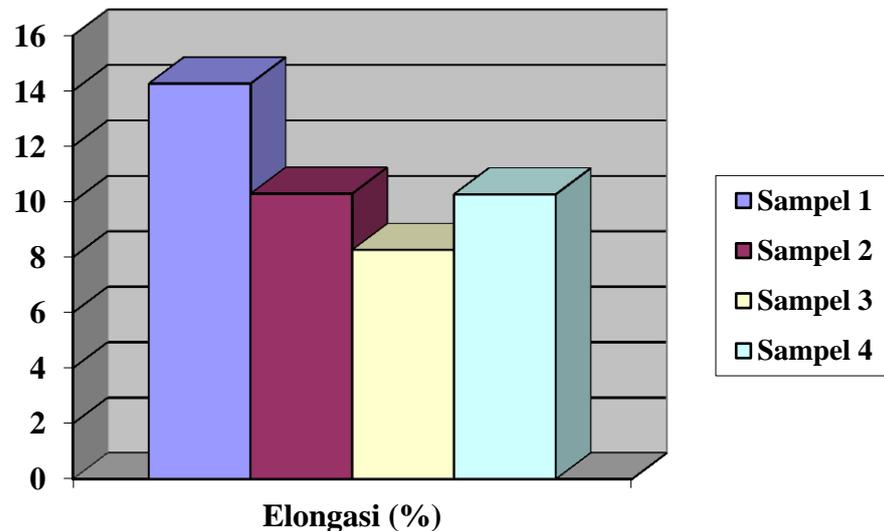


Gambar 4.6 Grafik Kuat Tarik Sampel Uji terhadap Jenis Sampel

Dari data hasil uji kekuatan tarik diatas menunjukkan bahwa nilai kuat tarik film plastik bergantung pada formulasi tertentu. Ikatan serat yang disebabkan proses penggilingan akan mempengaruhi kekuatan serat. Peningkatan ikatan disebabkan oleh peningkatan penggilingan yang berlebihan cenderung akan sedikit menurunkan ketahanan tarik karena perusakan struktur serat yang disebabkan (Vivi, 1993 dalam Darni, dkk, 2009).

Penggilingan pada tingkat tertentu akan meningkatkan kekuatan tarik. Penggilingan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tarik yang mungkin disebabkan terjadinya disintegrasi serat (Nurminah, 2009 dalam Darni, dkk, 2009).

Kondisi fisik film plastik setelah dicetak menunjukkan bahwa limbah cair tapioka maupun limbah padat tapioka yang masih mengandung serat (selulosa) ini tidak homogen. Hal ini disebabkan proses penggilingan limbah padat tapioka dan hasil dari limbah cair tapioka yang tidak sempurna. Kadar serat yang terlalu banyak akan menyebabkan film plastik semakain tidak homogen yang berakibat pada tidak sempurnanya pencampuran sehingga ikatan yang terjadi tidak kuat. Ikatan antar komponen ini sangat berpengaruh pada kekuatan tarik film plastik.



Gambar 4.7 Grafik Elongasi Sampel Uji terhadap Jenis Sampel

Dari data diatas menunjukkan bahwa perpanjangan tertinggi film plastik dari limbah padat tapioka pada sampel 1. Hasil uji mekanik ini didapatkan bahwa film plastik yang dihasilkan dari sampel 1 (tapioka) memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan film plastik dari limbah padat tapioka (sampel 2, 3, dan 4). Besarnya elongasi pada sampel tersebut dikarenakan tidak adanya penambahan bahan pengisi kalsium karbonat. Adanya bahan pengisi kalsium karbonat yang tinggi akan membuat ikatan hidrogen didalam plastik semakin kuat, padat dan kaku. Hal ini disebabkan karena jarak antar molekul akan semakin rapat. Sehingga menyebabkan nilai keelastisan plastik menurun seiring dengan bertambahnya bahan pengisi yang dipakai.

Semakin banyak penambahan plasticizer, dalam hal ini gliserol, maka nilai elongasinya akan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan plasticizer dapat meningkatkan fleksibilitas film dengan mengurangi kerapuhan pada plastik dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan. Plasticizer dapat mengurangi gaya intermolekuler sehingga dapat memperlebar jarak antar molekul dan meningkatkan elastisitas plastik. Elastisitas plastik ditunjukkan dengan semakin besarnya elongasi dari film plastik. Nilai elongasi berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya. Semakin besar nilai kuat tariknya maka akan terjadi penurunan pada tingkat keelastisan plastik tersebut. Begitupun sebaliknya, semakin tinggi persen elongasi maka akan semakin kecil kuat tariknya (Wirawan dkk, 2012).

Hasil uji elongasi pada penelitian ini berkisar antara 8,27 % -14,27 %. Nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan penelitian bioplastik dari biji durian sebelumnya oleh Prima dan Hesmita (2015) yang memiliki nilai persen pemanjangan hanya 7,547%. Nilai elongasi pada penelitian ini telah memenuhi standar dari Moderate Properties yaitu 10 - 20%.

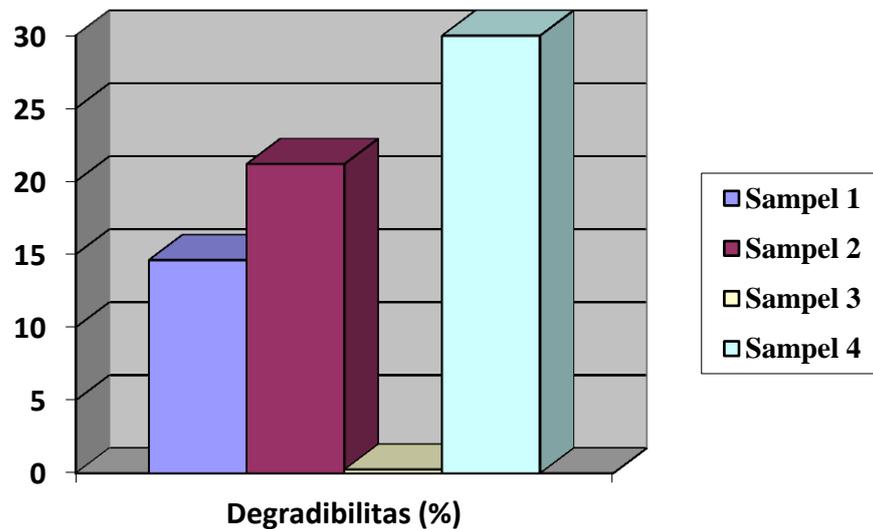
4.4 Uji Biodegradable

Uji biodegradasi dilakukan dengan mengkaji pengaruh lama waktu inkubasi terhadap kehilangan berat sampel. Terjadinya biodegradasi ditandai dengan putusya rantai polimer yang ditunjukkan oleh kehilangan berat. Hasil studi uji biodegradasi yang merupakan hubungan antara kehilangan berat sampel dengan fungsi lama waktu inkubasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Tabel 4.3 Data Hasil Uji *Biodegradable*

Sampel ke-	M_A (gram)	ΔM (gram)	Degradibilitas (%)
1	0,2958	0,0506	14,61
2	0,273	0,0734	21,91
3	0,3455	0,0009	0,26
4	0,2425	0,1039	29,99

Perlakuan degradasi dengan menggunakan metode *Em4* pada masing-masing sampel dapat diperoleh data persentase degradibilitas berdasarkan sampel (Tabel 4.3).



Gambar 4.8 Grafik Persentase Degradibilitas Sampel Plastik

Dari grafik tersebut dapat diketahui plastik hasil pencampuran dari limbah padat tapioka dan tapioka lebih cepat mengalami degradasi dengan persentase 29,99 % dibandingkan dengan plastik dari bahan lain masing-masing sebesar 0,26 % (sampel 3), 21,19% (sampel 2) dan 14,61% (sampel 1). Plastik dapat terdegradasi apabila sifat hidrofilik dari film tersebut tinggi. Sifat hidrofiliknya akan menyebabkan terjadinya pemotongan rantai polimer menjadi lebih pendek dengan dioksidasi sehingga dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Bharwadj et al, 2012).

BAB V

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil yang Dicapai

Hasil yang dicapai pada penelitian terkait pemanfaatan limbah padat dan cair tapioka sebagai bahan baku plastik mudah terurai (*biodegradable*) :

1. Limbah tapioka baik padat maupun cair dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik mudah terurai (*biodegradable*) dan ramah lingkungan.
2. Pada semua sampel terdapat bilangan gelombang fungsi O – H stretch, C – H stretch, C = O stretch, C = C, C – O stretch dan = C – H bending.
3. Plastik yang dihasilkan dari limbah tapioka (cair dan padat) maupun yang divariasikan dengan tapioka memenuhi kriteria dari sifat polipropilen (PP) sebagai plastik kemasan dengan kuat tarik 2,78 – 4,41 Mpa dan elongasi 8,27 – 14,27 %.
4. Limbah padat tapioka dengan campuran tapioka lebih cepat mengalami degradasi dengan persentase degradabilitas sebesar 29,99 % dibandingkan dengan plastik dari bahan lain masing-masing sebesar 0,26 % (sampel 3), 21,19% (sampel 2) dan 14,61% (sampel 1).

5.2 Luaran yang Dicapai

Luaran yang dicapai pada penelitian ini adalah berupa publikasi pada jurnal nasional yang masih belum terakreditasi, yaitu Jurnal Ilmu Kesehatan Widya Husada (JIK Widya Husada).

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahapan berikutnya sebagai tindak lanjut dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah

1. Memberikan saran rekomendasi untuk dilakukan pengolahan terhadap limbah yang dihasilkan oleh UD. HH Jl. Kapten Piere Tendean 16 Kecamatan Pesantren Kota Kediri.
2. Melanjutkan penelitian tersebut dengan variabel yang lebih di rinci sehingga hasil menjadi lebih bervariasi.
3. Mengikuti kegiatan seminar ilmiah (*oral presentation*).
4. Melakukan publikasi di jurnal nasional terakreditasi maupun prosiding.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah tapioka dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik mudah terurai (*Biodegradable*).
2. Pada semua sampel terdapat bilangan gelombang fungsi O – H stretch, C – H stretch, C = O stretch, C = C, C – O stretch dan = C – H bending.
3. Plastik yang dihasilkan dari limbah tapioka memenuhi kriteria dari sifat *polipropilen* (PP) sebagai plastik kemasan.
4. Limbah padat tapioka dengan campuran tapioka lebih cepat mengalami degradasi dibanding dengan sampel yang lain.

7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dalam proses pembuatan plastik harus menggunakan bahan yang PA untuk memperoleh plastik yang baik.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan bervariasi bahan untuk meningkatkan sifat mekanik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, M. (2011). *Peran Pemerintah, Industri Ritel, dan Masyarakat dalam Membatasi Penggunaan Kantong Plastik sebagai Salah Satu Upaya Pelestarian Lingkungan*. Artikel Fakultas Ekonomi, Universitas Kristen Petra : Surabaya, 1-8.
- Badan Pusat Statistik. (2010). *Produksi Tanaman Singkong Indonesia*. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik
- Bhardawaj, A., Kumar, R., Dabas, V., and Alam, N. (2012). *Assessment and Enhancing Adherence to Treatment Regimen in Tuberculosis Out Patient*. Int J Pharm Pharm Sci. **4 (3)** : 517 - 522.
- Billmeyer, F.W. 1984. *Textbook of Polymer Science*. Third Edition. New York : John Wiley and Sons
- Cesaria, R. Y, Wirosodarmo, R, Suharto, B. (2014). *Pengaruh Penggunaan Starter Terhadap Kualitas Fermentasi Limbah Cair Tapioka Sebagai Alternatif Pupuk Cair*. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 8-14..
- Darni, Y., H. Utami dan S. Asriah. (2009). *Peningkatan Hidrofobitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradable Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut Eucheuma Spinossum*. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Lampung. 14 Hlm.
- Depkes R.I. (1992). *Undang-Undang Kesehatan No 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan*. Jakarta.
- Denia, P. Abrista. (2011). *Pengaruh Penambahan Selulosa Dasetat dari Serat Nanas Terhadap Sifat Mekanik Edible Plastik berbasis Pati Tapioka*. Skripsi. Departemen Fisika dan Teknologi. Universitas Airlangga : Surabaya. <http://repository.unair.ac.id/25605/>
- Donhowe, I.G. dan O. Fennema. (1994). *Edible Films and Coatings Characteristics, Formation, Definitions, and Testing Methods*. Academic Press Inc. London.
- Doni, Gunawan. (2015). *Studi Evaluasi Unit Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioca (Studi Kasus : PT Langgeng Cakra Lestari)*. Skripsi. Universitas

- Indonesia : Jakarta. <http://lib.ui.ac.id/file?file=pdf/abstrak-20238735.pdf>
- Fahrudin dan Haedar Nur. (2014). *Potensi Pati Ketela Pohon Manihot Uttilissima Pohl Sebagai Bahan Baku Pembuatan Film Plastik Biodegradabel*. Jurnal Alam dan Lingkungan, Vol.5 (8) Maret 2014 : ISSN 2086-4604, 43-48.
- Giwangkara, S. (2006). *Aplikasi Logika Syaraf Fuzzy Pada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan Spetrofotometer Infra Merah - Transformasi Fourier (FT-IR)*. Artikel Sekolah Tinggi Energi dan Mineral. Cepu : Jawa Tengah.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2009). *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Pengolahan Tapioka*. Jakarta Pusat : KemenLH.
- Koesoemo Soebijanto Tjokroadi. (1993). *HFS dan Industri Ubi Kayu lainnya*. PT Gramedia pustaka Utama ,Jakarta.
- Kristianto, P. (2002). *Ekologi Industri*. Penerbit ANDI. Yogyakarta. Krochta, J.M.; E.A. Baldwin and M.Nisperos-Carriedo (Eds.). (1994). *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Technomic Pub. Co., Inc Lancaster.
- Latief, R. (2001). *Teknologi Kemasan Biodegradable*. Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pascasarjana/S3. Institut Pertanian Bogor : Bandung. http://www.rudycr.com/PPS702- ipb/02201/rindam_latief.htm
- Lee, S. Y. and V. C. H. Wan. (2006). *Edible Films and Edible Coatings*. In Handbook of Food Science, Technology, and Engineering Volume I. (Eds) : Hui, Y.H. CRC Press, USA.
- Lumbanraja, E.R. (2007). *Karakteristik Bioplastik Poli-Hidroksialkanoat (PHA) dengan Penambahan Polioksietilen-(20)-Sorbitan Monolaurat sebagai Pemplastik*. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor : Bogor. <https://id.123dok.com/document/download/6qmpej9q>
- Margono, T., S. Detty dan H. Sri . (2000). *Buku Panduan Teknologi Pangan*. Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI. Jakarta.
- Normiyati, Adistya. (2011). *Pemanfaatan Limbah Padat Tapioka sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)*. Skripsi. Prodi Teknik

- Lingkungan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran : Surabaya.
eprints.upnjatim.ac.id/2655/1/file1.pdf
- Prima A.H dan Hesmita W. (2015). *Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (Durio zibethinus Murr)*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 4 (1) : hal. 21-26.
- Purwanti. (2009). *Kualitas Bioetanol Limbah Padat Basah Tapioka Dengan Penambahan Ragi dan Waktu Fermentasi Yang Berbeda*. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
<http://eprints.ums.ac.id/4318/>
- Purwanti F.N. (2012). *Kualitas Nutrien Onggok Yang Difermentasi Aspergillus Tiger Dengan Penambahan Level Urea dan Zeolit Yang Berbeda*. Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Fakultas Peternakan : Institut Pertanian Bogor.
repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/55925/8/D12fwp.pdf
- Retnowati, D. dan Sutanti R. (2009). *Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Singkong dan Lindur sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol*. Makalah Penelitian, Program Studi Teknik Kimia. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro : Semarang.
eprints.undip.ac.id/3728/1/makalah_penelitian_Rini_Sutanti.pdf
- Rezki, D.I, Ratnawulan, dan Darvina, Y. (2016). *Pengaruh Penambahan Senyawa Ekstrak Kulit Jeruk (Citrus SP) Terhadap Sifat Fisika Plastik Biodegradable Dari Ubi Kayu Dengan Senyawa Aditif Gula Jagung*. PILLAR OF PHYSICS, Vol. 7. April 2016, 73-80.
- Septorini, R. (2008). *Perbedaan Kadar Glukosa pada Onggok yang Dihidrolisis dengan Asam Klorida, Asam Sulfat, dan Asam Oksalat*. Karya Tulis Ilmiah, Program Studi D III Analis Kesehatan. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah : Semarang.
<http://digilib.unimus.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jtpt-unimus-gdl-ragilsepto-5315>
- Setiawan, W. M. (2006). *Produksi Hidrolisat Pati dan Serat Pangan dari Singkong melalui Hidrolisis dengan α -Amilase dan Asam Klorida*. Jurnal. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor : Bogor.

- Ubed S.A.N dan Indah Firdaus N. (2010). *Optimasi Pembuatan Plastik Biodegradabel Berbasis Ubi Kayu dengan Aditif Senyawa Limonen dari Kulit Jeruk untuk Meningkatkan Elastisitas*. Karya Tulis Ilmiah, PKM-GT, Universitas Negeri Malang : Malang.
<http://kemahasiswaan.um.ac.id/wp-content/uploads/2010/04/PKM-GT-10-UM-Ubed-Optimalisasi-Pembuatan-Plastik-.pdf>
- Van Vlack, Lawrence H. (1991). *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*. Alih bahasa Ir. Sriati Japrie M.E.E.Mwt. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- W Schnabel. (1981). *Polymer Degradation, Principles and Practical Applications*. New York : Macmillan Publishing Co., Inc.
- Wahyu, M.K. (2009). *Pemanfaatan Pati singkong sebagai bahan Baku Edible Film*. Karya Ilmiah. Jurusan Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pangan, Universitas Padjajaran. Beswan Djarum : RSO Bandung. vendy17.blog.uns.ac.id/files/.../pemanfaatan-pati-singkong-sebagai-bahan-baku.pdf
- Weiping, Ban. (2005). *Improving The Physical And Chemical Functionally of Starch-Derived Films with Biopolymer*. Journal of Applied Polymer Science vol. 100.
- Winarno F.G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wirawan, Sang Kompiang, Agus Prasetya, and Ernie. (2012). *Pengaruh Plasticizer pada Karakteristik Edible Film dari Pektin*. (Vol.14, No.1). Hal 61-67.
- Zainal Abidin, A. (2009). *Peningkatan Kadar Protein Ampas Tapioka dengan Teknik Fermentasi Media Padat*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia-STNKI : Bandung.

LAMPIRAN 1
BIODATA KETUA DAN ANGGOTA TIM PENGUSUL

A. Identitas Diri Ketua Pengusul

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	-
4	NPP	18101209
5	NIDN	0724129201
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Nganjuk, 24 Desember 1992
7	E-mail	edzaaria@unusa.ac.id edzaaria@gmail.com
8	Nomor Telepon/Hp	+6282245433262
9	Alamat Kantor	Jalan Raya Jemursari No. 51-57 Surabaya
10	Nomor Telepon/Fax.	031 8479070
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	64
12	Mata Kuliah yang Diampu	1 Dasar Kesehatan Lingkungan 2 Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) 3 Sanitasi Rumah Sakit 4 Dasar Ilmu Kesehatan Masyarakat 5 Hukum Kesehatan 6 Analisis Kualitas Lingkungan 7 Teknologi Informasi Komunikasi 8 Kesehatan dan Keselamatan Kerja – Kesehatan Lingkungan 9 Keselamatan Kerja 10 Kesehatan Lingkungan 11 Pengalaman Belajar Lapangan 12 Magang

B. Riwayat Pendidikan

Uraian	D-III	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Poltekkes Kemenkes Surabaya	STIKES Widyagama Husada Malang	UNAIR
Bidang Ilmu	Kesling	Kesling	Kesling
Tahun Masuk-Lulus	2011-2014	2014-2016	2016-2018
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Beban Pencemaran Deterjen Kelurahan	Pengaruh Penyuluhan Cuci Tangan Pakai Sabun	Pemetaan dan Analisis Spasial Faktor Risiko Kasus Tuberkulosis

Uraian	D-III	S-1	S-2
	Tambak Wedi Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya Tahun 2014	Terhadap Sikap Mencuci Tangan Siswa Kelas IV di SDN Sukomoro I dan III Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk	Paru BTA Positif di Kota Surabaya
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Eva Rustanti E.W, M.T & A.T Diana Nerawati, S.KM, M.Kes	Agus Yohanana, S.H, M.KL & dr. Rudy Joegijantoro, MMRS	Dr. R. Azizah, S.H, M.Kes & Prof. Soedjadi Keman, dr., M.S, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
1	2014	Beban Pencemaran Deterjen Kelurahan Tambak Wedi Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya Tahun 2014	Mandiri	-
2	2016	Pengaruh Penyuluhan Cuci Tangan Pakai Sabun Terhadap Sikap Mencuci Tangan Siswa Kelas IV di SDN Sukomoro I dan III Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk	Mandiri	-
3	2016	Pengaruh Intervensi Promosi Kesehatan Terhadap Perilaku Cuci Tangan Pakai Sabun (Studi Kasus pada Siswa Kelas IV di SDN Tanah Kali Kedinding II Kota Surabaya) Tahun 2016	STIKES Widyagama Husada	-
4	2017	Hubungan Sikap Kerja dengan Kejadian Low Back Pain Pada Perawat Rumah Sakit Islam Aisyiyah Kota Malang	STIKES Widyagama Husada	-
5	2018	Pemetaan dan Analisis Spasial Faktor Risiko Kasus	Mandiri	-

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah (Juta Rp)
		Tuberkulosis Paru BTA Positif di Kota Surabaya		
6	2018	Pengaruh Lingkungan Kerja Fisik Terhadap Stress Kerja Pada Pekerja Divisi Assembling di PT. Bromo Steel Indonesia Kota Pasuruan Jawa Timur	STIKES Widyagama Husada	-
7	2018	Hubungan Parasit di Tanah Dengan Keberadaan Parasit Pada Kuku Petani Sumber Urip 1 Desa Wonorejo Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang	STIKES Widyagama Husada	-

D. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/ Tahun
1	Beban Pencemaran Deterjen Kelurahan Tambak Wedi Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya Tahun 2014	Jurnal Gema Kesehatan Lingkungan	2014
2	Pollutant Load Of Detergents In Tambak Wedi Urban Village, Kenjeran Subdistrict, Surabaya City In 2014	International Journal of Research in Advent Technology	2017
3	Pengaruh Penyuluhan Cuci Tangan Pakai Sabun Terhadap Sikap Mencuci Tangan Siswa Kelas IV di SDN Sukomoro I dan III Kecamatan Sukomoro Kabupaten Nganjuk	Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada	2018

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Internasional : 1st SEHAT Seminar on Environment And Health	Pollutant Load Of Detergents In Tambak Wedi Urban Village, Kenjeran	8-9 November 2016 Unair

No	Nama Pertemuan Ilmiah/ Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
		Subdistrict, Surabaya City	Surabaya

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerpa sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian.

Surabaya, 01 April 2019
Ketua Tim Peneliti



(Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL)
NPP. 18101209

BIODATA KETUA DAN ANGGOTA TIM PENGUSUL

A. Identitas Diri Anggota Tim Pengusul

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4	NPP	19011234
5	NIDN	0020036001
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Banjarmasin, 20 Maret 1960
7	E-mail	akasyekti@unusa.ac.id
8	Nomor Telepon/Hp	+6285733030023
9	Alamat Kantor	Jl. Jemursari No 51-57 Surabaya
10	Nomor Telepon/Fax.	031 8479070
11	Lulusan yang Telah Dihasilkan	64
12	Mata Kuliah yang Diampu	1 Analisis Kualitas Lingkungan
		2 Kesehatan Lingkungan
		3 Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
		4 Filsafat
		5 Kepemimpinan
		6 Filsafat Ilmu
		7 Penanganan Limbah Industri

B. Riwayat Pendidikan

Uraian	S-1	S-2	S3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya	UNAIR	UNAIR
Bidang Ilmu	Pertanian	Kesmas	Sains dan Teknologi
Tahun Masuk-Lulus	1980-1984	1996-1998	2019-2014
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	-	-	-
Nama Pembimbing/Promotor	-	-	-

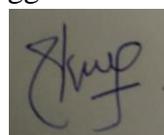
E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/ Tahun
1	Lead Toxicity at different life stages of the giant prawn (<i>Macrobrachium rosenbergii</i> , de Man) : considerations of osmoregulatory capacity and histological v Changes in adult gills	Jurnal Internasional Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. Taylor & Francis	2016

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan penelitian.

Surabaya, 01 April 2019
Anggota Tim Peneliti



(Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M)
NPP. 19011234

LAMPIRAN 2
SURAT PENGUSULAN PENELITIAN

Kepada Yth:
Ketua LPPM
Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya
Di
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji Syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karuniaNya, shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW semoga Bapak/Ibu selalu dalam keadaan sehat wal'afiat.

Dalam rangka pelaksanaan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu penelitian, saya bermaksud mengajukan surat izin penelitian yang berjudul "Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)" yang akan dilaksanakan pada bulan April s/d Juni 2019 di Instansi berikut:

Nama Instansi : Poltekkes Kemenkes Surabaya
Tempat : Jalan Pucang Jajar Tengah No.56, Kertajaya, Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur 60282.

Tim Pengusul : 1. Nama : Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
NIDN/NPP : 0724129201/18101209
Jabatan : Dosen
2. Nama : Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M
NIDN/NPP : 0020036001/19011234
Jabatan : Dosen

Mahasiswa yang terlibat :

- a. Allifia Wahyu Firdha Usi (NIM. 2130018063)
- b. Dyah Pramesti Ayu Wardhani (NIM. 2130016041)
- c. Vidi Annisya Pratikasari (NIM. 2130017037)

Demikian Surat Permohonan ini kami buat, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih..

Surabaya, 01 April 2019
Ketua Tim Penelitian



Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL

Tembusan :

1. Kaprodi S1 IKM UNUSA

LAMPIRAN 3
SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PELAKSANA



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SURABAYA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
Kampus A Wonokromo : Jl. Smea No. 57 Tlp. 031-8291920, 8284508 Fax. 031-8298582 – Surabaya 60243
Kampus B RSI Jemursari : Jl. Jemursari No. 51-57 Tlp. 031-8479070 Fax. 031-8433670 – Surabaya 60237
Website : unusa.ac.id Email : info@unusa.ac.id

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
NPP : 18101209
Pangkat/ Golongan : -
Jabatan Fungsional : -
Alamat : Jalan Semolowaru Tengah 3/9, Sukolilo, Surabaya

Dengan ini menyatakan bahwa proposal saya yang berjudul:

“Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik
Mudah Terurai (*Biodegradable*)”

yang diusulkan dalam Penelitian tahun anggaran 2019 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan biaya penelitian yang sudah diterima ke UNUSA.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kesehatan

UNUSA
FAKULTAS KESEHATAN
Prof. S.P. Edijanto, dr, Sp.PK(K)
NPP. 1307926

Surabaya, 01 April 2019
yang menyatakan,

Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
NPP. 18101109

LAMPIRAN 4
SUSUNAN ORGANISASI TIM PENELITI DAN PEMBAGIAN TUGAS

No	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu	Uraian Tugas
1.	<i>Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL</i>	<i>Ketua</i>	<i>Kesehatan Lingkungan, Kesehatan Masyarakat</i>	<i>3 jam/ minggu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>a. Membuat proposal penelitian</i> <i>b. Melakukan observasi</i> <i>c. Mengumpulkan bahan-bahan penelitian</i> <i>d. Mengolah data penelitian</i> <i>e. Membuat laporan penelitian</i>
2.	<i>Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes, M.M</i>	<i>Anggota</i>	<i>Kesehatan Lingkungan, Kesehatan Masyarakat</i>	<i>3 jam/ minggu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>a. Melakukan observasi</i> <i>b. Mengumpulkan bahan-bahan penelitian</i> <i>c. Mengolah data penelitian</i> <i>d. Membuat laporan penelitian</i>

LAMPIRAN 5 SURAT TUGAS



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SURABAYA

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Kampus A Wonokromo : Jl. SMEA No.57 Tlp. 031-8291920, 8284508 Fax. 031-8298582 – Surabaya 60243

Kampus B RSJ Jemursari : Jl. Jemursari NO.51-57 Tlp. 031-8479070 Fax. 031-8433670 – Surabaya 60237

Website : unusa.ac.id Email: info@unusa.ac.id

Surabaya, 11 April 2019

Nomor : 308/UNUSA/Adm-LPPM/IV/2019

Lampiran : -

Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth.
Pimpinan Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Jalan Pucang Jajar Tengah No. 56, Kertajaya
Gubeng, Surabaya

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW semoga Bapak / Ibu selalu dalam keadaan sehat wal'afiat.

Dalam rangka pelaksanaan Penelitian Tahun Akademik 2019, maka kami memberitahukan bahwa dosen Prodi S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya dibawah ini bermaksud mengadakan penelitian.

Ketua Peneliti	: Edza Aria Wikurenira, S.KL., M.KL	(NPP 18101209)
Anggota Dosen	: Dr. Ir. Akas Yekti Pulih Asih, M.Kes., M.M	(NPP 19011234)
Anggota Mahasiswa	: Allifia Wahyu Firdha Usi	(NIM 2130018063)
	Dyah Pramesti Ayu Wardhani	(NIM 2130016041)
	Vidi Annisya Pratikasari	(NIM 2130017037)
Judul Penelitian	: Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)	
Tempat Pelaksanaan	: Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya	
Waktu	: April – Juni 2019	

Sehubungan dengan hal itu kami mohon kiranya dapat diberikan izin kepada dosen yang bersangkutan untuk mengadakan penelitian/mencari data di tempat yang Bapak / Ibu pimpin

Demikian surat permohonan ini, atas perhatian dan kebijaksanaannya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua LPPM
dan Sekretaris LPPM

Dhiran Nobel Bistara S.Kep, Ners, M.Kep
NPP : 16031059

LAMPIRAN 6
SURAT KETERANGAN TELAH MELAKSANAKAN PENELITIAN



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES SURABAYA



Jl. Pucang Jajar Tengah No. 56 Surabaya - 60282
Telp. (031) 5027058 Fax. (031) 5028141

Website : www.poltekkesdepkes-sby.ac.id
Email : admin@poltekkesdepkes-sby.ac.id

SURAT KETERANGAN TELAH MELAKUKAN PENELITIAN

Nomor: LB.05.03/V.42/3201/2019

yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : DR. I Dewa Gede H. W., S.T, M.T
Jabatan : Ketua Unit Laboratorium Terpadu
Instansi : Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Alamat : Jalan Pucang Jajar Tengah No.56 Surabaya

Dengan ini menerangkan bahwa nama yang tersebut dibawah ini :

Nama Peneliti : Edza Aria Wikurendra, S.KL, M.KL
NIDN : 0724129201
Jabatan : Dosen
Instansi : Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya
Alamat : Jalan Raya Jemursari No. 51-57 Surabaya

Telah selesai melakukan penelitian di Laboratorium Terpadu, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya selama 7 (Tujuh) hari, terhitung mulai tanggal 6 Mei s/d 10 Mei 2019 dalam rangka penyusunan Skripsi/Tesis/Disertasi/ Penelitian yang berjudul : **“Pemanfaatan Limbah Padat dan Cair Tapioka Sebagai Bahan Baku Plastik Mudah Terurai (Biodegradable)”**.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan sepenuhnya.

Surabaya, 13 Mei 2019

Mengetahui,

Ka Unit
Laboratorium Terpadu



DR. I Dewa Gede H. W., S.T, M.T

197504021999031002

LAMPIRAN 7
DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL PENELITIAN



UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA SURABAYA

Kampus A Wonokromo : Jl. SMIEA No.57 Tlp. 031-8291920, 8284508 Fax. 031-8298582 – Surabaya 60243
Kampus B RSI Jemursari : Jl. Jemursari No.51-57 Tlp. 031-8479070 Fax. 031-8433670 – Surabaya 60237
Website : www.unusa.ac.id Email: info@unusa.ac.id

DAFTAR HADIR

Hari, Tanggal : Jum'at , 28 Juni 2019
Pukul : 10.00 - selesai
Tempat : Ruang Rapat Fakultas Kesehatan
Agenda : Seminar Hasil penelitian Internal

No.	Nama	Jabatan	Tanda Tangan
1	Teguh Hertambang	LPPM	1.
2	Novers Herdiani	IKM	2.
3	Endah Budi Permana	Gizi	3.
4	Edza Arin w.	IKM	4.
5			5.
6			6.
7			7.
8			8.
9			9.
10			10.
11			11.
12			12.
13			13.
14			14.
15			15.
16			16.
17			17.
18			18.
19			19.
20			20.

**LAMPIRAN 8
DOKUMENTASI PENELITIAN**

**DOKUMENTASI PENGAMBILAN SAMPEL DI LOKASI PABRIK
TEPUNG TAPIOKA UD. HH**



**Kolam Penampung Limbah Cair
Tepung Tapioka**



**Kolam Penampung Limbah Padat
(Ampas) Tepung Tapioka**

**DOKUMENTASI PROSES PEMBUATAN BIOPLASTIK DI
LABORATORIUM TERPADU POLTEKKES SURABAYA**



Persiapan Alat Dan Bahan



Menimbang sampel Dan Bahan



Menghaluskan Sampel Limbah Padat (Ampas)



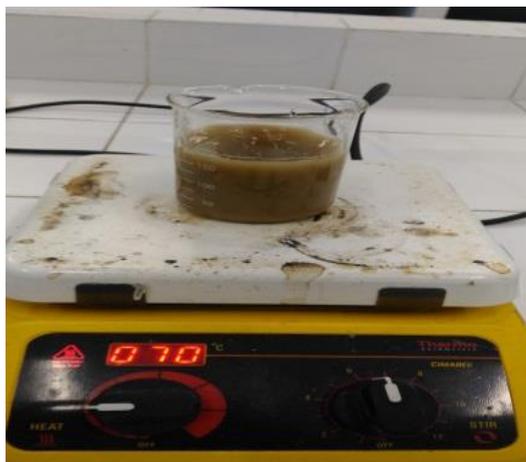
Menyaring sampel Limbah Padat (Ampas)



Menyaring Limbah Cair Dengan Menggunakan Kertas Saring



Membuat Larutan Pelarut



Panaskan diatas magnetic stirrer sampai mengental



Setelah Sampel di Keringkan di Petridish Sampel di Haluskan



Kemudian di Ayak Dengan Menggunakan Saringan 200 μ m Dengan Diameter 25cm



Sampel yang Sudah di Ayak Kemudian Masing-Masing Sampel di Timbang Kembali



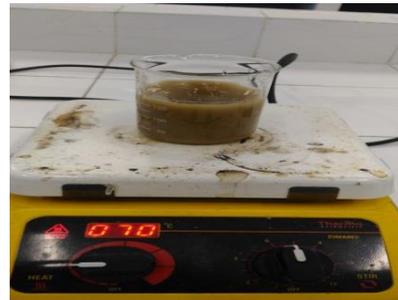
Kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker (250)ml , ditambahkan aquades 100ml , ethanol 45ml 96% dan gliserol 1,2ml



Panaskan diatas magnetic stirrer sampai mengental



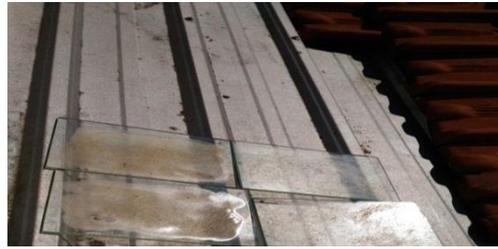
Membuat Larutan pelarut



Panaskan diatas magnetic stirrer sampai mengental

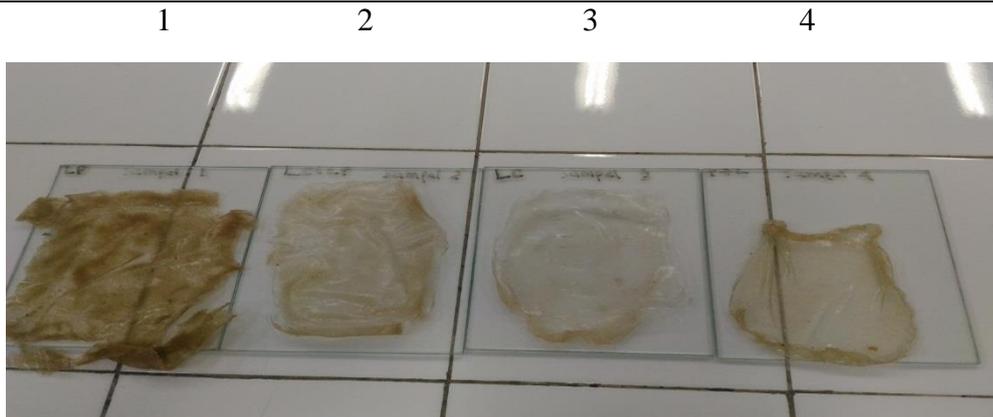


Setelah Mengental Kemudian Menuangkan Diatas Cetakan Kaca



Proses Terakhir Keringkan Sampai Benar-Benar Kering Agar Mudah Di lepas

HASIL AKHIR BIOPLASTIK



Keterangan :

No 1 : Sampel Limbah Padat

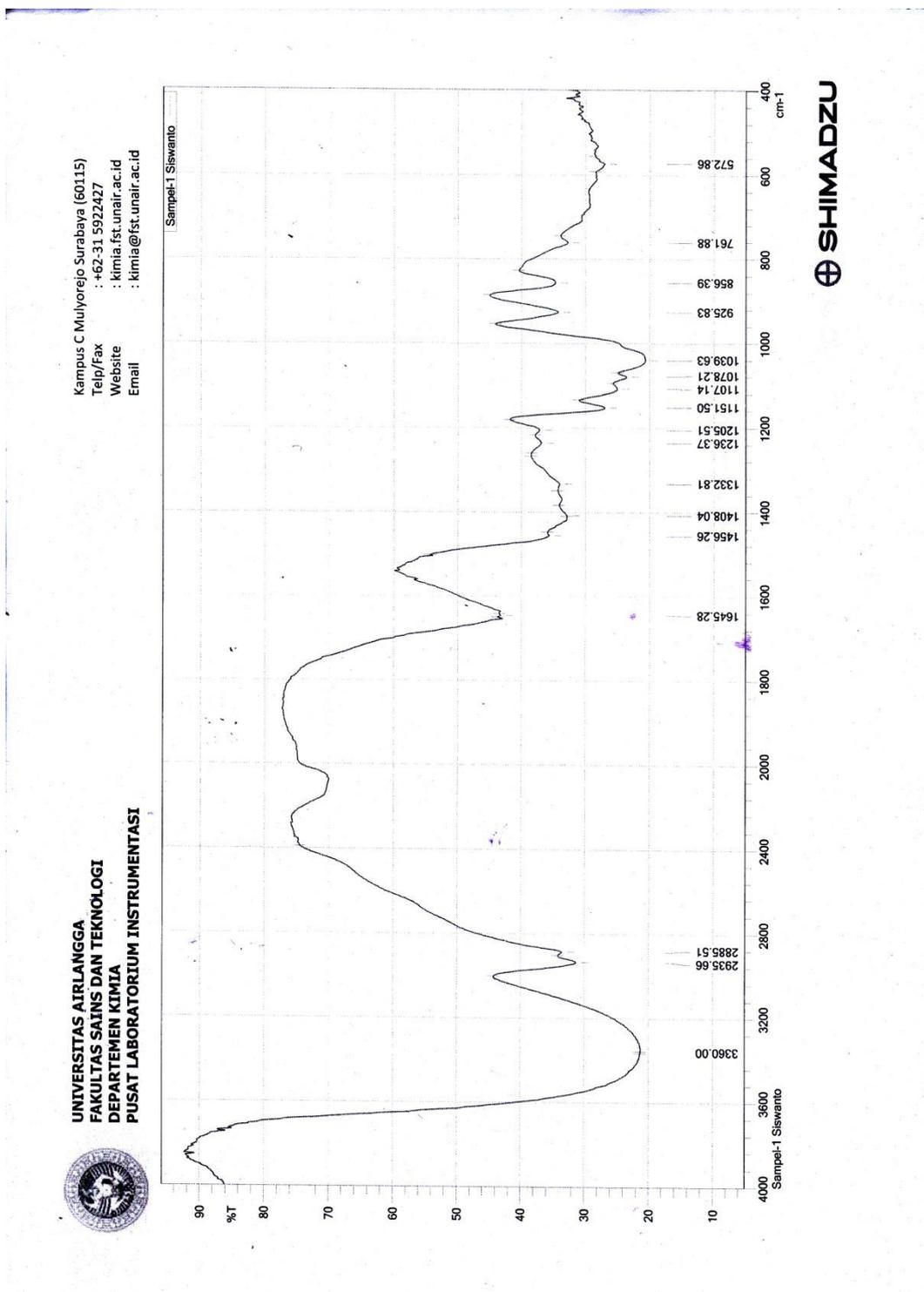
No 2 : Sampel Limbah Cair dan Limbah Padat

No 3 : Sampel Limbah Cair

No 4 : Sampel Limbah Padat dan Tepung

LAMPIRAN 9 HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM

HASIL ANALISA UJI FT-IR



Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31-5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI





UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

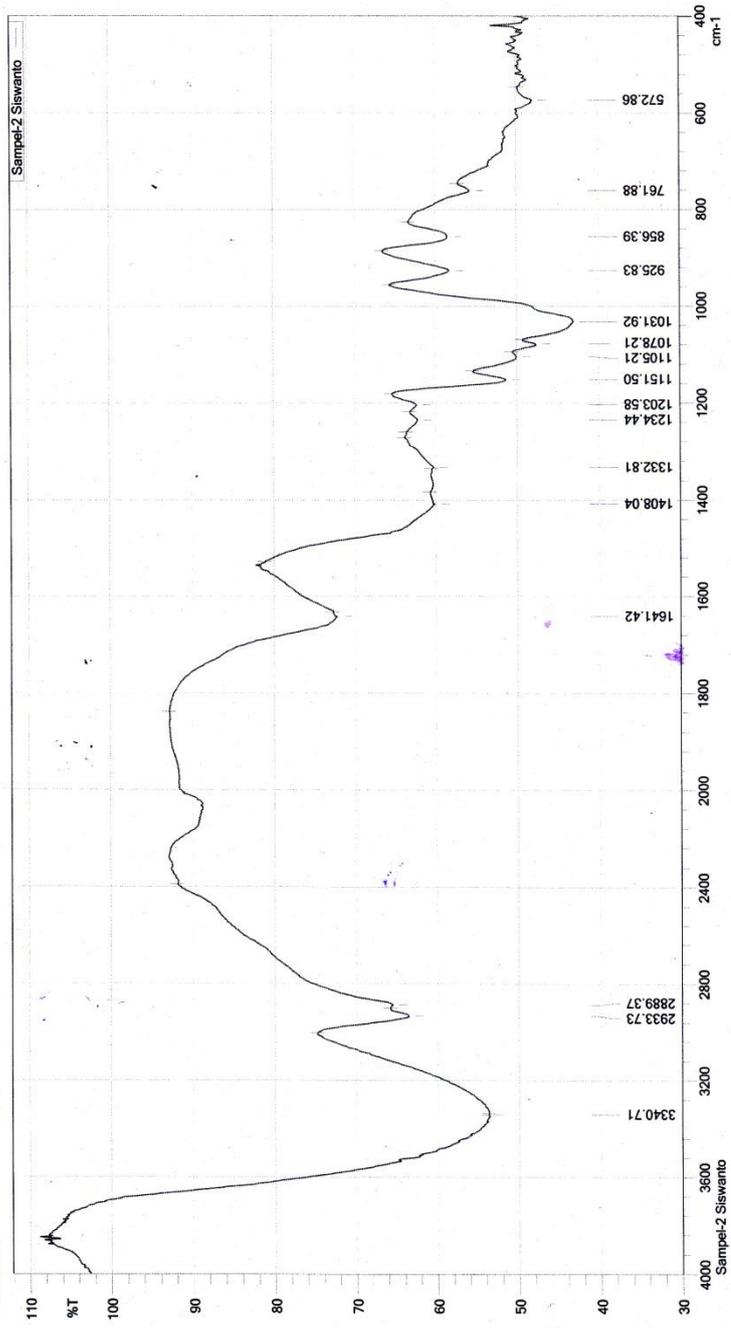
Item	Value
Acquired Date&Time	4/01/2018 10:06:42 AM
Acquired by	KAUTSAR
Filename	H:\DATA FTIR\20181204\Sampel-11.ispd
Spectrum name	Sampel-1 Siswanto
Sample name	
Sample ID	
Option	
Comment	Sampel-1 Siswanto

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	572.86	27.07	1.41	592.15	555.50	2647.837	26.892	
2	761.88	32.76	2.52	827.46	744.52	5261.541	50.754	
3	856.39	34.73	7.97	885.33	827.46	3578.555	263.461	
4	925.83	34.28	10.15	952.84	885.33	4097.739	352.722	
5	1039.63	20.68	9.09	1068.56	952.84	8429.628	852.995	
6	1078.21	23.60	1.67	1093.64	1068.56	1892.794	21.084	
7	1107.14	25.07	2.40	1134.14	1093.64	2965.838	63.084	
8	1151.50	26.98	8.05	1180.44	1134.14	3128.025	182.773	
9	1205.51	37.22	1.89	1217.08	1180.44	2244.310	39.239	
10	1236.37	36.95	1.21	1259.52	1217.08	2649.466	26.502	
11	1332.81	34.05	1.07	1348.24	1267.23	5181.636	31.248	
12	1408.04	32.87	0.11	1409.96	1382.96	1795.435	-0.259	
13	1456.26	35.70	3.39	1502.55	1446.61	3184.958	115.317	
14	1645.28	43.29	0.34	1649.14	1641.42	436.361	1.433	
15	2885.51	33.58	1.94	2902.87	2389.80	22246.285	-1172.888	
16	2935.66	31.31	6.14	3003.17	2902.87	6393.236	295.025	
17	3360.00	21.25	0.07	3363.86	3356.14	607.361	0.267	



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id



SHIMADZU



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

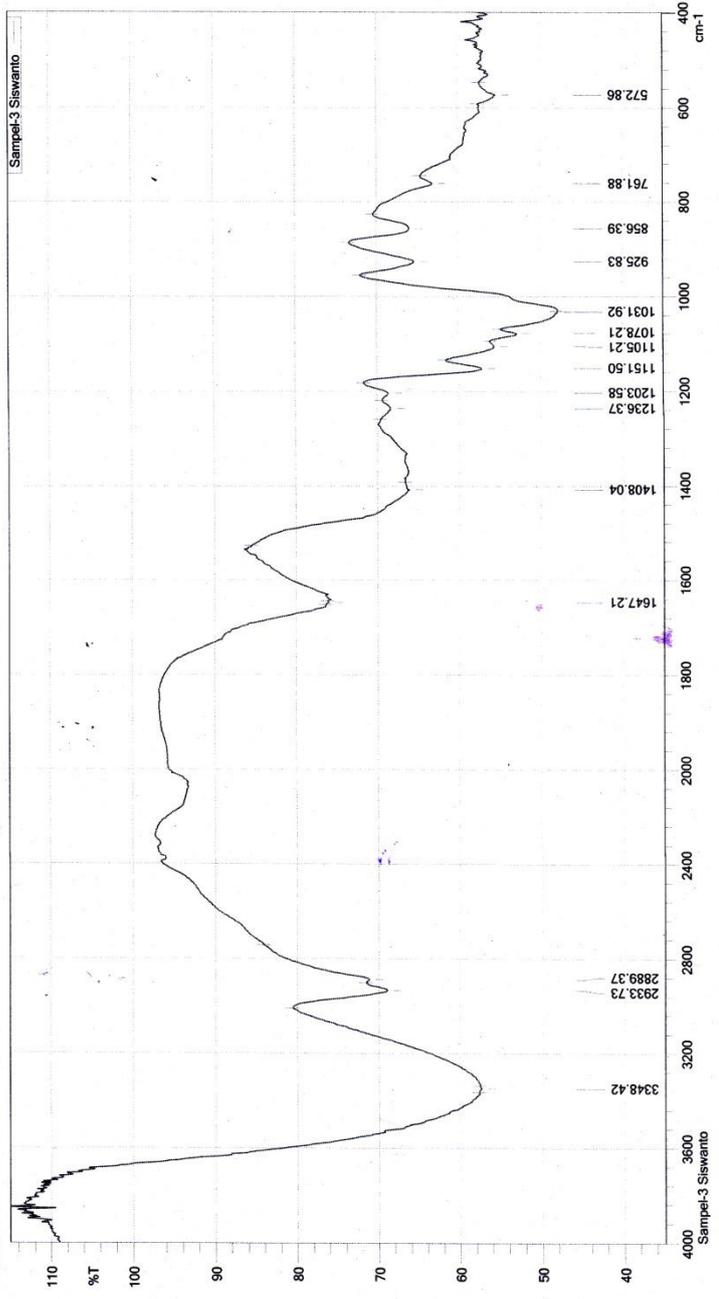
Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

Item	Value
Acquired Date&Time	4/01/2018 10:21:05 AM
Acquired by	KAUTSAR
Filename	H:\DATA_FTIR\20181204\Sampel-21.ispd
Spectrum name	Sampel-2 Siswanto
Sample name	
Sample ID	
Option	
Comment	Sampel-2 Siswanto

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	572.86	47.98	0.38	576.72	545.85	1570.249	-3.937	
2	761.88	55.72	2.66	825.53	746.45	3194.070	50.101	
3	856.39	58.51	6.44	885.33	825.53	2312.743	214.329	
4	925.83	58.25	7.76	954.76	885.33	2629.652	274.681	
5	1031.92	43.08	11.50	1068.56	954.76	5678.574	841.182	
6	1078.21	47.62	2.17	1093.64	1068.56	1283.172	27.420	
7	1105.21	50.03	1.86	1134.14	1093.64	1954.845	48.473	
8	1151.50	51.34	7.78	1180.44	1134.14	2014.344	179.585	
9	1203.58	62.32	1.65	1217.08	1180.44	1337.369	27.420	
10	1234.44	62.22	1.12	1259.52	1217.08	1578.864	25.187	
11	1332.81	60.26	0.36	1334.74	1271.09	2417.954	10.436	
12	1408.04	60.09	4.17	1527.62	1382.96	4717.593	507.351	
13	1641.42	72.22	1.49	1838.16	1631.78	2993.277	-558.834	
14	2889.37	65.50	1.02	2902.87	2389.80	9786.617	-1052.963	
15	2933.73	63.53	5.00	3005.10	2902.87	3266.656	230.427	
16	3340.71	53.68	0.03	3342.64	3334.92	357.139	0.172	

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI



SHIMADZU



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

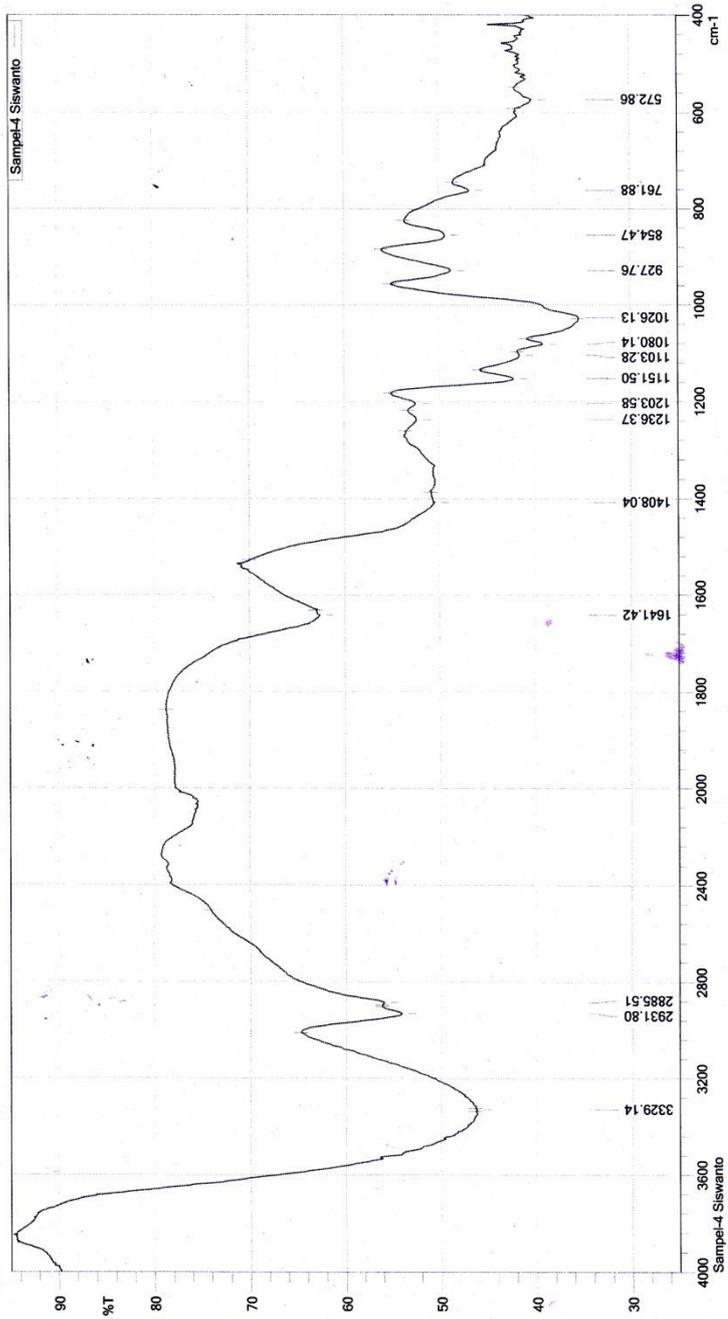
Item	Value
Acquired Date&Time	4/01/2018 10:42:02 AM
Acquired by	KAUTSAR
Filename	H:\DATA FTIR\20181204\Sampel-31.ispd
Spectrum name	Sampel-3 Siswanto
Sample name	
Sample ID	
Option	
Comment	Sampel-3 Siswanto

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	572.86	55.40	2.07	592.15	545.85	2011.587	42.515	
2	761.88	63.17	2.69	825.53	744.52	2684.765	53.362	
3	856.39	65.99	5.97	885.33	825.53	1874.785	195.307	
4	925.83	65.40	7.22	954.76	885.33	2143.241	249.720	
5	1031.92	47.85	0.36	1068.56	1029.99	1921.326	44.896	
6	1078.21	52.88	2.48	1093.64	1068.56	1147.408	31.890	
7	1105.21	55.63	2.08	1134.14	1093.64	1719.976	53.720	
8	1151.50	57.17	8.01	1182.36	1134.14	1788.107	177.192	
9	1203.58	68.60	1.70	1219.01	1182.36	1111.497	29.882	
10	1236.37	68.35	1.12	1259.52	1219.01	1261.115	25.311	
11	1408.04	66.11	2.87	1527.62	1390.68	3624.429	343.700	
12	1647.21	76.03	0.25	1651.07	1643.35	183.872	0.806	
13	2889.37	71.17	1.45	2902.87	2744.71	3413.574	-98.256	
14	2933.73	68.95	5.18	3010.88	2902.87	2805.345	217.741	
15	3348.42	57.42	0.23	3361.93	3336.85	1064.102	2.348	



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id



SHIMADZU



UNIVERSITAS AIRLANGGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
DEPARTEMEN KIMIA
PUSAT LABORATORIUM INSTRUMENTASI

Kampus C Mulyorejo Surabaya (60115)
Telp/Fax : +62-31 5922427
Website : kimia.fst.unair.ac.id
Email : kimia@fst.unair.ac.id

Item	Value
Acquired Date&Time	4/01/2018 10:49:56 AM
Acquired by	KAUTSAR
Filename	H:\DATA FTIR\20181204\Sampel-41.ispd
Spectrum name	Sampel-4 Siswanto
Sample name	
Sample ID	
Option	
Comment	Sampel-4 Siswanto

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	572.86	40.18	1.82	592.15	547.78	2612.309	39.409	
2	761.88	46.75	2.88	823.60	744.52	3930.431	59.786	
3	854.47	49.36	5.48	883.40	823.60	2888.282	186.056	
4	927.76	48.75	6.66	954.76	883.40	3413.926	240.131	
5	1026.13	35.38	0.56	1028.06	954.76	4132.807	118.508	
6	1080.14	39.13	2.11	1095.57	1068.56	1611.064	26.441	
7	1103.28	41.52	1.07	1134.14	1095.57	2198.746	29.023	
8	1150.50	42.20	6.86	1182.36	1134.14	2551.497	158.242	
9	1155.58	52.46	1.50	1217.08	1182.36	1618.303	26.874	
10	1233.37	52.39	1.00	1259.52	1217.08	2000.942	23.524	
11	1408.04	50.46	3.28	1527.62	1386.82	6004.712	433.530	
12	1641.42	62.60	1.17	1836.23	1631.78	5464.969	-490.068	
13	2885.51	55.96	0.71	2897.08	2505.53	12744.255	-915.553	
14	2931.80	54.12	4.33	3010.88	2902.87	4468.549	195.533	
15	3329.14	46.19	0.16	3336.85	3323.35	725.302	0.924	

HASIL ANALISA UJI MEKANIK



**LABORATORIUM FISIKA MATERIAL
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Alamat : Kampus C Unair, Jl.Mulyorejo Surabaya
Telp.(031)5936501, Fax.(031)5936502

SURAT KETERANGAN UJI SAMPEL

No: 01/UN3.1.87/LM/2019

Jenis Uji : Tensile Strength(TS) dan elongasi
Pemilik : **Edza Aria Wikurendra**

Sampel	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Gaya Tarik Newton)	Tensile Strength (Mpa)	Elongasi (%)
I	0.55	1.2	30	1.96	2.97	14.27
II	0.37	1.2	30	1.96	4.41	10.30
III	0.5	1.1	30	1.96	3.56	8.27
IV	0.64	1.1	30	1.96	2.78	10.27

Surabaya, 20 Mei 2019
Kalab.Fisika Material

Drs.Siswanto,M.Si
Nip.196403051989031003

HASIL ANALISA UJI BIODEGRADIBILITAS



**LABORATORIUM FISIKA MATERIAL
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA**

Alamat : Kampus C Unair, Jl.Mulyorejo Surabaya
Tlp.(031)5936501, Fax.(031)5936502

SURAT KETERANGAN UJI SAMPEL
No: 02/UN3.1.87/LM/2019

Jenis Uji : Degradasi bahan
Pemilik : **Edza Aria Wikurendra**

Sampel	M_0 (gram)	M_A (gram)	ΔM (gram)	Degradabilitas (%)
I	0.3464	0.2958	0.0506	14.61
II	0.3464	0.273	0.0734	21.19
III	0.3464	0.3455	0.0009	0.26
IV	0.3464	0.2425	0.1039	29.99

Surabaya, 20 Mei 2019
Kalab.Fisika Material

Drs.Siswanto,M.Si
Nip.196403051989031003