

TUGAS AKHIR - TK145501

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI UMBI BENGKUANG (*PACHYRHIZUS EROSUS*)

AMELIA EKA RISTY
NRP. 2314 030 084

RYAN DIMAS SYAIFULLAH
NRP. 2314 030 105

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
2017



FINAL PROJECT - TK145501

**PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF
BIOPLASTIC FROM JICAMA ROOT
(*PACHYRHIZUS EROSUS*) STARCH**

AMELIA EKA RISTY
NRP. 2314 030 084

RYAN DIMAS SYAIFULLAH
NRP. 2314 030 105

Supervisor
Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

DIII CHEMICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING INDUSTRY
Faculty of Vocational
Sepuluh Nopember Institut of Technology Surabaya
2017

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR DENGAN JUDUL :
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI UMBI
BENGKUANG (*PACHYRHIZUS EROSUS*)

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Departemen Teknik Kimia Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Amelia Eka Risty
Ryan Dimas Syaifullah

(NRP 2314 030 084)
(NRP 2314 030 105)

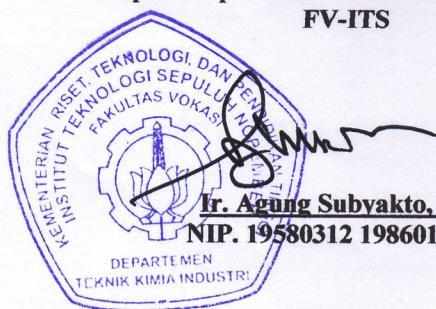
disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing

Dr.Ir.Niniek Fajar Puspita, M.Eng.
NIP. 19630805 198903 2 002

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia Industri
FV-ITS



Ir. Agung Subyakto, M.S.
NIP. 19580312 198601 1 001

SURABAYA, 27 JULI 2017

LEMBAR REVISI

Telah diperiksa dan disetujui sesuai dengan hasil ujian tugas akhir pada tanggal 12 Juli 2017 untuk tugas akhir dengan judul
“Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus Erosus*)”, yang disusun oleh :

Amelia Eka Risty
Ryan Dimas Syaifullah

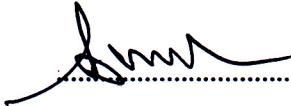
(NRP 2314 030 084)
(NRP 2314 030 105)

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir :

1. Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc



2. Ir. Agung Subyakto, MS



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr.Ir.Niniek Fajar Puspita, M.Eng



SURABAYA, 27 JULI 2017

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **“Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)”**.

Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaiannya Tugas Akhir ini, antara lain kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Kedua orang tua serta keluarga yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
3. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si., MT. selaku Koordinator Tugas akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Ibu Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

6. Bapak Ir. Agung Subyakto, MS. dan Bapak Prof. Dr. Ir. Soeprijanto, M.Sc. selaku Dosen Pengaji Tugas Akhir Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
7. Ibu Ir. Sri Murwanti, M.T. dan Ibu Warlinda Eka Triastuti, S.Si., MT. selaku Dosen Wali kami di Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
8. Segenap Dosen, staff dan karyawan Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
9. Rekan-rekan seperjuangan, angkatan 2014 Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, 01 Agustus 2017

Penyusun

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI PATI UMBI BENGKUANG (*PACHYRHIZUS EROSUS*)

Nama Mahasiswa : 1. Amelia Eka Risty (2314 030 084)
 2. Ryan Dimas Syaifulullah (2314 030 105)

Program Studi : DIII Chemical Engineering FV-ITS

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

ABSTRAK

Bioplastik adalah sebuah material biodegradable yang diproduksi dari proses polimerisasi polisakarida dari umbi-umbian seperti bengkuang, talas, singkong, dll. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan plasticizer sorbitol dan gliserol terhadap sifat fisik, kimia, dan mekanis bioplastik yang dibuat dari pati bengkuang.

Tiga tahap prosedur dalam inovasi ini, yaitu tahap ekstraksi pati, tahap pembuatan bioplastik dan tahap analisa karakteristik bioplastik. Pada tahap ekstraksi, umbi bengkuang dicuci, dikupas kulitnya, diparut dagingnya, dan diperas parutannya dengan penambahan air. Hasil perasan diendapkan lalu dikeringkan hingga diperoleh pati. Pada tahap pembuatan bioplastik, pati dicampur dengan asam asetat 5%, plasticizer, dan air lalu diaduk dan dipanaskan pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ hingga terjadi gelatinasi kemudian dicetak di plat kaca dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam untuk mendapatkan produk. Variabel yang digunakan pada inovasi ini adalah jenis plasticizer (gliserol dan sorbitol) dan konsentrasi (15%, 20%, 25%). Pada tahap analisa karakteristik bioplastik, kualitas produk inovasi dianalisa untuk menentukan sifat fisik (uji penggembungan dan uji ketahanan kimia bioplastik), kimia (uji FTIR), mekanis (kuat tarik dan persentase pemanjangan) dan biodegradablenya.

Hasil terbaik pada analisa sifat mekanik memiliki nilai kuat tarik sebesar 2,905 MPa dari produk pada variabel gliserol 25%, nilai elongasi sebesar 52% dari produk pada variabel sorbitol 25%, nilai % swelling sebesar 12,5% dari produk pada variabel gliserol 20% dan sorbitol 25%. Bioplastik yang mengalami degradasi massa paling besar sebesar 51% dibuat dari produk pada variabel sorbitol 15%. Analisa laju transmisi uap air sebesar $1,82 \text{ gr/m}^2 \cdot \text{jam}$ dari produk pada variabel sorbitol 25%. Pengujian FTIR produk menunjukkan adanya gugus ester dan karboksil yang menandakan bahwa plastik yang dihasilkan bersifat biodegradable.

Kata kunci: polimer, umbi bengkuang, karakteristik bioplastik.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF BIOPLASTIC FROM JICAMA ROOT (*PACHYRHIZUS EROSUS*) STARCH

Name of Student : 1. Amelia Eka Risty (2314 030 084)
2. Ryan Dimas Syaifulah (2314 030 105)
Study Program : DIII Chemical Engineering FV-ITS
Supervisor : Dr. Ir. Niniek Fajar Puspita, M.Eng.

ABSTRACT

Bioplastic is a biodegradable material produced from the polymerization process of polysaccharide from tubers such as jicama root, taro, cassava, etc. This experiment aims to find the effect of addition sorbitol and glycerol plasticizers to the physical, chemical, and mechanical properties of bioplastics made of the jicama root starch.

The three stages of the procedure in this innovation are the starch extraction stage, the bioplastic manufacturing stage and the bioplastic characteristic analysis stage. At the starch extraction stage, the jicama root is washed, peeled the roots and rasping them and straining the pulp with the addition of water. The pulp is filtered by settling the solid and then is dried to be the starch. At the bioplastic manufacturing stage, the starch is mixed with acetic acid 5%, plasticizer, and water while stirring it and heating it at ± 70°C for gelatinazing and then printing it on the glass plate mold and dry at 60°C for 24 hours to get the bioplastic. The variables used in this innovation are plasticizer type (glycerol and sorbitol) and its concentration (15%, 20%, 25%). At the bioplastic characteristic analysis stage, the quality of innovation products are analyzed to determine the physical (water absorption capability, chemical resistance test), chemical (FTIR test), mechanical (tensile strength, percentage elongation), and biodegradable properties.

The best result on testing of mechanical properties are a tensile strength value of 2,905 MPa from the products made by the glycerol plasticizers 25%, and value of elongation equal to 52% from the products made by sorbitol plasticizers 25%. The swelling test has a value of 12.5% of the products made by glycerol 20% and sorbitol 25% of variables. The product which has the greatest mass degradation 51% is made by sorbitol plasticizers 15%. The steam transmission rate test of 1.82 gr / m².hour is found from the products made of sorbitol 25%. The FTIR test shows the presence of ester and carboxyl groups indicating the biodegradable compound.

Keywords: polymers, jicama root, bioplastic characteristics.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR REVISI	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR GRAFIK	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Perumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah	I-4
I.4 Tujuan Inovasi	I-4
I.4 Manfaat Inovasi Produk.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Bengkuang	II-1
II.2 Karbohidrat.....	II-3
II.3 Bioplastik.....	II-6
II.4 <i>Plasticizer</i>	II-14
II.5 Metodologi Terbaik Pembuatan Bioplastik.....	II-21
BAB III METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK	
III.1 Tahap Pelaksanaan	III-1
III.2 Bahan Yang Digunakan	III-1
III.3 Peralatan Yang Digunakan.....	III-1
III.4 Prosedur Pembuatan.....	III-2
III.5 Tempat Pelaksanaan.....	III-33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Hasil Percobaan	IV-1
IV.2 Pembahasan.....	IV-4
BAB V NERACA MASSA	V-1
BAB VI NERACA PANAS	VI-1

BAB VII Estimasi Biaya

VII.1 Investasi Alat (<i>Fix Cost</i>)	VII-1
VII.2 <i>Variable Cost</i>	VII-1
VII.3 BEP	VII-3

BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN

VIII.1 Kesimpulan.....	VIII-1
VIII.2 Saran.....	VIII-1

DAFTAR PUSTAKA x**DAFTAR NOTASI** xiii**LAMPIRAN :**

APPENDIX A NERACA MASSA	A-1
APPENDIX B NERACA PANAS	B-1
APPENDIX C	C-1

DAFTAR GAMBAR

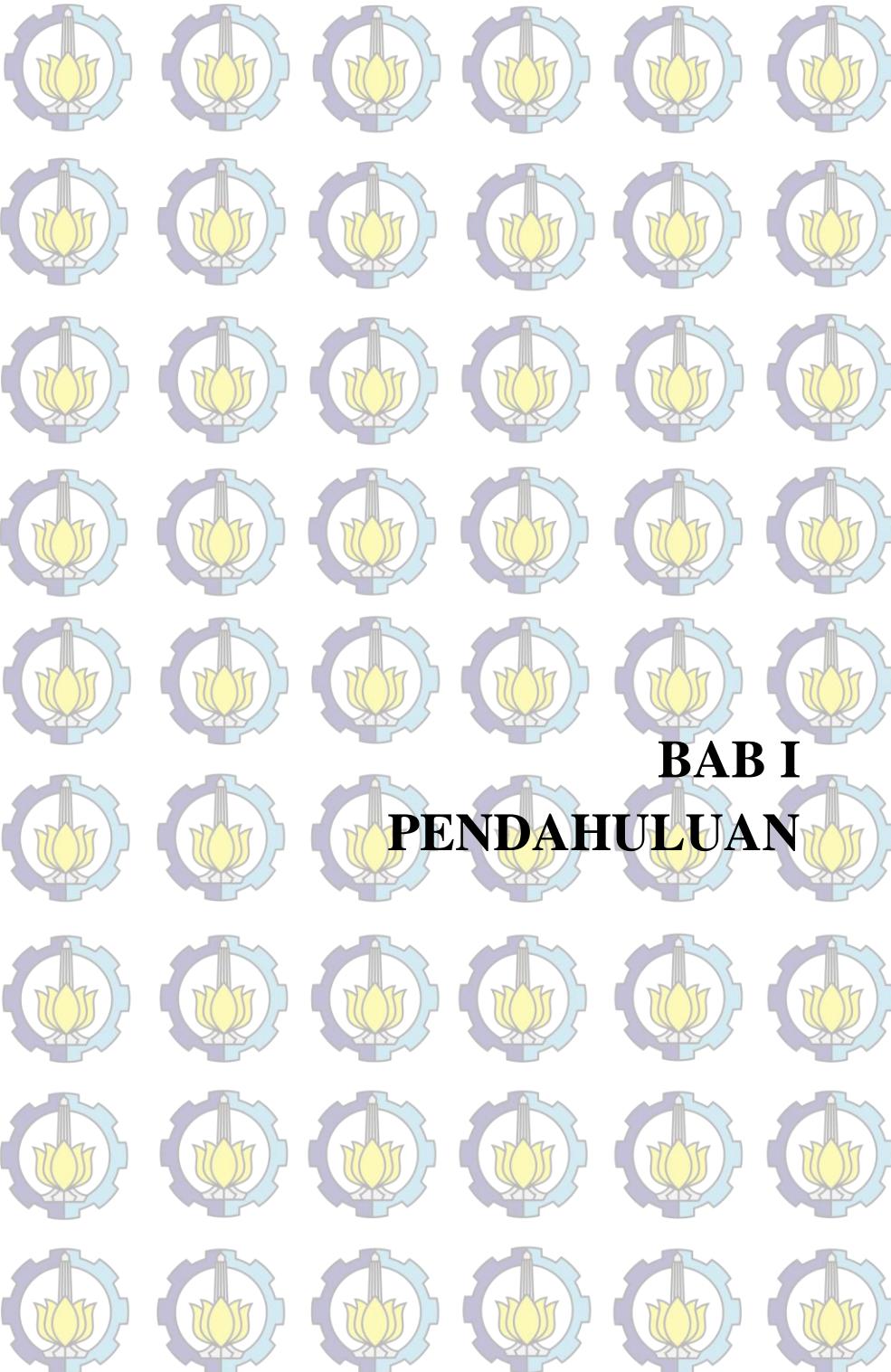
Gambar II.1	Bengkoang	II-2
Gambar II.2	Bioplastik.....	II-7
Gambar II.3	Gugus Plastik Biodegradabel.....	II-9
Gambar II.4	Rumus Kimia Pembentukan Bioplastik.....	II-11
Gambar II.5	Rumus Molekul Gliserol.....	II-15
Gambar II.6	Spesifikasi Gliserol.....	II-15
Gambar II.7	Rumus Kimia Pembentukan Glisrol	II-17
Gambar II.8	Rumus Kimia Pembentukan Sorbitol.....	II-19
Gambar II.9	Struktur Kimia Sorbitol	II-19
Gambar II.10	Spesifikasi Sorbitol.....	II-20
Gambar III.1	Pretreatment Bahan	III-5
Gambar III.2	Ekstraksi Pati Bengkoang.....	III-8
Gambar III.3	Pembuatan Bioplastik.....	III-12
Gambar III.4	Uji Kadar Air.....	III-20
Gambar III.5	Uji Ketahanan Kimia.....	III-22
Gambar III.6	Uji Penggembungan	III-24
Gambar III.7	Uji Laju Transmisi Uap Air.....	III-27
Gambar III.8	Uji Elongasi.....	III-28
Gambar III.9	Uji Biodegradabilitas.....	III-30
Gambar III.10	Uji Kadar Abu	III-32
Gambar III.11	Alat Uji Kuat Tarik Lloyd.....	III-32

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV.1	Perbandingan Hasil Kadar Pati Bengkuang pada Inovasi dengan Kadar Pati Bengkuang pada Literatur Jurnal.....	IV-14
Grafik IV.2	Perbandingan Hasil Kadar Abu Bengkuang pada Inovasi dengan Kadar Pati Bengkuang pada Literatur Jurnal.....	IV-15
Grafik IV.3	Hubungan antara Waktu Perendaman dengan Uji Ketahanan Kimia.....	IV-16
Grafik IV.4	Kadar Air Pati Bengkoang.....	IV-17
Grafik IV.5	Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Biodegradabilitas selama 6 hari.....	IV-18
Grafik IV.6	Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dengan Uji FTIR.....	IV-20
Grafik IV.7	Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Penggembungan.....	IV-32
Grafik IV.8	Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Kuat Tarik.....	IV-34
Grafik IV.9	Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Elongasi.IV-36	
Grafik IV.10	Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Transmisi Uap Air.....	IV-38
Grafik VII.1	BEP.....	VII-5

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Kandungan Zat Gizi Bengkuang	II-3
Tabel II.2	Sifat Mekanik Plastik sesuai SNI.....	II-11
Tabel II.3	Standar <i>Edible Film</i>	II-12
Tabel IV.1	Kadar Pati	IV-1
Tabel IV.2	Kadar Abu.....	IV-2
Tabel IV.3	Uji Ketahanan Kimia.....	IV-2
Tabel IV.4	Uji Kadar Air.....	IV-5
Tabel IV.5	Uji Biodegradabilitas	IV-7
Tabel IV.6	Uji FTIR	IV-8
Tabel IV.7	Uji Penggembungan.....	IV-9
Tabel IV.8	Uji Kuat Tarik	IV-10
Tabel IV.9	Uji Elongasi.....	IV-11
Tabel IV.10	Uji Laju Transmisi Uap Air	IV-12



BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Meningkatnya kebutuhan manusia berdampak pada ketersediaan lahan semakin berkurang dan berubah. Kondisi ini tergantung dari aktivitas manusia khususnya dalam produksi sampah. Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat terdiri atas bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi. Sampah plastik merupakan masalah global di dunia karena setiap tahun jutaan ton plastik diproduksi dan digunakan di berbagai sektor industri. Berdasarkan data INAPLAS (Indonesian Oleafin Aromatic Plastic Industry Asociation), pemakaian plastik di Indonesia mencapai 4,7 juta ton di tahun 2015 dan diperkirakan tahun ini naik menjadi 5 juta ton (*Supriadi 2016*). Jumlah plastik yang sebesar itu berpotensi menimbulkan masalah ekologis yang serius karena plastik bersifat tidak dapat terdegradasi dan tidak terbarukan (*Diez-Pascual and Diez-Vicente 2014*). Masalah yang mendapat perhatian adalah sampah anorganik sebab sampah ini sulit terurai (*non-biodegradable*) contohnya kantong plastik. Plastik merupakan salah satu bahan polimer yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia, karena plastik memiliki keunggulan di antaranya ringan, kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah (*Alwis, 2013*). Menurut Lindawati (2004), di samping banyak keunggulan sampah plastik, telah menimbulkan masalah seperti tidak mudah hancur karena lingkungan. Disamping itu, plastik sangat berbahaya bagi kesehatan



manusia melalui migrasi residu monomer vinil klorida yang bersifat karsinogenik (*Siswono*, 2008). Walupun demikian, plastik tetap digunakan sebagai bahan kemasan karena beberapa keunggulan yaitu murah, ringan, inert, mampu mengisolasi panas, mudah untuk dicetak dan menawarkan fleksibilitas fabrikasi ke dalam berbagai bentuk (*Mose and Maranga*, 2011). Namun, bahan baru berbasis bio untuk kemasan makanan telah dirancang untuk menggantikan bahan yang sulit didegradasi (*de Azeredo*, 2009), untuk melindungi sumber-sumber non-terbarukan serta untuk menghindari masalah pencemaran (*López et al.*, 2015).

Oleh karena itu, banyak pihak yang terdorong untuk melakukan penelitian membuat plastik kemasan yang mudah terdegradasi. Banyak penelitian telah mencoba mencari bahan dasar pembuatan plastik ramah lingkungan atau dikenal dengan istilah bioplastik (*plastic biodegradable*). Plastik jenis ini merupakan plastik yang dapat diuraikan oleh jamur atau mikroorganisme di dalam tanah sehingga akan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh plastik sintetik. Bioplastik atau yang disebut plastik *biodegradable* merupakan salah satu jenis plastik yang hampir keseluruhannya tersebut dari bahan yang dapat diperbarui, seperti pati, minyak nabati, dan mikrobiota. Ketersediaannya bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (*Stevens*, 2002).



Bioplastik berbahan dasar pati memiliki kekuatan mekanik yang rendah sehingga diperlukan zat tambahan untuk memperbaiki hal tersebut. *Plasticizer* sering digunakan untuk memperbaiki sifat elastisitas dan mengurangi sifat *barrier* film dari pati. Namun, tidak semua *plasticizer* akan bersifat sama optimalnya pada bahan baku pati satu dengan yang lain. Selain itu, penelitian yang telah dilakukan menghasilkan bioplastik yang jauh dari standar SNI. Oleh karena itu pada inovasi ini, menggunakan bahan baku umbi bengkoang, dilakukan penelitian untuk menentukan konsentrasi *plasticizer* yang optimal dalam bioplastik sehingga diperoleh bioplastik yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang sesuai atau mendekati standar SNI. Pengujian sifat biodegradable juga dilakukan untuk mengetahui keteruraian film dari pati kulit umbi bengkuang.

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam inovasi produk ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui tingkat biodegradabilitas terhadap produk bioplastik yang dihasilkan ?
2. Bagaimana cara membuat bioplastik dari pati umbi bengkuang yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *plasticizer* sorbitol dan gliserol terhadap sifat fisik, kimia, dan mekanis bioplastik yang dihasilkan?



I.3 Batasan Masalah

Dalam inovasi produk bioplastik dari pati umbi bengkuang ini, dilakukan pembatasan masalah dengan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Pelaksanaan tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Lantai 3 Program Studi DIII Teknik Kimia FV-ITS.
2. Bahan baku yang digunakan adalah umbi bengkoang yang diperoleh dari Pasar Mangga Dua Surabaya dengan diameter 10 cm.
3. Variabel yang akan diteliti, yaitu pengaruh jenis dan jumlah konsentrasi *plastisizer* pada pembuatan bioplastik
4. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan standar mutu SNI plastik kemasan.

I.4. Tujuan Inovasi Produk

Tujuan inovasi produk bioplastik dari pati umbi bengkoang ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat biodegradabilitas terhadap produk bioplastik yang dihasilkan.
2. Mengetahui cara pembuatan bioplastik dari pati umbi bengkuang yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan.
3. Menganalisa pengaruh penambahan *plasticizer* sorbitol dan gliserol terhadap sifat fisik, kimia, dan mekanis bioplastik yang dihasilkan.

I.5. Manfaat Inovasi Produk

Manfaat dari inovasi produk bioplastik dari pati umbi bengkoang ini adalah sebagai berikut:

1. *Bioplastik* dapat digunakan sebagai pengganti kemasan plastik sintetis yang telah banyak digunakan saat ini.



2. Bioplastik ramah lingkungan sehingga tidak merusak lingkungan sekitar.
3. Harga bioplastik yang saat ini beredar di pasaran cukup tinggi sehingga dilakukan inovasi dari bahan alami dengan penekanan harga lebih rendah agar lebih banyak digunakan oleh masyarakat.
4. Bioplastik aman digunakan sebagai kemasan makanan dan minuman.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*)

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) berasal dari Amerika tropis yang termasuk dalam suku polong-polongan atau Fabaceae. Di tempat asalnya, tumbuhan ini dikenal sebagai *xicama* atau *jicama*. Orang Jawa menyebutnya sebagai besusu. Tumbuhan yang dikenal dari umbi (*cormus*) puihnya yang bisa dimakan sebagai komponen rujak dan asinan atau dijadikan masker untuk menyegarkan wajah dan memutihkan kulit.

Tanaman bengkuang merupakan tanaman jenis umbi yang memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Super Familia	: Faboidae
Genus	: <i>Pachyrizus</i>
Spesies	: <i>Pachyrizus erosus</i>

Bengkuang merupakan tanaman tahunan yang panjangnya mencapai 4-5 meter, sedangkan akarnya mencapai 2 meter. Tumbuhan ini membentuk umbi akar (*cormus*) berbentuk bulat atau membulat seperti gasing dengan berat mencapai 5 kg. Kulit umbinya tipis berwarna kuning pucat dan pada bagian dalamnya berwarna putih dengan cairan segar agak manis. Umbinya mengandung gula dan pati serta fosfor dan kalsium. Umbi ini juga memiliki efek pendingin karena mengandung kadar air 86-90%.



BAB II Tinjauan Pustaka

Rasa manis berasal dari senatur

oligosakarida yang disebut inulin, yang tidak dapat dicerna tubuh manusia. Sifat ini berguna bagi penderita diabetes atau orang yang berdiet rendah kalori. Umbi bengkuang sebaiknya disimpan pada tempat kering bersuhu 12-16°C. Suhu lebih rendah mengakibatkan kerusakan. Penyimpanan yang baik menyebabkan umbi dapat bertahan hingga 2 bulan (*Heyne K, 1987*).



Gambar II.1 Umbi Bengkuang

Walaupun umbinya dapat dimakan, bagian bengkuang yang lain sangat beracun karena mengandung rotenone, sama seperti tuba. Racun ini sering dipakai untuk membunuh serangga atau menangkap ikan, terutama yang diambil dari biji-bijinya.

Nutrisi	Kandungan per
---------	---------------



	100 gram
Energi (kkal)	59
Protein (g)	1,4
Lemak (g)	0,2
Karbohidrat (g)	12,8
Kalsium (g)	15
Fosfor (mg)	18
Vitamin B1 (mg)	0,4
Vitamin C (mg)	20
Zat Besi (mg)	0,6

Tabel II.1. Kandungan Zat Gizi Bengkuang per 100 gram
Sumber : *Badan Ketahanan Pangan Kementerian Pertanian RI, 2012*

II.2 Karbohidrat

II.2.1 Pengertian Karbohidrat

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

Karbohidrat merupakan sumber energi utama bagi tubuh manusia, yang menyediakan 4 kalori (kilojoule) energi pangan per gram. Karbohidrat juga memiliki peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya warna, rasa, tekstur, dll. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketois, pemecahan tubuh protein yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein.



BAB II Tinjauan Pustaka

Dalam tubuh manusia, karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian lemak. Tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dimakan sehari-hari, terutama bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Pada tanaman, karbohidrat dibentuk dari reaksi CO₂ dan H₂O dengan bantuan sinar matahari melalui proses fotosintesis dalam sel tanaman yang berklorofil (Winarno, 2004).

II.2.2 Jenis-Jenis Karbohidrat

Pada umumnya karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida merupakan suatu molekul yang terdiri dari 5-6 monosakarida, sedangkan oligosakarida merupakan polimer dari 2-10 monosakarida, dan polisakarida merupakan polimer yang terdiri dari 10 monomer monosakarida (Winarno, 2004).

- a. Monosakarida yang mengandung satu gugus aldehida disebut aldosa, sedangkan ketosa mempunyai satu gugus keton. Monosakarida dengan 6 atom C disebut heksosa misalnya glukosa (dekstrosa atau gula anggur), fruktosa (levulosa atau gula buah), dan glukosa. Sedangkan 5 atom C disebut pentosa, misalnya silosa, arabinosa, dan ribosa.
- b. Disakarida adalah oligosakarida paling sederhana yang tersusun atas 2 molekul monosakarida. Dua molekul gula sederhana atau lebih saling berkaitan pada gugus glukosidanya, membentuk suatu substansi baru yang dinamakan polisakarida. Jika molekul gula-gula sederhana saling berkaitan tersebut kurang dari 10, substansi yang terbentuk dinamakan juga oligosakarida.
- c. Polisakarida dalam bahan makanan berfungsi sebagai penguat tekstur (selulosa, hemaselulosa, pektin, lignin) dan sebagai sumber energi (pati, dekstrin, fruktan,



glikogen). Polisakarida penguat tekstur ini tidak dapat dicerna oleh tubuh, tetapi merupakan serat-serat (dietary fiber) yang dapat menstimulasi enzim-enzim pencernaan.

Pati merupakan suatu senyawa karbohidrat kompleks dengan ikatan α-glikosidik. Pati dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Pati yang diproduksi secara komersial biasanya didapatkan dari jagung, gandum, beras, dan tanaman umbi seperti kentang, singkong dan ubi jalar. Jagung (*zea mays L*), singkong (*Manihot esculenta Crantz*), Ubi jalar (*Ipomoea batatas L*), gandum (*Triticum aestivum L*) dan kentang (*solanum tuberosum L*) merupakan sumber utama dari pati, sedangkan padi (*Oryza sativa L*), gandum (*Hordeum vulgare L*), sagu (*Cycas sp*) memberikan kontribusi dalam jumlah yang lebih kecil terhadap total produksi global.

Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Struktur amilosa merupakan struktur bercabang dengan ikatan α-(1,4)-D-glukosa. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α-(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α-(1,6). Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Kadar kedua komponen ini nantinya akan mempengaruhi sifat mekanik dari polimer alami yang terbentuk (Wajira S. Ratnayake, 2009). Pati bukan merupakan senyawa homogen. Pati merupakan campuran dua komponen polimer glukosa utama, yakni molekul rantai linere amilosa serta molekul polimer glukosa bercabang amilopektin (*Ren et al., 2009*).



Pati memiliki tingkat degradasi 15%

45%. Pemanfaatan pati dalam pembuatan plastik dikarenakan keunggulan-keunggulan yang dimiliki pati, yakni sifatnya yang dapat diperbarui, penahan yang baik untuk oksigen, ketersediaan yang melimpah, harga murah dan mampu terdegradasi. Campuran bioplastik hidrokarbon dan pati sering digunakan untuk menghasilkan lembaran dan film berkualitas tinggi untuk kemasan (*Nolan-ITU, 2002*).

Pati dalam pencampuran dengan polimer sintesis dapat meningkatkan kemampuan biodegradasi dikarenakan terjadi peningkatan luasan permukaan polimer sebagai akibat hidrolisis pati oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang mengkonsumsi pati akan membentuk pori-pori dalam matrik polimer dan memberikan gugus-gugus yang rentan untuk terdegradasi (*Park et al., 2002*). Penggunaan pati sebagai polimer alami memiliki keterbatasan, diantaranya adalah sifat mekaniknya yang kurang baik, serta kemampuannya untuk menyerap air dan pati termoplastis dapat terdegradasi dengan adanya air, energi mekanis, peningkatan suhu dan enzim (*Idemiat, 1998*).

II.3 Bioplastik

Bioplastik atau yang disebut plastik *biodegradable* merupakan salah satu jenis plastik yang hampir keseluruhannya terbuat dari bahan yang dapat diperbarui, seperti pati, minyak nabati, dan mikrobiota. Ketersediaannya bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun. Bahan yang dapat diperbarui ini memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (*Stevens, 2002*).



Gambar II.2 Bioplastik

Bioplastik merupakan suatu mineral polimer yang berubah ke dalam senyawa berat molekul rendah dimana paling sedikit satu tahap pada proses degradasinya melalui metabolisme organisme secara alami. Bioplastik akan terurai oleh aktivitas pengurai melalui proses biodegradasi, kemudian hasil biodegradasi berupa mineral dan air akan diolah tanaman dan tanaman akan berfotosintesis. Sebagian hasil fotosintesis akan disimpan dalam bentuk cadangan makanan, salah satunya berupa umbi. Kemudian umbi diolah dan dapat diolah kembali menjadi bioplastik (*Seal dan Griffin, 1994*).

Permintaan bioplastik yang semakin meningkat menyebabkan bioplastik berkembang cepat dalam produk termoplastik global, baik yang bersifat *biodegradable* atau *non-biodegradable*. Permintaan bioplastik global diperkirakan akan mencapai lebih dari 1 milyar pon pada tahun 2012. Saat ini, segmen bioplastik *biodegradable*



bioplastik, tetapi diperkirakan akan digeser oleh kelompok bioplastik *non-biodegradable*, yang paling tidak berasal dari 100% biomassa. Penggunaan utama bioplastik ditujukan untuk kemasan, pelayanan makanan yang sekali pakai, dan serat aplikasi (*Phil S. dan Stephen W.*, 2008).

Bioplastik dapat dibuat dengan berbagai teknik dan metode sesuai dengan tujuannya. Menurut Sri Widia (2010), bioplastik diproduksi pada skala industri dalam bentuk PCL (poli- ϵ -kaprolakton), PHB (poli- β -hidroksi butirat), PBS (poli butilena suksirat), dan PLA (polilactic acid). Bahannya pun dapat berupa bahan yang dapat diperbarui seperti pati dalam pembuatan PLA atau minyak bumi seperti pada pembuatan PCL (*Pusporini*, 2011).

Plastik *biodegradable* yang sudah diproduksi skala industri, antara lain:

a. Poli (ϵ -kaprolakton) (PCL)

PCL 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 (*Awaliyyah RF*, 2008; *Pranamuda H*, 2009).

b. Poli (β -hidroksi butirat) (PHB)

PHB 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 (*Ping KC*, 2006).

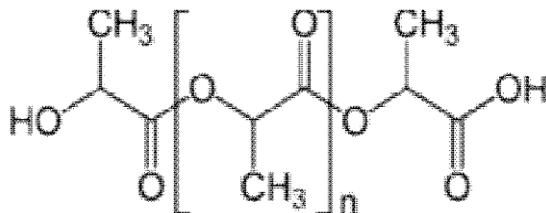


c. Poli (butilena suksinat) (PBS)

PBS mempunyai titik leleh yang setara dengan plastik konvensional polietilen, yaitu ($T_m = 113^\circ\text{C}$.)

d. Poli asam laktat (PLA)

Poli asam laktat atau Polilaktida (PLA) dengan rumus kimia $(\text{CHCHOHCOOH})_n$ adalah sejenis polimer atau plastik yang bersifat *biodegradable, thermoplastic* dan merupakan poliester alifatik yang terbuat dari bahan-bahan terbarukan seperti pati jagung atau tanaman tebu. Walaupun PLA sudah dikenal sejak abad yang lalu, namun baru diproduksi secara komersial dalam beberapa tahun terakhir dengan keunggulan kemampuan untuk terdegradasi secara biologi.



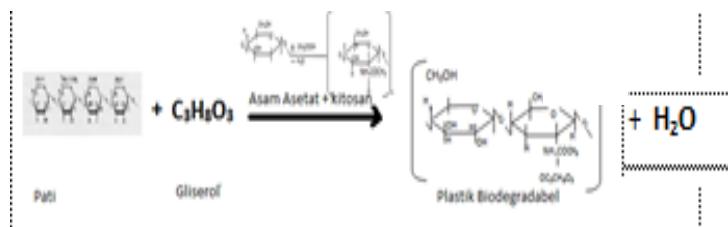
Gambar II.3 Gugus Plastik *Biodegradable* PLA

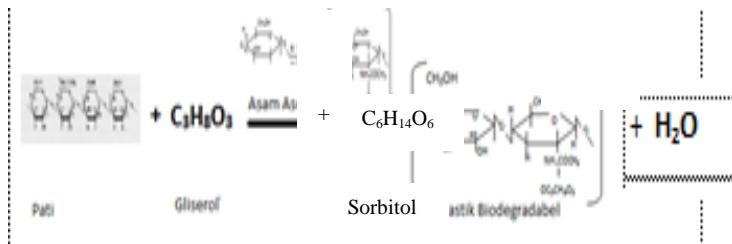
Poli asam laktat merupakan keluarga aliphatic polyesters yang biasanya dibuat dari alfa asam hidroksi yang ditambahkan asam poliglicolat atau polimandelat. Poli asam laktat memiliki sifat tahan panas, kuat, & merupakan polimer yang elastis (Auras, 2002). Poli asam laktat yang terdapat di pasaran dapat dibuat melalui fermentasi karbohidrat ataupun secara kimia melalui polimerasi kondensasi dan kondensasi azeotropik (Auras, 2006).



Polimer Poli asam laktat dapat terurai di tanah baik dalam kondisi aerob ataupun anaerob dalam kurun waktu enam bulan sampai lima tahun (Auras, 2002). Poli asam laktat, menggabungkan sifat terbaik dari bahan alami dan bahan buatan. Karena bahan ini dibuat dari gula tumbuhan, maka bahan ini menggunakan sumber yang dapat diperbarui dan dapat diuraikan kembali sepenuhnya. Selain itu, bahan ini juga mempunyai sifat-sifat yang sama dengan plastik biasa yang terbuat dari hidrokarbon, yaitu kuat, lentur dan murah harganya. Hasil-hasil riset terbaru menunjukkan poli asam laktat mempunyai kelebihan baik dalam permeabilitas, transmisi oksigen, suhu transisi, dan kecepatan mengompos dibandingkan dengan jenis plastik lain. Poli asam laktat memiliki permeabilitas uap air yang relatif rendah sehingga memungkinkan layak dijadikan kemasan. Poli asam laktat juga memiliki laju transmisi oksigen (udara) relatif lebih tinggi sehingga bisa digunakan untuk pangan yang diinginkan dalam bentuk cair. Suhu perubahan Poli asam laktat adalah antara 50-60° C sehingga dapat digunakan untuk kemasan makanan dingin. PLA mempunyai titik leleh yang tinggi sekitar 175°C, dan dapat dibuat menjadi lembaran film yang transparan (Kurniawan RA, 2010; Pranamuda H, 2009).

Reaksi Pembentukan Bioplastik:





Gambar II.4 Reaksi Kimia Pembuatan Bioplastik

No	Karakteristik	Nilai
1	Kuat Tarik (MPa)	24,7-302
2	Elongasi (%)	21-220
3	Hidrofobisitas (%)	99

Tabel II.2. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI

Sumber : Darni dan Herti (2010)

II.3.1 Bioplastik

Bioplastik (*packaging*) adalah suatu lapisan yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dikonsumsi dan dibentuk di atas komponen makanan (*coating*) atau diletakkan diantara komponen makanan (*film*) yang berfungsi sebagai penghalang transfer massa seperti kelembaban, oksigen, lipid, dan zat terlarut, dan atau sebagai pembawa bahan makanan aditif, serta meningkatkan kemudahan penanganan makanan (Krochta, 1992). Menurut Harris (1999), proses pembuatan *bioplastik* dapat dibagi atas 3 tahap sebagai berikut :

1. Pembentukan emulsi.



Casting atau penekantan bahan emulsi

permukaan cetakan yang mempunyai permukaan datar dan licin.

3. Pengeringan.

Standar *bioplastik* menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Krochta, dkk (1997) pada **tabel II.3**

No	Sifat	Nilai
1	Ketebalan	0,25 mm
2	Kuat Tarik	3,92266 Mpa
3	% Elongation	Buruk <10% Baik >50%
4	Modulus Young	0,35 Mpa
5	Laju Transmisi Uap Air	10 gr/m ² h

Tabel II.3. Standar *Bioplastik*

Sumber : *JIS* (1975) dalam *Krochta,dkk* (1997).

Pembuatan emulsi sangat tergantung pada sifat-sifat fisik-kimia bahan emulsi, jenis emulsifier, jumlah dan konsentrasi emulsifier, ukuran partikel yang diinginkan, viskositas larutan dan jenis alat pengemulsi yang digunakan. Untuk memperbaiki sifat-sifat kelenturan *film* yang diperoleh maka ditambahkan *plastisizer*. *Casting* biasanya dilakukan pada permukaan datar dan halus seperti kaca dengan menuangkan bahan emulsi ke permukaan cetakan tersebut pada ketebalan tertentu. *Film* kemudian dikeringkan pada aliran udara kering selama 10 – 12 jam (*Kinzel*, 1992).

Komponen penyusun *bioplastik* mempengaruhi secara langsung bentuk morfologi maupun karakteristik pengemas yang dihasilkan. Komponen utama penyusun *bioplastik* dikeompokkan menjadi tiga, yaitu hidrokoloid,



lipida dan komposit. Komposit adalah bahan yang didasarkan pada campuran hidrokoloid dan lipida.

II.3.1.1 Hidrokoloid

Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *bioplastik* berupa protein atau polisakarida. Bahan dasar protein dapat berasal dari jagung, kedelai, wheat gluten, kasein, kolagen, gelatin, corn zein, protein susu dan protein ikan. Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan dasar protein *bioplastik* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginate, karagenan, agar), gum (gum arab dan gum karaya), xanthan, chitosan dan lain-lain. Beberapa polimer sakarida yang banyak diteliti akhir-akhir ini adalah pati gandum (wheat), jagung (corn starch), dan kedelai.

II.3.1.2 Lipida

Lemak yang umum digunakan dalam pembuatan *bioplastik* adalah lilin alami (*besswax*, *carnauba wax*, *paraffin wax*), asli gliserol, asam lemak (asam oleat dan asam laurat), serta emulsifier.

Menurut Balwin et al.,(1997), Harris (1999) dan Layuk et al., (2002) lilin lebah dapat mempengaruhi karakteristik *bioplastik* yaitu ketebalan *film*, semakin meningkatnya konsentrasi lilin lebah maka *bioplastik* semakin tebal, hal ini terjadi karena terbentuknya jaringan kristal lilin lebah pada matriks *film* sehingga ketebalan *film* bertambah.

II.4 Plasticizer

Plasticizer merupakan bahan yang ditambahkan kedalam bahan pembentuk *bioplastik*. Penggunaannya dapat



Prinsip dalam fleksibilitas, ketekunan dan gaya

intermolekuler sepanjang rantai polimernya, sehingga film akan lentur ketika dibengkokkan (*Garcia, et al dan Rodriguez, et al, 2006*).

Karakteristik fisik bioplastik dipengaruhi jenis bahan serta jenis dan konsentrasi *plasticizer*. *Plasticizer* dari golongan polihidrik alkohol diantaranya adalah gliserol dan sorbitol (*Harris, 2001*).

Penambahan *plasticizer* berperan untuk meningkatkan sifat plastisitasnya, yaitu sifat mekanis yang lunak, ulet, dan kuat. Dalam konsep sederhana, *plasticizer* merupakan pelarut organik dengan titik didih tinggi yang ditambahkan kedalam resin yang keras atau kaku sehingga akumulasi gaya intermolekuler pada rantai panjang akan menurun, akibatnya kelenturan, pelunakan dan pamanjangan resin akan bertambah (*Yadav dan Satoskar, 1997*).

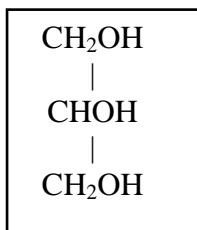
Oleh karena itu, plastisasiakan mempengaruhi sifat fisik dan mekanisme film seperti kekuatan tarik, elastisitas kekerasan, sifat listrik, suhu alir, suhu transisi kaca,dll (*Pasaribu, 2009*).

II.4.1 Gliserol

Gliserol, atau 1,2,3-propanetriol, merupakan senyawa organik yang tidak berwarna, tidak berbau, dan higroskopis dengan rumus kimia $\text{HOCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH}$. Gliserol adalah senyawa trihidrik alkohol yang mempunyai titik didih 290°C dan titik beku $17,8^\circ\text{C}$. Senyawa ini dapat larut dan bercampur dengan air etanol. Gliserol hadir dalam bentuk ester (gliserida) pada semua hewan dan lemak dan minyak nabati. Sifatnya yang mudah menyerap air dan kandungan energi yang dimilikinya membuat giserol banyak digunakan pada industri makanan,farmasi, dan kosmetik (*Afrozi, 2010*).



Adapun rumus molekul gliserol dapat ditunjukkan pada **Gambar II.3 :**



Gambar II.5 Rumus Molekul Gliserol

Gliserol ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas tiga atom karbon. Jadi tiap karbon mempunyai gugus – OH. Gliserol dapat diperoleh dengan jalan penguapan hati-hati, kemudian dimurnikan dengan distilasi pada tekanan rendah. Pada umumnya lemak apabila dibiarkan lama di udara akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak. Hal ini disebabkan oleh proses hidrolisis yang menghasilkan asam lemak bebas. Di samping itu dapat pula terjadi proses oksidasi terhadap asam lemak tidak jenuh yang hasilnya akan menambah bau dan rasa yang tidak enak. Oksidasi asam lemak tidak jenuh akan menghasilkan peroksida dan selanjutnya akan terbentuk aldehida. Inilah yang menyebabkan terjadinya bau dan rasa yang tidak enak atau tengik. Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis. Gliserol larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserol digunakan dalam industri farmasi dan kosmetika sebagai bahan dalam preparat yang dihasilkan. Di samping itu gliserol berguna bagi kita untuk sintesis lemak di dalam tubuh.



~~Gliserol dalam pada dasarnya diperoleh~~

sebagai produk samping di dalam produksi asam lemak, ester lemak

atau sabun dari minyak atau lemak. Di Malaysia, gliserol dihasilkan melalui pemecahan minyak sawit atau minyak inti sawit dengan menggunakan metode berikut :

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

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

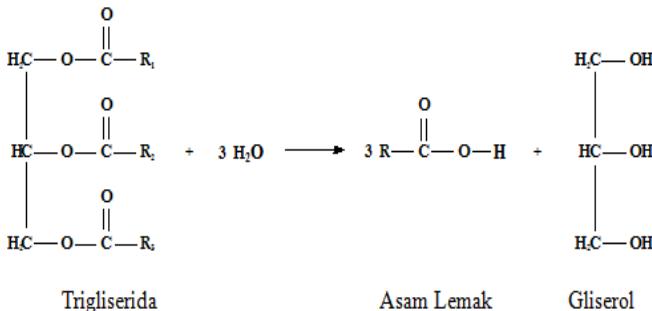
Gliserol yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (*Poedjadi, 2006*).

Sifat fisik dari gliserol :

- Merupakan cairan tidak berwarna
 - Tidak berbau
 - Cairan kental dengan rasa yang manis
 - Densitas $1,261 \text{ g/cm}^3$
 - Titik lebur $18,2^\circ\text{C}$
-



- Titik didih 290 °C



Gambar II.6 Reaksi Kimia Pembentukan Gliserol

Gliserol adalah plasticizer terbaik untuk polimer yang dapat larut dalam air di antara beberapa penelitian yang telah dilakukan, didasarkan gliserol banyak digunakan sebagai plasticizer (*Jangchud dan Chinnan, 1999*). Gliserol adalah plasticizer dengan titik didih yang tinggi, larut dalam air, polar, non volatile dan 10 dapat bercampur dengan protein. Gliserol merupakan molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen dengan gugus reaktif protein. Sifat - sifat tersebut yang menyebabkan gliserol cocok digunakan sebagai plasticizer (*Galietta, et al., 1998*). Gliserol lebih cocok digunakan sebagai plasticizer karena berbentuk cair. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan film dan terlarut dalam air.

Dalam pembuatan bioplastik, gliserol memiliki peranan yang cukup penting. Gliserol merupakan salah satu pemlastis yang sering digunakan. Hal ini karena gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh,

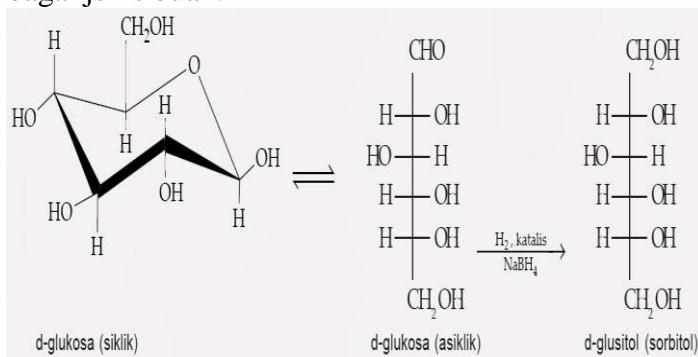


~~dapat diperbaiki, dan juga mudah diolah~~

karena mudah didegradasi oleh alam. Gliserol umumnya digunakan sebagai material plastisasi dalam proses pembuatan plastik yang bersifat degradabel. Material plastisasi memacu proses pencetakan, dan meningkatkan fleksibilitas produk dengan pencampuran sempurna untuk memperoleh distribusi homogen (Ryan, 2011).

II.4.2 Sorbitol

Sorbitol pertama kali ditemukan oleh ahli kimia dari Perancis yaitu Joseph Boisingault pada tahun 1872 dari biji tanaman bunga ros. Proses hidrogenasi gula menjadi *sorbitol* mulai berkembang pada tahun 1930. Pada tahun 1975 produsen utama *sorbitol* adalah Rougette Freres dari Perancis. Secara alami *sorbitol* juga dapat dihasilkan dari berbagai jenis buah.

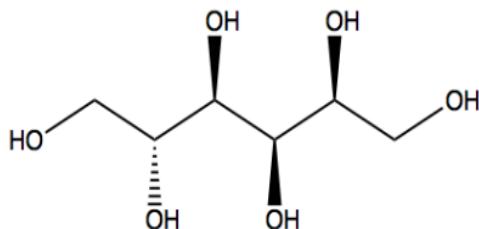


Gambar II.7 Reaksi Kimia Pembentukan Sorbitol

Produksi *sorbitol* lokal selain untuk pemasaran dalam negeri juga sebagian besar untuk diekspor. Ekspor *sorbitol* sejak tahun 1989 hingga tahun 1992 cenderung mengalami penurunan, hal ini diakibatkan semakin meningkatnya permintaan dalam negeri. Walaupun ekspor terus ditingkatkan, namun hingga saat ini Indonesia masih



terus melakukan impor. *Sorbitol* atau dikenal juga *hexitol* dengan rumus kimia C₆H₁₄O₆ (Perry, 1999).



Gambar II.8 Struktur Kimia Sorbitol

Zat ini berupa bubuk kristal berwarna putih yang higroskopis, tidak berbau, dan berasa manis, sorbitol larut dalam air, gliserol, propylene glycol, serta sedikit larut dalam methanol, etanol, asam asetat, phenol, dan acetamida. Namun, tidak larut hampir dalam semua pelarut organik.

Sorbitol dapat dibuat dari glukosa dengan proses hidrogenasi katalitik bertekanan tinggi. Sorbitol umumnya dipakai sebagai bahan baku industri barang konsumsi dan makanan seperti pasta gigi, permen, kosmetik, farmasi, vitamin C, dan termasuk industri tekstil dan kulit (Othmer, 1960).

Sifat fisik dan kimia dari sorbitol:

- Merupakan kristal pada suhu kamar
 - Tidak berbau
 - Berwarna putih dengan rasa yang manis
 - *specific gravity* 1,472
 - Titik lebur 97,5°C
-



- kelarutan dalam air 20,2 kJ/mol

Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* diketahui lebih efektif, sehingga dihasilkan film dengan permeabilitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan gliserol (*McHugh dan Krochta, 1994*). *Plasticizer* seperti sorbitol mempunyai kemampuan mengurangi ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekuler (*Lieberman dan Gilbert 1973 dalam Kristanoko, 1996*). Menurut Mc.Hugh et al. (1994), sorbitol memberikan tingkat kelenturan tertinggi antara jenis *plasticizer* lainnya.

II.5 Metodologi Terbaik untuk Pembuatan Bioplastik

Menurut Widyaningsih (2012), langkah pertama dalam pembuatan film adalah mengisolasi pati dari kulit pisang. Kulit pisang dicuci, dipotong-potong, dan dihancurkan. Kulit pisang yang telah lumat kemudian disaring dan diperas menggunakan kain penyaring ke dalam wadah hingga ampas tidak mengeluarkan air perasan lagi. Filtrat yang dihasilkan kemudian didekantasi (diendapkan) selama 24–48 jam hingga pati mengendap sempurna. Cairan supernatan dibuang dan endapannya dicuci berulang-ulang dengan air hingga diperoleh endapan pati yang lebih jernih. Kemudian endapan pati dikeringkan menggunakan oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam hingga kering. Endapan serbuk pati yang sudah kering kemudian dihaluskan.

Langkah berikutnya adalah pembuatan film dengan cara melarutkan pati dengan air kemudian dipanaskan disertai penambahan kalsium karbonat. Setelah terjadi gelatinisasi dilakukan penambahan sorbitol. Kemudian setelah dingin larutan dituang dalam cetakan dan dikeringkan.



Menurut Hartatik (2007), Pembuatan bioplastik dilakukan menggunakan metode *blending* yaitu dengan mencampurkan semua bahan menjadi satu dan dipanaskan hingga suhu $(90\pm2)^\circ\text{C}$. Adapun pembuatan bioplastik dilakukan dalam empat tahapan. Tahap pertama yaitu dengan mencampur semua bahan utama, kemudian diaduk perlahan dan didiamkan selama 10 menit. Tahap kedua melarutkan kitosan ke dalam asam asetat. Selanjutnya dituangkan kedalam bahan utama. Tahap ketiga yaitu pemanasan dan pengadukan bahan yang dilakukan secara terus menerus hingga larutan mencapai suhu $(90\pm2)^\circ\text{C}$. Pengadukan ini untuk menghilangkan gelembung pada sampel. Tahap terakhir adalah pencetakan dengan menuangkan bahan pada loyang teflon secara merata. Kemudian bioplastik dikeringkan dengan cara disimpan pada ruangan bersuhu $(22,0\pm0,5)^\circ\text{C}$ dengan kelembaban $(45\pm1)\%$.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III

METODOLOGI

PEMBUATAN PRODUK

BAB III

METODOLOGI PEMBUATAN PRODUK

III.1 Variabel yang Digunakan

1. Gliserol : 15%, 20%, dan 25% dari 10 gram pati yang digunakan dalam 100 ml pelarut.
2. Sorbitol : 15%, 20%, dan 25% dari 10 gram pati yang digunakan dalam 100 ml pelarut.

III.2 Bahan yang Digunakan

1. Air
2. Akuades
3. Bengkoang
4. CH_3COOH 5%
5. Gliserol
6. Sorbitol

III.3 Peralatan yang Digunakan

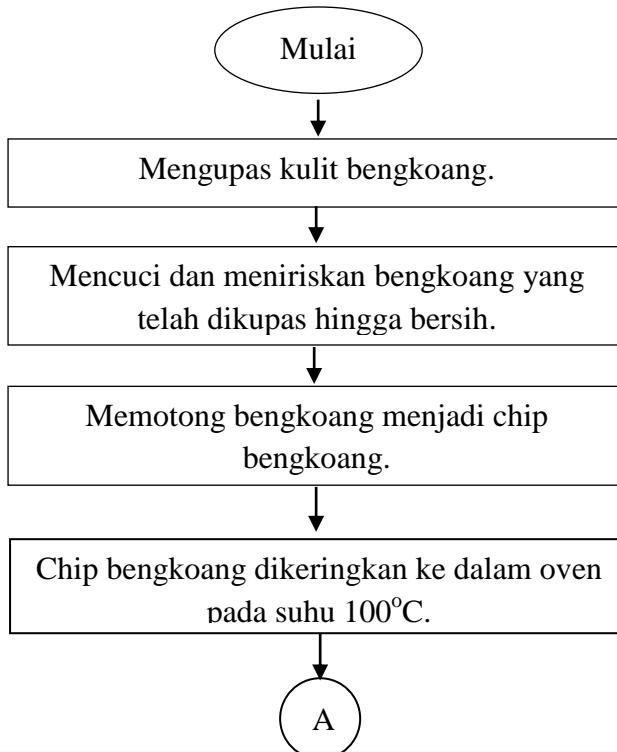
1. Batang pengaduk
2. *Beaker glass*
3. Cetakan plat kaca
4. Erlenmeyer
5. Gelas ukur
6. *Hot plate and magnetic stirrer*
7. Neraca analitik
8. Oven
9. Pengayak 140 mesh
10. Pisau
11. Saringan biasa
12. Termometer

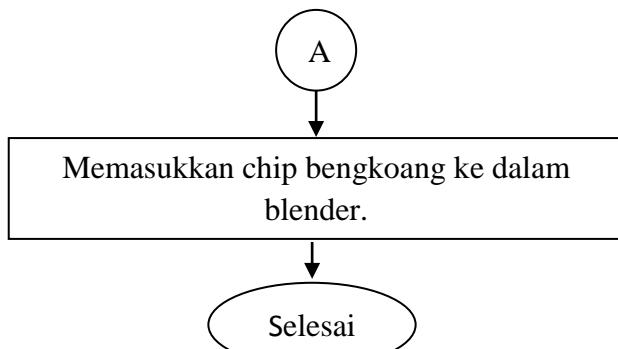


III.4 Prosedur Pembuatan

III.4.1 Tahap Pre Treatment

1. Mengupas kulit bengkoang.
2. Mencuci dan meniriskan bengkoang yang telah dikupas hingga bersih.
3. Memotong bengkoang menjadi chip bengkoang dengan ukuran yang tebal dan tipis.
4. Chip bengkoang dikeringkan ke dalam oven pada suhu 100°C.
5. Memasukkan chip bengkoang ke dalam blender.





Pada tahap persiapan dilakukan studi literatur untuk skrining kelayakan material bahan baku yang akan digunakan dalam penelitian pembuatan bioplastik dengan mempertimbangkan berbagai parameter seperti kandungan pati, ketersediaan, dan faktor eksternal (kondisi sosial). Selain itu juga dilakukan studi literatur pada penggunaan pati, bahan penguat, bahan *plasticizer*, pelarut, dan metodologi terbaik dalam pembuatan bioplastik.





A.2:

Mencuci dan
meniriskan



A.3:

Memotong
bengkoang menjadi
chip bengkoang.



A.4:

Chip bengkoang
dioven pada suhu
 100°C





A.5:

Memblender chip
bengkoang.



Gambar III.1 Pretreatment Bahan

III.4.2 Tahap Proses Pembuatan Produk

Pada proses pembuatan produk bioplastik dengan bahan baku umbi bengkoang, tahap pertama adalah ekstraksi pati bengkoang dengan menjadikan umbi bengkoang dalam bentuk tepung. Kemudian dilakukan proses pembuatan

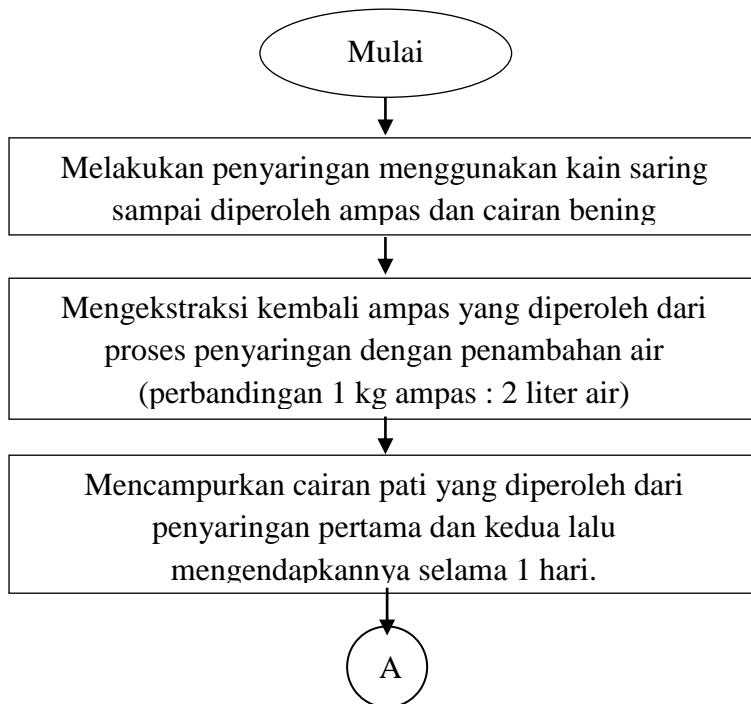
bioplastik dari proses pelarutan bahan baku hingga proses pencetakan. Pada tahap terakhir dalam penelitian ini dilakukan analisa bioplastik dalam sifat fisik dan sifat mekanisnya.

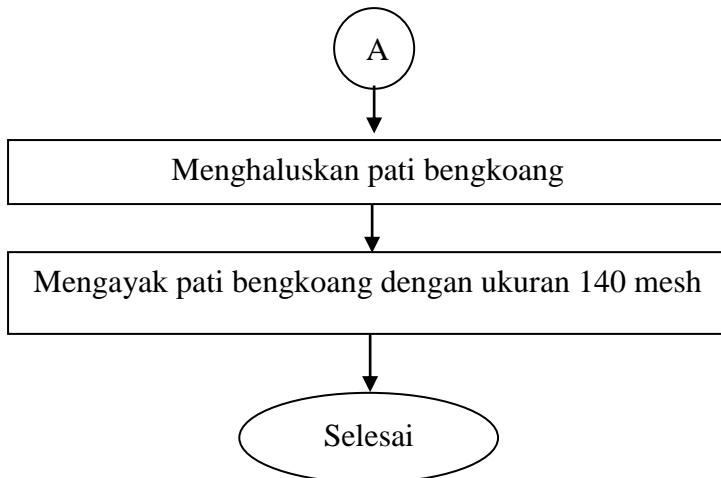
III.4.2.1 Ekstraksi Pati Bengkoang

1. Mencuci bersih bengkoang. Meniriskan dan menjemurnya hingga kering.
2. Memarut umbi bengkoang. Menambahkan air pada parutan umbi bengkoang dengan perbandingan 1 kg bahan : 2 liter air.
3. Melakukan penyaringan menggunakan kain saring sampai diperoleh ampas dan cairan bening (suspensi pati).



4. Mengekstraksi kembali ampas yang diperoleh dari proses penyaringan dengan penambahan air (perbandingan 1 kg ampas : 2 liter air) dan menyaringnya kembali untuk mendapatkan pati.
5. Mencampurkan cairan pati yang diperoleh dari penyaringan pertama dan kedua lalu mengendapkannya selama 1 hari.
6. Membuang lapisan atas yang bening dan meniriskan endapan (pati basah).
7. Mengeringkan pati basah dengan menjemurnya di bawah sinar matahari hingga kering.
8. Menghaluskan pati bengkoang.
9. Mengayak pati bengkoang dengan ukuran 140 mesh.





B.1:
Penyaringan
dengan kain
saring



B.2:
Pengendapan
cairan pati





B.3:

Meniriskan endapan pati



B.4:

Mengoven endapan pati.



B.5:

Menumbuk dan mengayak pati

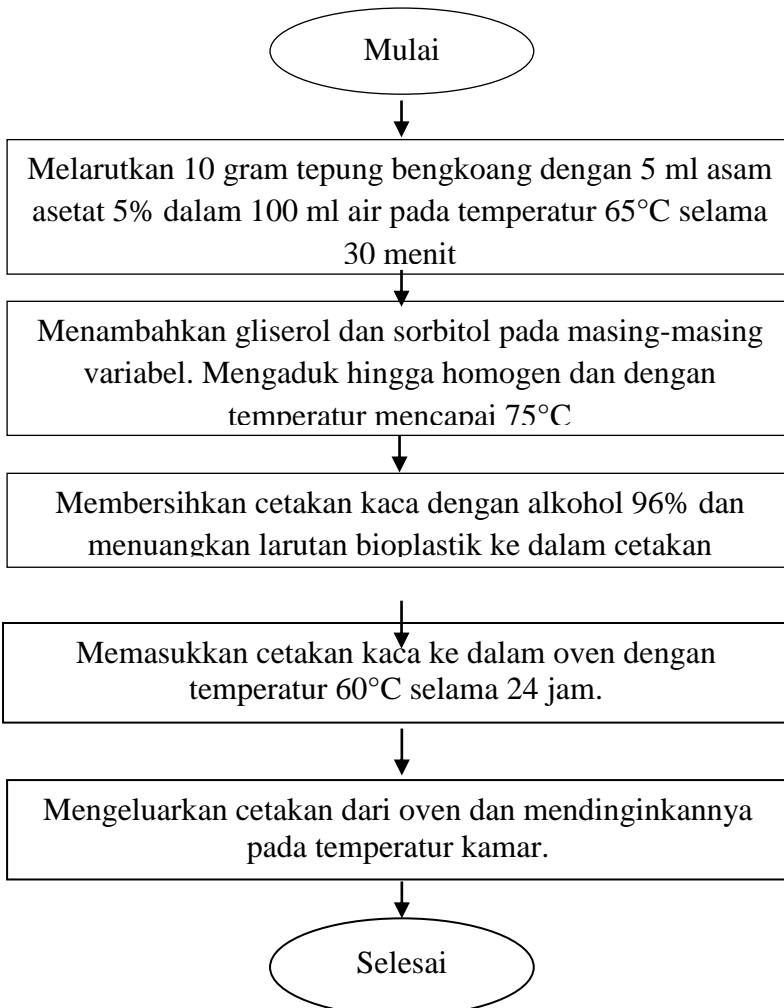


Gambar III.2 Proses Ekstraksi Pati Bengkoang



III.4.2.2 Pembuatan *Bioplastik*

1. Milarutkan 10 gram tepung bengkoang dengan 5 ml asam asetat 5% dalam 100 ml air pada temperatur 65°C selama 30 menit.
2. Menambahkan gliserol dan sorbitol pada masing-masing variabel (15%, 20% dan 25%). Mengaduk hingga homogen dan memanaskannya dengan temperatur mencapai 75°C.
3. Membersihkan cetakan kaca dengan alkohol 96% dan menuangkan larutan bioplastik ke dalam cetakan kaca.
4. Memasukkan cetakan kaca ke dalam oven dengan temperatur 60°C selama 24 jam.
5. Mengeluarkan cetakan dari oven dan mendinginkannya pada temperatur kamar.





C.1:

Melarutkan 10 gram bengkoang



C.2:

Menambahkan Glicerol.
Mengaduk hingga homogen



C.3:

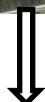
Menuangkan larutan ke dalam cetakan





C.4:

Memasukkan cetakan kedalam oven.



C.5:

Mengeluarkan cetakan dari oven.



C.6:

Mencabut plastik dari cetakan.



Gambar III.3 Proses Pembuatan Bioplastik



III.4.3 Tahap Analisa

III.4.3.1 Pengujian Sifat Fisik

III.4.3.1.1 Kadar Pati (SNI 01-2891-1992)

1. Menimbang sampel sebanyak 5 gram.
2. Sebanyak 5 gram sampel dimasukkan dalam erlenmeyer 500 ml.
3. Menambahkan 200 ml HCl 3%, kemudian mendidihkan selama 3 jam menggunakan pendingin tegak.
4. Menetralkan larutan dengan NaOH 30% dan menambahkan sedikit CH₃COOH 3% agar suasana larutan menjadi sedikit asam.
5. Memindahkan larutan ke dalam labu ukur 500 ml dan ditepatkan hingga tanda tera dengan aquades.
6. Menyaring sebanyak 10 ml filtrat dipipet ke dalam erlenmeyer 500 ml.
7. Menambah dengan 25 ml larutan Luff, batu didih dan 15 ml akuades kemudian dipanaskan dengan nyala api tetap selama 10 menit lalu didinginkan.
8. Menambahkan KI 20% sebanyak 15 ml dan H₂SO₄ 25% sebanyak 25 ml.
9. Menitrasasi campuran menggunakan larutan Na₂S₂O₃ 0.1 N dengan indikator pati 0.5% hingga diperoleh titik akhir.
10. Prosedur analisis yang sama diterapkan terhadap blanko.
11. Perhitungan kadar pati dilakukan berdasarkan kandungan glukosa yang terukur pada titrasi sampel. Kadar glukosa dihitung berdasarkan rumus berikut:



$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ yang digunakan} = (\text{Vb} - \text{Vs}) \times \text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 10$$

Dimana:

Vb = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan pada titrasi blanko

Vs = volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan pada titrasi sampel

N = konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan untuk titrasi.

Jumlah (mg) gula yang terkandung untuk ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan ditentukan melalui tabel Luff Schoorl. Dari tabel tersebut dapat diketahui hubungan antara volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.1 N yang digunakan dengan jumlah glukosa yang ada pada sampel yang dititrasi. Selanjutnya kadar glukosa dan kadar pati dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\begin{aligned}\text{kadar glukosa } (\%G) &= \frac{w \times fp}{w_1} \times 100 \\ \text{kadar pati } (\%) &= \%G \times 0,90\end{aligned}$$

Dimana:

W = glukosa yang terkandung untuk ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang digunakan (mg) dari tabel

W_1 = bobot sampel

Fp = faktor pengenceran

III.4.3.1.2 Kadar Air (AOAC 1999)

1. Menimbang sampel sebanyak 2 gram, lalu dimasukkan dalam cawan yang sudah diketahui beratnya.
2. Mengeringkan dalam oven selama 1 jam pada 105-110°C lalu didinginkan dalam desikator.



3. Menimbang hingga didapatkan berat konstan.
4. Menghitung kadar air.

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_1 - W_0) - (W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100\%$$

Dimana : (W_0) = Berat cawan kosong

(W_1) = Berat cawan + sampel

(W_2) = Berat cawan + sampel setelah dioven suhu 105°C selama 1 jam

III.4.3.1.3 Kadar Abu (AOAC 1984)

1. Menimbang sampel sebanyak 2-5 gram dan memasukkan ke dalam cawan yang sudah diketahui beratnya.
2. Memasukkan ke dalam furnace yang bersuhu 600°C selama 4 jam.
3. Pengabuan dilakukan sampai cuplikan umbi berwarna kelabu atau sampai berat tetap.
4. Mendinginkan dalam desikator hingga mencapai suhu ruang.
5. Menghitung kadar abu:

$$\text{Kadar abu} = \frac{(C-A)}{B} \times 100\%$$

Dimana : A = Berat cawan kosong (gram)

B = Berat cawan + sampel (gram)

C = Berat cawan + sampel setelah di-furnace dengan suhu 600°C



III.4.3.1.4 Uji Penggembungan

1. Menimbang sampel dan mencatat massa awal sampel.
2. Menetes dengan air sebanyak 5 kali di sepanjang permukaan sampel.
3. Mendiamkannya selama 2 menit.
4. Meniriskan sampel dengan tisu dan menimbangnya kembali. Mencatat massa akhir sampel.
5. Menghitung derajat penggembungan:

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

Dimana : S = Derajat penggembungan

m_1 = Massa akhir sampel

m_2 = Massa awal sampel

III.4.3.1.5 Laju Transmisi Uap Air Metode Gravimetri (ASTM E-96-99)

1. Menimbang cawan kosong dan mencatatnya.
2. Menimbang cawan berisi sampel dan mencatatnya.
3. Meletakkan cawan berisi sampel dalam ruangan yang memiliki suhu 27°C dan RH 97%.
4. Menimbang cawan setiap hari pada jam yang sama selama 10 hari.
5. Membuat grafik hubungan antara pertambahan berat dan waktu.
6. Menghitung nilai WVTR dengan rumus:

$$WVTR = \frac{\text{Slope}}{\text{luas sampel (m2)}} = \frac{g}{m_2 \cdot 24 \text{ jam}} \quad (97\% \text{ RH}, 27^\circ\text{C})$$

Dimana : WVTR = Nilai laju transmisi uap air



Slope = Nilai slope yang terbentuk pada grafik yang telah dibuat

III.4.3.1.6 Uji Ketahanan Kimia (AOAC 1984)

1. Menimbang sampel dan mencatat massa awal sampel.
2. Merendam sampel dengan bahan uji (asam asetat 10% dan larutan garam 0,1%) di dalam *beaker glass* selama 5, 10, 15 dan 20 menit.
3. Mengeringkan sampel dan menimbangnya kembali. Mencatat massa akhir sampel.
4. Menghitung persen pengurangan massa:

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Dimana : % m = Derajat penggembungan

m_2 = Massa akhir sampel

m_1 = Massa awal sampel

III.4.3.1.7 Pengujian Gugus Fungsional Menggunakan FT-IR

Analisa gugus fungsional dilakukan di Laboratorium Material dan Metalurgi FTI-ITS Surabaya dengan menggunakan alat FT-IR.

III.4.3.2 Pengujian Sifat Mekanis

III.4.3.8 Pengukuran Kuat Tarik dan Presentase Pemanjangan (ASTM 1983)

1. Memotong film dengan ukuran 2 cm x 8 cm.
2. Mengondisikan film di dalam desikator dengan RH 75% selama 24 jam.



3. Menjepit kedua ujung film.
4. Mencatat panjang awal film.
5. Menambahkan beban pada film yang telah dijepit hingga film terputus.
6. Mencatat panjang akhir film saat terputus.
7. Menghitung kekuatan tarik:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana : σ = Kekuatan tarik

F = Beban yang ditambahkan

A = Luas permukaan film

8. Menghitung nilai elongasi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \%$$

Dimana : ε = Nilai elongasi film

Δl = Selisih panjang awal film dan panjang akhir film

l_0 = Panjang awal film

9. Menghitung nilai Modulus Young:

III.4.3.3 Uji Biodegradabilitas

1. Memotong plastik berukuran 5 cm x 5 cm.
2. Mendiamkan plastik dalam desikator selama 24 jam.
3. Menimbang plastik dan mencatat massa awalnya.
4. Mengubur plastik di dalam tanah selama 6 hari dengan kedalaman tanah 5 cm.
5. Mencuci sampel dengan akuades dan memasukkannya ke dalam desikator selama 24 jam.



6. Menimbangnya kembali dan mencatat massa akhir plastik.
5. Menghitung persen pengurangan massa:

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Dimana : % m = Derajat penggembungan

m_1 = Massa akhir sampel

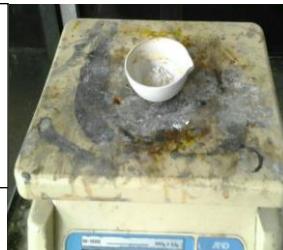
m_2 = Massa awal sampel

III.4.3 Tahap Analisa

III.4.3.1 Uji Kadar Air

Prosedur Analisa uji kadar air dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.4**

Menimbang
sampel
sebanyak 2
gram.



Mengeringkan
dalam oven
selama 1 jam
pada suhu 105°C.





Mendinginkan pada desikator.



Menimbang pada berat konstan.



Menghitung kadar air.

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_1 - W_0) - (W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100\%$$

Gambar III.4 Analisa Kadar Air



III.4.3.2 Uji Ketahanan Kimia

Prosedur Analisa uji ketahanan kimia dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.5**

Menimbang dan
mencatat massa
awal sampel.



Merendam
sampel
dengan bahan
uji.





Mengeringkan sampel.



Menimbangnya kembali.



Menghitung% pengurangan massa.

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Gambar III.5 Analisa Uji Ketahanan Kimia



III.4.3.3. Uji Penggembungan

Prosedur Analisa uji penggembungan dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.6**

Menimbang dan
mencatat massa
awal sampel.

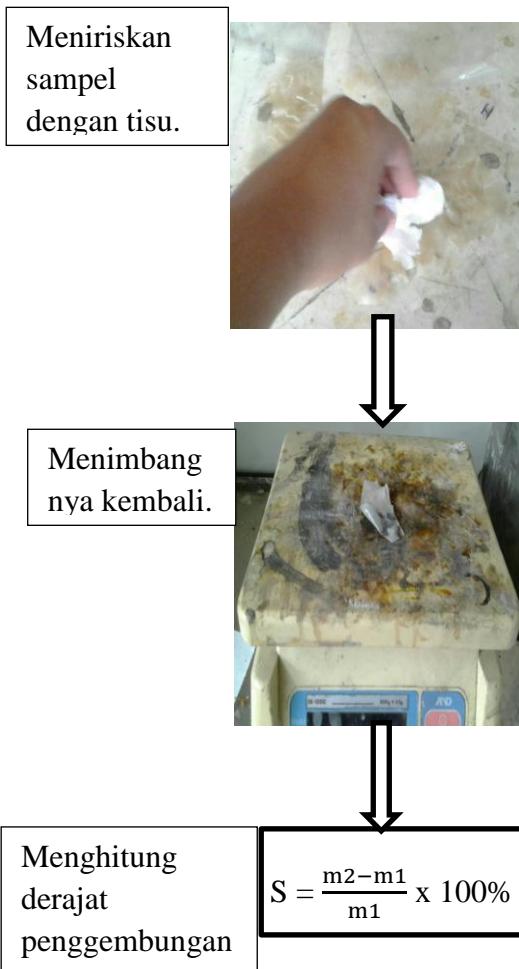


Menetesii
dengan air di
permukaan
sampel.



Mendiamkan
selama 2 menit.





Gambar III.6 Analisa Uji Penggembungan



III.4.3.4 Laju Transmisi Uap Air

Prosedur Analisa uji laju transmisi uap air dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.7**

Menimbang
cawan kosong.



Menimbang
cawan kosong
+ sampel.





Meletakkan cawan + sampel dalam ruangan besuhu 27°C dan RH 97%.



Menimbang cawan + sampel selama 10 hari.



Menghitung panjang dan lebar sampel.





Menghitung
nilai WVTR

$$WVTR = \frac{Slope}{luas sampel (m^2)} = \frac{g}{m^2 . 24 \text{ jam}}$$

Gambar III.7 Analisa Uji Laju Transmisi Uap Air

III.4.3.5 Uji Elongasi

Prosedur Analisa uji elongasi dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.8**

Mengukur
panjang awal
sampel.



Merenggangkan
sampel hingga
kondisi putus.





Mengukur
panjang akhir
sampel..



Menghitung
nilai elongasi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \%$$

Gambar III.8 Analisa Uji Elongasi

III.4.3.6 Uji Biodegradabilitas

Prosedur Analisa uji biodegradabilitas dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.9**

Memotong
plastik ukuran
5 cm x 5 cm.





Menimbang
dan mencatat
massa awal
sampel.



Mengukur tanah
dengan
kedalaman 5 cm.



Mengubur
sampel dalam
tanah selama 6
hari.





Mencatat massa akhir sampel.



Menghitung % pengurangan massa..

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

Gambar III.9 Analisa Uji Biodegrdabilitas

III.4.3.7 Uji Kadar Abu

Prosedur Analisa uji kadar abu dilaksanakan di laboratorium lt.3 Kimia Fisika Departemen Teknik Kimia Industri disajikan pada **gambar III.10**

Menimbang sampel sebanyak 5 gram.

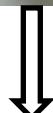
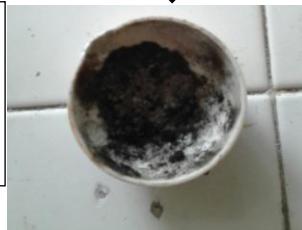




Memasukkan
kedalam
furnace selama
4 jam suhu
600°C



Pengabuan
hingga pati
berwarna
kelabu..



Mendinginkan
pada desikator.





Menghitung
kadar abu.

$$\text{Kadar abu} = \frac{(C-A)}{B} \times 100\%$$

Gambar III.10 Analisa Uji Kadar Abu

III.4.3.8 Uji Kuat Tarik



Gambar III.11 Alat Uji Kuat Tarik Lloyd

Prosedur Percobaan:

1. Sampel yang akan diuji dipotong dengan bentuk tertentu (sesuai spesifikasi alat) dan ukuran 5 cm x 5 cm.
2. Sampel yang telah dipotong, kemudian dipasangkan pada alat.
3. Tombol start ditekan dua kali.
4. Tekanan I akan mengaktifkan alat dan tekanan II akan mengoperasikan alat (berlangsungnya pengujian).
5. Pada alat akan terbaca gaya yang diberikan sampai *film* terputus (robek) serta penambahan panjangnya.
6. Menghitung kuat tarik pada sampel:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



III.5 Tempat Pelaksanaan

Inovasi ini dengan judul “**Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Umbi Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*)**” ini dilaksanakan pada bulan Januari 2017 – Juni 2017 di Laboratorium lantai 3 Program Studi Teknik Kimia Industri FV-ITS, pengujian kuat tarik dan kadar pati dilaksanakan di Laboratorium BLKI Surabaya, dan pengujian FT-IR dilaksanakan di Laboratorium Material dan Metalurgi FTI-ITS Surabaya.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV

HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL INOVASI DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Inovasi

Dari proses pembuatan pati bengkuang didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar IV.1 Pati Bengkuang

IV.1.1 Kadar Pati Umbi Bengkuang

Tabel IV.1 Hasil Kadar Pati Umbi Bengkuang

Massa Pati Umbi Bengkuang	Kadar Pati Umbi Bengkuang		
	Hasil Inovasi	Literatur Jurnal	SNI 3451:2011
10 g	81,89 %	87,73 %	Min. 75 %

Sumber: Melo *et al.*, 1994

SNI Tapioka 3451:2011

IV.1.2 Kadar Abu Pati Umbi Bengkuang

**Tabel IV.2** Hasil Kadar Pati Umbi Bengkuang

Massa Pati Umbi Bengkuang	Kadar Abu Pati Umbi Bengkuang	
	Hasil Inovasi	Literatur SNI
10 g	0,701 %	Maks. 0,5 %

Sumber: *SNI Tapioka 3451:2011*

IV.1.3 Uji Ketahanan Kimia

Tabel IV.3 Hubungan antara Waktu Perendaman dengan Uji Ketahanan Kimia

Konsentrasi Gliserol (%)	Waktu Perendaman (menit)	Uji Ketahanan Kimia (% pengurangan massa)
15	5	39
	10	43
	15	46



		20	47
20		5	38
		10	40
		15	44
		20	48
25		5	36
		10	39
		15	43
		20	49



Konsentrasi Sorbitol (%)	Waktu Perendaman (menit)	Uji Ketahanan Kimia (% pengurangan massa)
15	5	42
	10	45
	15	47
	20	48
20	5	41
	10	43
	15	45
	20	49
25	5	40



	10	43	
	15	47	
	20	51	

IV.1.4 Uji Kadar Air

Tabel IV.1.4 Kadar Air Pati Bengkoang

Sampel	% kadar air	SNI 01-3451-1994
Pati Bengkoang 2 gram	10 %	15%

Berdasarkan **tabel IV.4**, kadar air dihitung dengan metode SNI 01-3451-1994 dan diuji dengan metode AOAC (1999).



IV.1.5 Uji Biodegradabilitas

Tabel IV.1.5 Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Biodegradabilitas selama 6 Hari

Konsentrasi Gliserol (%)	Waktu Penimbunan (hari)	Biodegradabilitas (% pengurangan massa)
15	6	32
20		39
25		44
Konsentrasi Sorbitol (%)	Waktu Penimbunan (hari)	Biodegradabilitas (% pengurangan massa)
15	6	35
20		45



25		51
----	--	----

IV.1.6 Uji FTIR

Tabel. IV.1.6 Kesimpulan FTIR

Variabel	Jumlah Puncak (peak) Panjang Gelombang (cm ⁻¹)				% Transmisi (%T)			
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	(% T1)	(% T2)	(% T3)	(% T4)
Gliserol 15%	993, 27	162 8,96	292 4,01	326 3,16	31, 235	83, 097	76, 548	61, 180
Gliserol 20%	997, 15	158 7,58	293 0,88	323 9,42	25, 397	75, 474	77, 689	57, 024
Gliserol	101 5,62	164 0,56	293 3,38	326 4,63	18, 496	73, 685	72, 598	45, 500



25%								
Sorb itol 15%	993, 25	159 4,96	292 2,45	324 8,27	59, 015	84, 847	81, 008	80, 291
Sorb itol 20%	995, 49	174 3,73	292 2,31	327 6,13	36, 509	83, 208	67, 258	68, 242
Sorb itol 25%	997, 25	174 3,75	292 2,21	326 2,64	28, 168	78, 039	62, 581	67, 555



IV.1.7 Uji Penggembungan

Tabel IV.1.7 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Penggembungan

Konsentrasi Sampel (%)	Massa awal (m_1) (gram)	Massa akhir setelah ditetes air (m_2) (gram)	% Uji Penggembungan
Gliserol 15%	2,5	3	20%
Gliserol 20%	4	4,5	12,5%
Gliserol 25%	4,5	4,5	0
Sorbitol 15%	2,5	2,5	0



Sorbitol 20%	3,5	4	14,29%
Sorbitol 25%	4	4,5	12,5%

IV.1.8 Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan di Laboratorium BLKI Surabaya dengan menggunakan alat uji kuat tarik Lloyd. Hasil analisa kuat tarik disajikan pada **tabel IV.8** dan **grafik IV.8**

Tabel IV.8 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Kuat Tarik

Konsentrasi Sampel (%)	Kuat Tarik (MPa)
Gliserol 15%	2,181
Gliserol 20%	2,610
Gliserol 25%	2,905



Sorbitol 15%	2,560
Sorbitol 20%	2,258
Sorbitol 25%	1,905

IV.1.9 Uji Elongasi

Tabel IV.1.9 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Elongasi

Konsentrasi Sampel (%)	Elongasi (%)
Gliserol 15%	21.88
Gliserol 20%	25
Gliserol 25%	50
Sorbitol 15%	33.33



Sorbitol 20%	50
Sorbitol 25%	52

IV.1.10 Uji Transmisi Uap Air

Tabel IV.1.10 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Transmisi Uap Air

Konsentrasi Sampel (%)	WVTR (gr/m ² .24jam)
Gliserol 15%	1.26
Gliserol 20%	1.36
Gliserol 25%	1.74
Sorbitol 15%	0.95
Sorbitol 20%	1.48
Sorbitol 25%	1.82

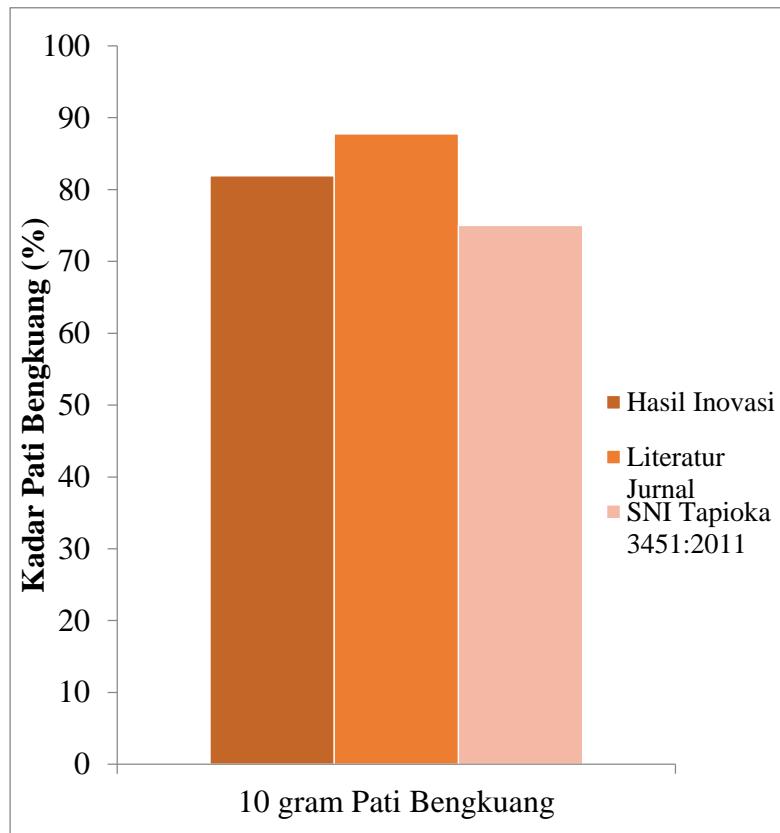


IV.2 Pembahasan

Tujuan dari inovasi ini adalah mengetahui cara mengambil pati umbi bengkuang yang aman untuk bahan baku produk, mengetahui cara membuat bioplastik dari pati umbi bengkuang yang sesuai serta menganalisa pengaruh penambahan *plasticizer* sorbitol dan gliserol terhadap sifat fisik, kimia dan mekanis bioplastik dari pati umbi bengkuang berkualitas yang dihasilkan.



IV.2.1 Kadar Pati Umbi Bengkuang



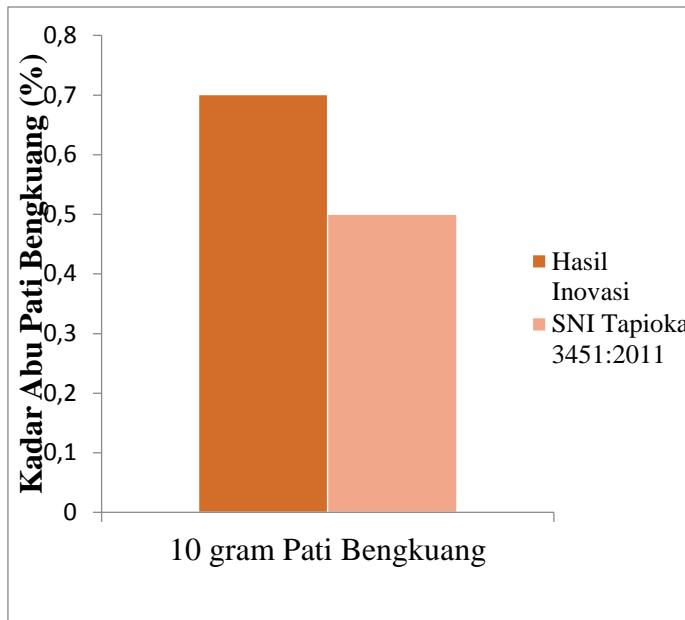
Grafik IV.1 Perbandingan Hasil Kadar Pati Bengkuang pada Inovasi dengan Kadar Pati Bengkuang pada Literatur Jurnal

Berdasarkan **Tabel IV.1**, kadar pati bengkuang yang dihasilkan sebesar 81,89 %. Hasil ini telah sesuai



dengan SNI Tapioka 3451:2011 yang menyatakan bahwa kadar pati paling sedikit 75% dan hampir sesuai dengan literatur jurnal yang menyatakan bahwa kadar pati bengkuang sebesar 87,73 %.

IV.2.2 Kadar Abu Pati Umbi Bengkuang



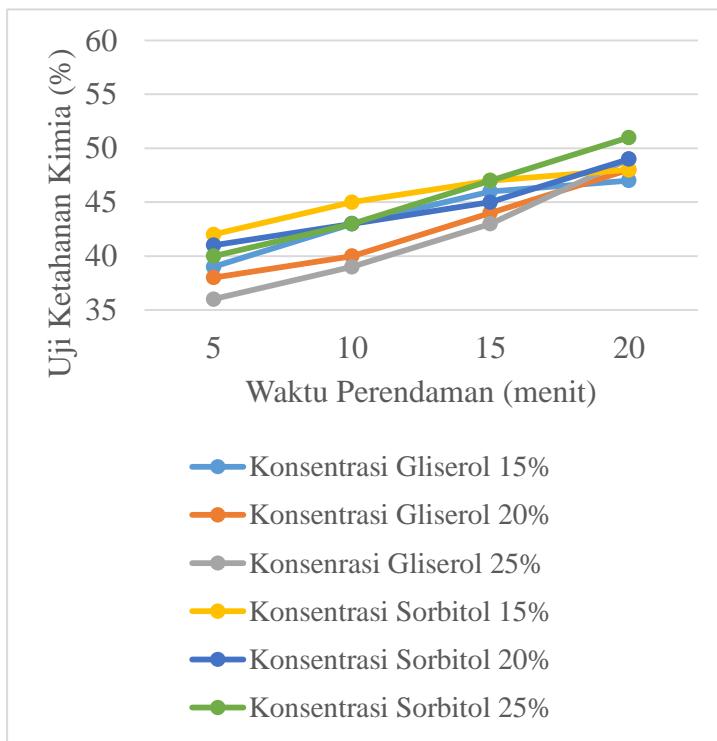
Grafik IV.2 Perbandingan Hasil Kadar Abu Bengkuang pada Inovasi dengan Kadar Pati Bengkuang pada Literatur Jurnal

Berdasarkan **Tabel IV.2**, kadar abu bengkuang yang dihasilkan sebesar 0,701 %. Hasil ini tidak sesuai



dengan SNI Tapioka 3451:2011 yang menyatakan bahwa kadar abu paling besar 0,5%.

IV.2.3 Uji Ketahanan Kimia



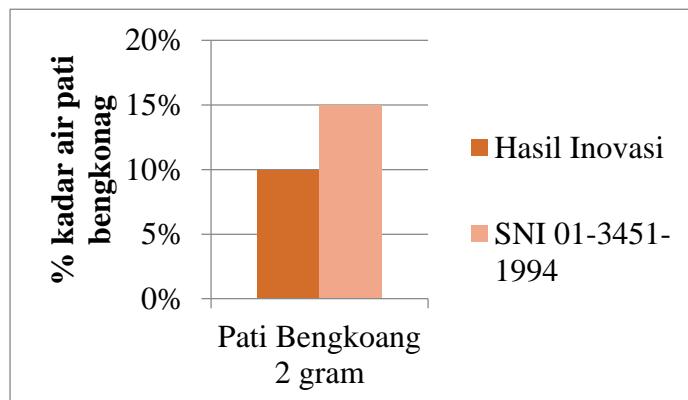
Grafik IV.3 Hubungan antara Waktu Perendaman dengan Uji Ketahanan Kimia

Sebagai kemasan, perlu adanya kestabilan *bioplastik* terhadap serangan kimia yang kemungkinan



keluar dari bahan selama penyimpanan. Respon yang ditunjukkan saat perendaman terhadap senyawa kimia adalah kelarutan dalam air. Kelarutan dalam air yaitu untuk memprediksi kestabilan bioplastik terhadap pengaruh air. Kelarutan dinyatakan dengan persen pengurangan massa. Pada **grafik IV.3** pada variabel sorbitol dan gliserol konsentrasi 15%, 20%, dan 25%, pada waktu perendaman 5, 10, 15, dan 20 menit semua komposisi mengalami peningkatan persen pengurangan massa. Menurut Bourtoom (2007), jenis dan konsentrasi hasil *plasticizer* yang digunakan akan memberikan pengaruh terhadap kelarutan dari film berbahan dasar pati. Semakin banyak penggunaan *plasticizer*, semakin meningkat pula kelarutan air pada bioplastik.

IV.2.4 Uji Kadar Air

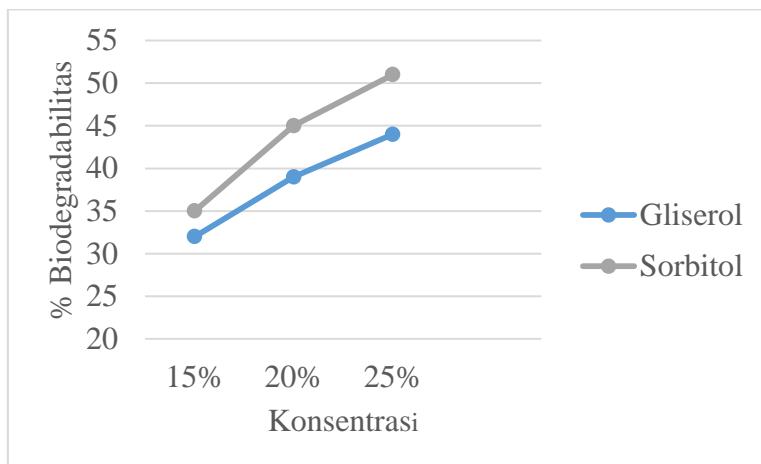


Grafik IV.4 Kadar Air Pati Bengkoang



Berdasarkan **Tabel IV.4**, kadar air bengkuang yang dihasilkan sebesar 10%. Hasil ini sesuai dengan SNI Tapioka 01-3451-1994 yang menyatakan bahwa kadar air paling besar 15 % yang dapat dilihat pada **grafik IV.4**.

IV.2.5 Uji Biodegradabilitas



Grafik IV.5 Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Biodegradabilitas selama 6 Hari

Pada **grafik IV.5** menunjukkan biodegradable film semakin meningkat ketika dilakukan penambahan *plasticizer* sorbitol maupun gliserol dengan konsentrasi 15%, 20%, dan 25%. Kecepatan degradasi dipengaruhi penambahan *plasticizer* karena bersifat hidrofilik. Sifat hidrofilik berfungsi untuk mempercepat penyerapan air yang memungkinkan mikroorganisme dapat mendegradasi sampel dengan cepat. Pada penambahan

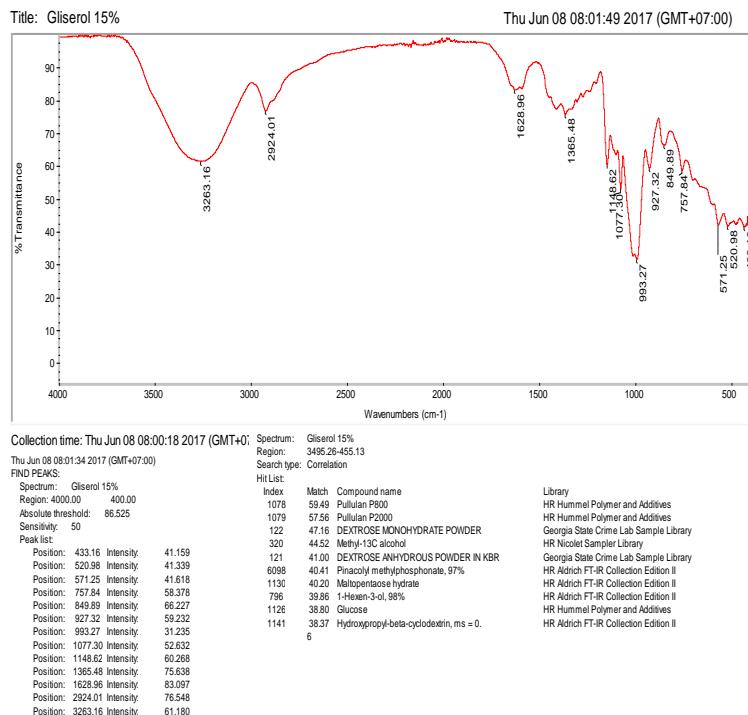


sorbitol dan gliserol 25% mengalami persentase penurunan massa yang paling besar. Biodegradabilitas sangat berkaitan dengan nilai kelarutan biodegradable film, semakin tinggi nilai kelarutan maka biodegradable film akan semakin cepat terdegradasi. Proses biodegradasi pada biodegradable film di dalam tanah terdiri dua tahap. Tahap pertama yaitu degradasi kimia dengan melalui proses oksidasi molekul sehingga menghasilkan film dengan berat molekul rendah. Tahap kedua yaitu serangan mikroorganisme (bakteri, jamur dan alga) dan aktifitas enzim (*Latief, 2001*). Menurut Surdia (2000), degradasi polimer digunakan untuk menyatakan perubahan fisik akibat reaksi kimia yang mencakup pemutusan ikatan dalam tulang punggung dari makro molekul. Reaksi degradasi kimia dalam polimer linier menyebabkan turunnya berat molekul atau pemendekan panjang rantai. Penambahan sorbitol mempengaruhi sifat biodegradable flim. Semakin besar penambahan maka semakin besar pula persentase penurunan berat film. Tingkat biodegradasi bahan polimer dipengaruhi oleh struktur polimer yang bersangkutan. Polimer dengan struktur amorf lebih mudah dibiodegradasi dibanding polimer dengan struktur kristalin. Bioplastik dan gliserol memiliki struktur yang lebih amorf sehingga mikroorganisme yang terdapat dalam tanah dapat menyerang molekul-molekul yang terdapat dalam bioplastik tersebut.



IV.2.6 Uji FTIR

IV.6.1 Gliserol 15%



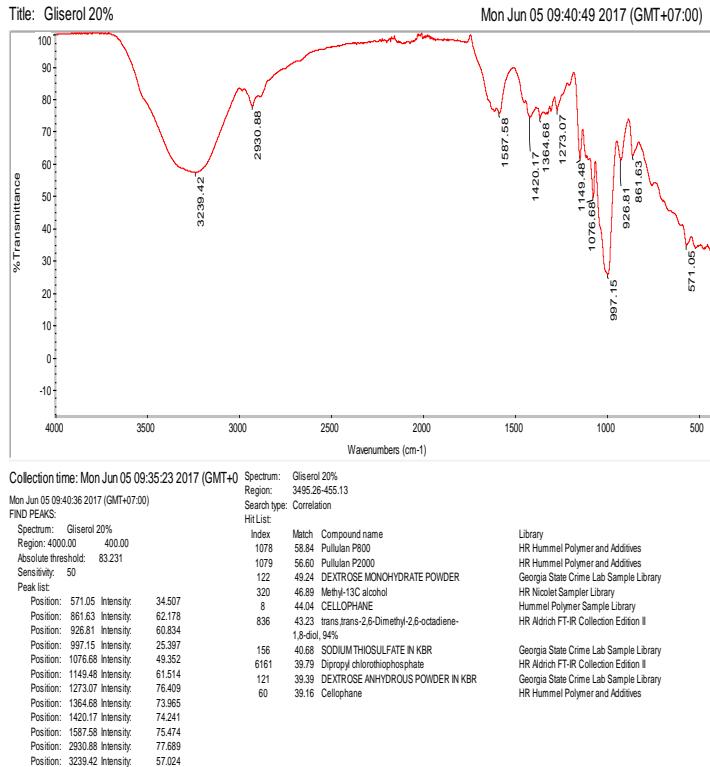
Grafik IV.6.1 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol 15% dengan Uji FTIR



Pada **grafik IV.6.1** variabel gliserol 15%, terdapat panjang gelombang sebesar 3263,16/cm termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2924,01/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1628,96/cm termasuk tipe senyawa alkena (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1365,48/cm termasuk tipe senyawa nitro (NO₂) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1148,62/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1077,30/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 993,27/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 927,32/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 849,89/cm termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 757,84/cm termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 571,25/cm dan 520,98/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-Br). Pada panjang gelombang 433,16/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-I) (*Nieman, 1998*).



IV.6.2 Gliserol 20%



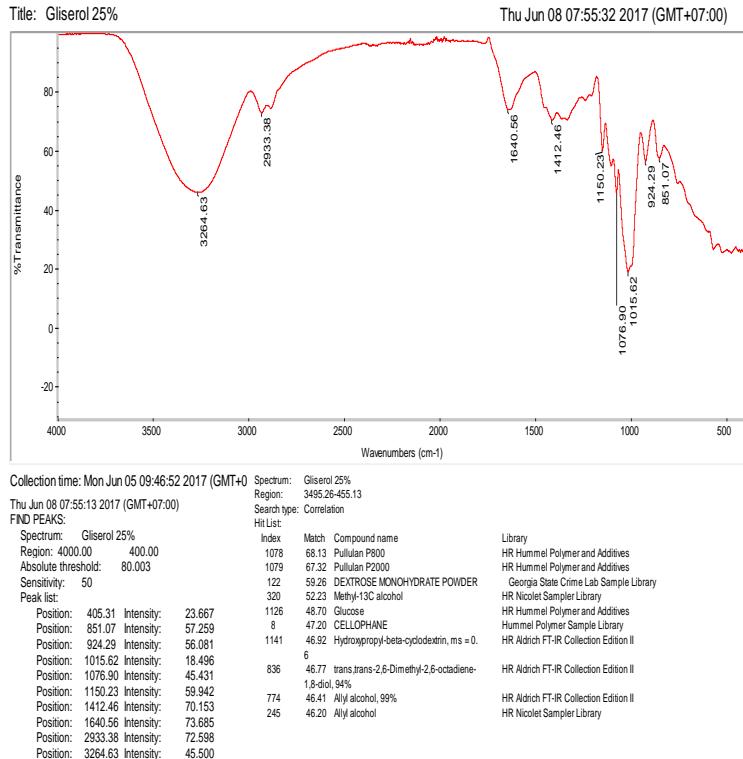
Grafik IV.6.2 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol 20% dengan Uji FTIR



Pada **grafik IV.6.2** variabel gliserol 20%, terdapat panjang gelombang sebesar 3239,42/cm termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2930,88/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1587,58/cm termasuk tipe senyawa cincin aromatik (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1420,17/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1364,68/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dan senyawa nitro (NO₂) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1273,07/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dan senyawa amida (C-N) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1149,48/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1076,68/cm termasuk tipe senyawa senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 997,15/cm termasuk tipe senyawa lainnya. Pada panjang gelombang 926,81/cm termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 861,63/cm termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 571,05/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-Br) (*Nieman, 1998*).



IV.6.3 Gliserol 25%



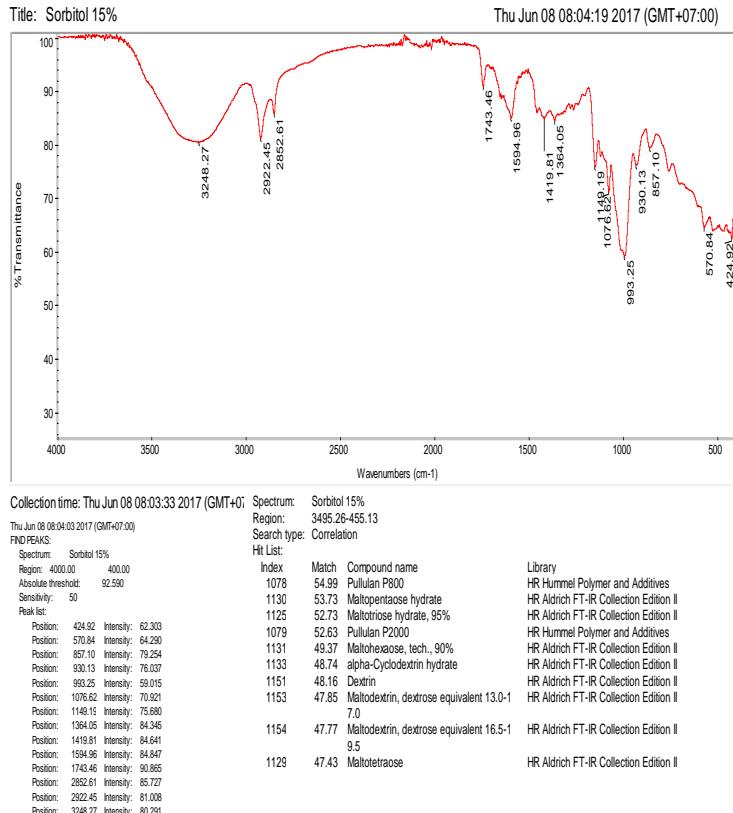
Grafik IV.6.3 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol 25% dengan Uji FTIR



Pada **grafik IV.6.3** variabel gliserol 25%, terdapat panjang gelombang sebesar 3264,63/cm termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2933,38/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1640,56/cm termasuk tipe senyawa alkena (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1412,46/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1150,23/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1076,90/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1015,62/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-F). Pada panjang gelombang 924,29/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 851,07/cm termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat (*Nieman, 1998*).



IV.6.4 Sorbitol 15%



Grafik IV.6.4 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Sorbitol 15% dengan Uji FTIR

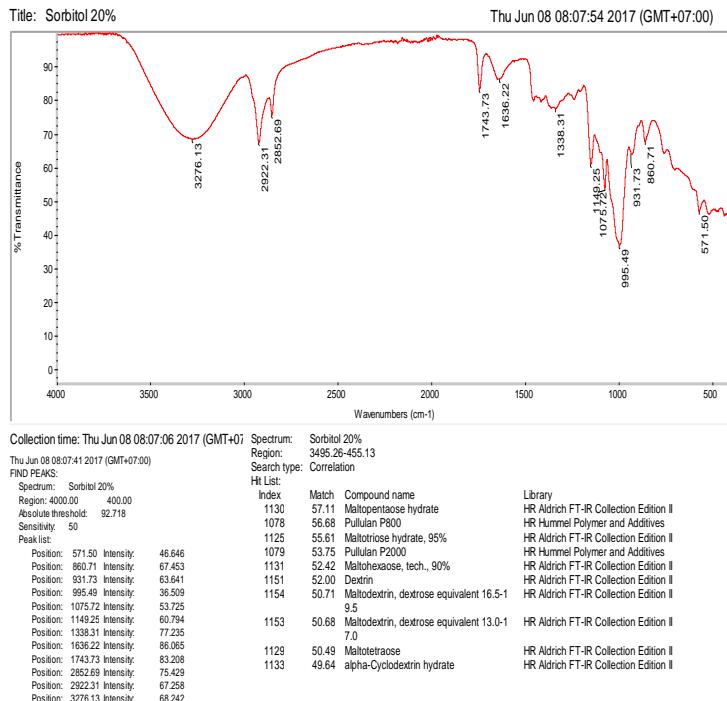


Pada **grafik IV.6.4** variabel sorbitol 15%, terdapat panjang gelombang sebesar 3248,27/cm termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2922,45/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 2852,61/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1743,46/cm termasuk tipe senyawa aldehid (C=O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1594,96/cm termasuk tipe senyawa cincin aromatik (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1419,81/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1364,05/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dan senyawa nitro (NO₂) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1149,19/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1076,62/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 993,25/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 930,13/cm dan 857,10 termasuk tipe senyawa cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 570,84/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-Br). Pada panjang gelombang 424,92/cm



termasuk tipe senyawa alkil halida (C-I) (Nieman, 1998).

IV.6.5 Sorbitol 20%



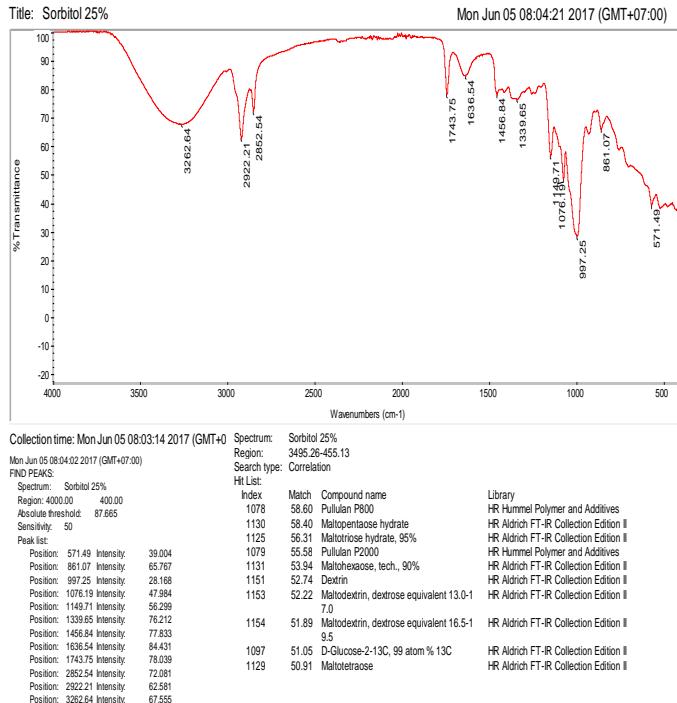
Grafik IV.6.5 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Sorbitol 20% dengan Uji FTIR



Pada **grafik IV.6.5** variabel sorbitol 20%, terdapat panjang gelombang sebesar 3276,13/cm termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2922,31/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 2852,69/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1743,73/cm termasuk tipe senyawa aldehid (C=O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1636,22/cm termasuk tipe senyawa alkena (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1338,31/cm termasuk tipe senyawa nitro (NO₂) dan senyawa amida (C-N) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1149,25/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1075,72/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 995,49/cm , 931,73/cm , dan 860,71 termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 571,50/cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-Br) (*Nieman, 1998*).



IV.6.6 Sorbitol 25%



Grafik IV.6.6 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Sorbitol 25% dengan Uji FTIR

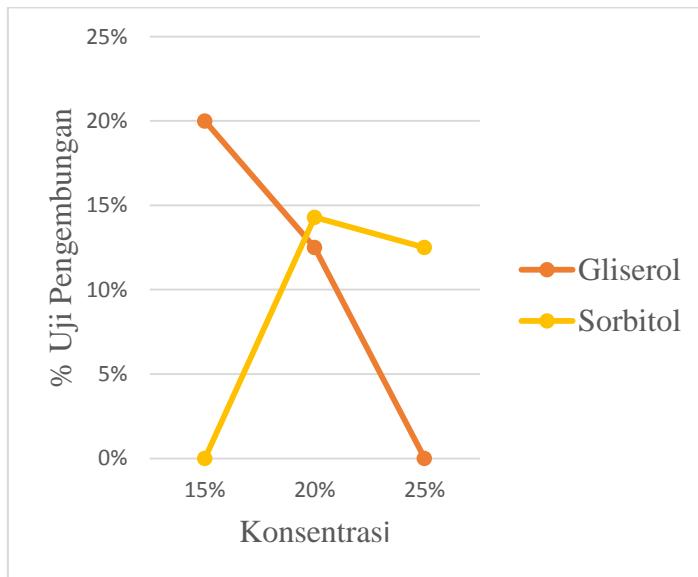
Pada **grafik IV.6.6** variabel sorbitol 25%, terdapat panjang gelombang sebesar 3262,64/cm



termasuk tipe senyawa alkohol ikatan hidrogen (O-H) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 2922,21/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 2852,54/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1743,75/cm termasuk tipe senyawa aldehid (C=O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1636,54/cm termasuk tipe senyawa alkena (C=C) dengan intensitas yang berubah-ubah. Pada panjang gelombang 1456,84/cm termasuk tipe senyawa alkana (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1339,65/cm termasuk tipe senyawa amida (C-N) dan senyawa nitro (NO₂) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1149,71/cm termasuk tipe senyawa alkohol (C-O) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 1076,19/cm termasuk tipe senyawa alkena (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 997,25/cm tidak memiliki jenis senyawa. Pada panjang gelombang 861,07 termasuk tipe senyawa alkena dan cincin aromatik (C-H) dengan intensitas yang kuat. Pada panjang gelombang 571,49 /cm termasuk tipe senyawa alkil halida (C-Br) (*Nieman, 1998*).



IV.2.7 Uji Penggembungan



Grafik IV.7 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Penggembungan

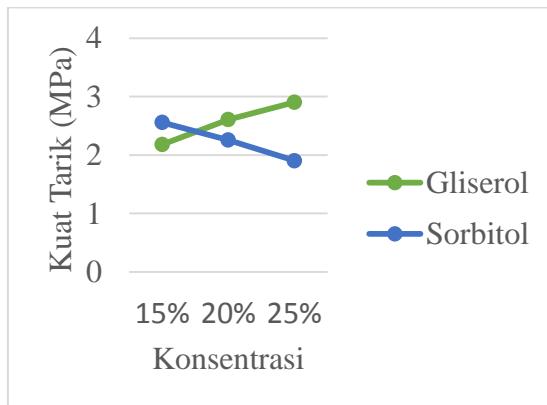
Pada **grafik IV.7** terlihat bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi gliserol, maka derajat penggembungan akan semakin menurun. Sebaliknya pada penambahan sorbitol 15% derajat penggembungan hanya 0% dikarenakan tetesan air tidak merata secara sempurna pada seluruh permukaan *bioplastik* pada variabel tersebut yang menyebabkan tidak mengalami penurunan berat sampel pada penambahan sorbitol 15% setelah ditetes air sebanyak 5 kali, sehingga grafik



yang dihasilkan pada variabel sorbitol 15%, 20%, dan 25% terjadi fluktuatif. Penambahan gliserol akan mempengaruhi sifat ketahanan film terhadap air, sehingga semakin banyak konsentrasi plasticizer yang digunakan maka semakin baik ketahanan film yang dihasilkan atau dengan kata lain semakin kecil derajat penggembungannya. Pada penambahan konsentrasi plasticizer yang semakin tinggi akan meningkatkan sifat adhesive antar molekul sehingga jumlah air yang terikat dengan senyawa polisakarida akan mengalami penurunan yang menyebabkan kadar airnya semakin rendah (*Darni, 2008*).



IV.2.8 Uji Kuat Tarik



Grafik IV.8 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol terhadap Uji Kuat Tarik

Pada **grafik 1V.8** terlihat semakin banyak penambahan konsentrasi gliserol, maka nilai kuat tarik juga akan semakin meningkat. Namun juga terlihat semakin banyak penambahan konsentrasi sorbitol, maka nilai kuat tarik juga akan semakin menurun. Pada variabel gliserol 15% didapatkan kuat tarik sebesar 2,181 MPa. Pada variabel gliserol 15% didapatkan kuat tarik sebesar 2,181 MPa. Pada variabel gliserol 20% didapatkan kuat tarik sebesar 2,610 MPa. Pada variabel gliserol 25% didapatkan kuat tarik sebesar 2,905 MPa. Pada variabel sorbitol 15% didapatkan kuat tarik sebesar 2,560 MPa. Pada variabel sorbitol 20% didapatkan kuat tarik sebesar

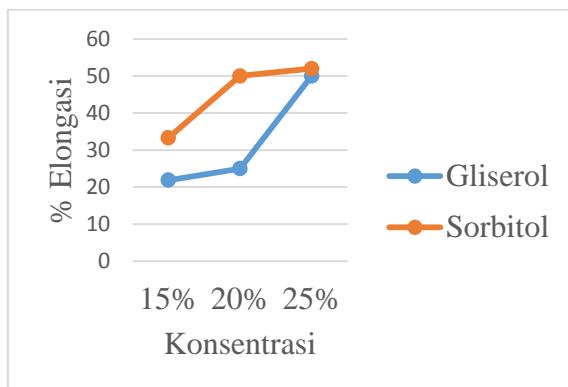


2,258 MPa. Pada variabel sorbitol 25% didapatkan kuat tarik sebesar 1,905 MPa. Pada analisa kuat tarik semakin besar konsentrasi plasticizer yang ditambahkan akan mengurangi kuat tarik bioplastik. Hal ini disebabkan plasticizer akan mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler karena menurunkan kemantapan sistem dispersi padatan, akibatnya bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat fisik yang lemah yang akan menurunkan kuat tank dari bioplastik yang dihasilkan. Penambahan plasticizer akan menyebabkan penurunan gaya tarik antar polimer pada saat terjadi penguapan air yang mengakibatkan ketahanan terhadap perlakuan mekanis film semakin menurun. Menurut Lieberman and Gilbert (1973), plasticizer dapat merubah sifat fisik film dengan mengurangi kohesi dan ketahanan mekanik rantai polimer. Kester dan Fennema (1986) mengutarakan hal yang sependapat, bahwa plasticizer dapat menyebabkan kurangnya ikatan hidrogen internal dan akan melemahkan gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga akan mengurangi kekuatan regangan putus film. Peningkatan konsentrasi plasticizer akan menurunkan ikatan hidrogen dalam film sehingga meningkatkan fleksibilitas, dengan meningkatnya fleksibilitas maka kuat tarik dari film akan semakin kecil karena film yang dihasilkan menjadi lebih lentur, lembut, dan



fleksibel sehingga kuat tariknya cenderung menurun (*Krochta, 1994*). Selain itu Mustika (2006) menambahkan bahwa dengan meningkatnya kandungan air dan konsentrasi plasticizer yang bersifat higroskopis dapat membuat film semakin polar sehingga film yang dihasilkan memiliki nilai kuat tarik yang rendah. Penambahan gliserol dapat mengatasi sifat rapuh film yang disebabkan oleh kekuatan intermolekuler ekstentif sehingga menghasilkan film yang lebih fleksibel, lebih kuat, dan tidak mudah dipecah, sehingga dapat juga meningkatkan hasil kuat tarik. Pada **grafik IV.8**, Hasil yang paling optimum yaitu gliserol 25% didapatkan kuat tarik sebesar 2,905 MPa.

IV.2.9 Uji Elongasi



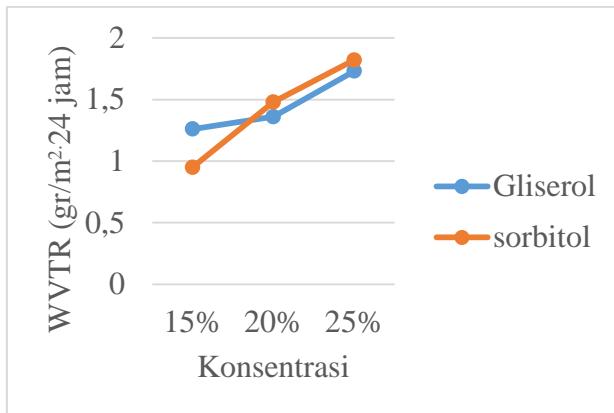
Grafik IV.9 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Elongasi



Pada **grafik IV.9** terlihat bahwa penambahan gliserol dan sorbitol dengan konsentrasi 15%, 20%, dan 25% dapat meningkatkan nilai elongasi *bioplastik*. *Plasticizer* merupakan bahan tambahan pada pembuatan film dari polimer. Menurut McHugh dan Krochta (1994), bahwa penggunaan *plasticizer* cenderung menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan persentase pemanjangan atau elongasi pada *bioplastik* karena *plasticizer* dapat mengurangi gaya antar molekul dan meningkatkan mobilitas rantai biopolimer. Penambahan sorbitol berbanding lurus dengan persentase *strain* atau *elongation*, artinya semakin besar penambahan sorbitol maka semakin besar nilai persentase *strain* atau *elongation*. Penambahan *plasticizer* mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang. Mekanisme proses *plasticizer* polimer sebagai akibat penambahan *plasticizer* berdasarkan Di Gioia dan Guilbert (1999), yaitu melalui adsorbsi, pemecahan, difusi, pemutusan pada bagian amorf, dan pemotongan struktur. Semakin tinggi konsentrasi gliserol cenderung meningkat nilai elongasinya. Hal ini karena kemasan *bioplastik* semakin fleksibel dan plastis. Peningkatan konsentrasi gliserol akan menghasilkan pengurangan interaksi intermolekul sehingga pergerakan dari rantai molekul akan turun (*Huri, 2013*).



IV.2.10 Laju Transmisi Uap Air



Grafik IV.10 Hubungan antara Penambahan Konsentrasi Gliserol dan Sorbitol dengan Uji Transmisi Uap Air

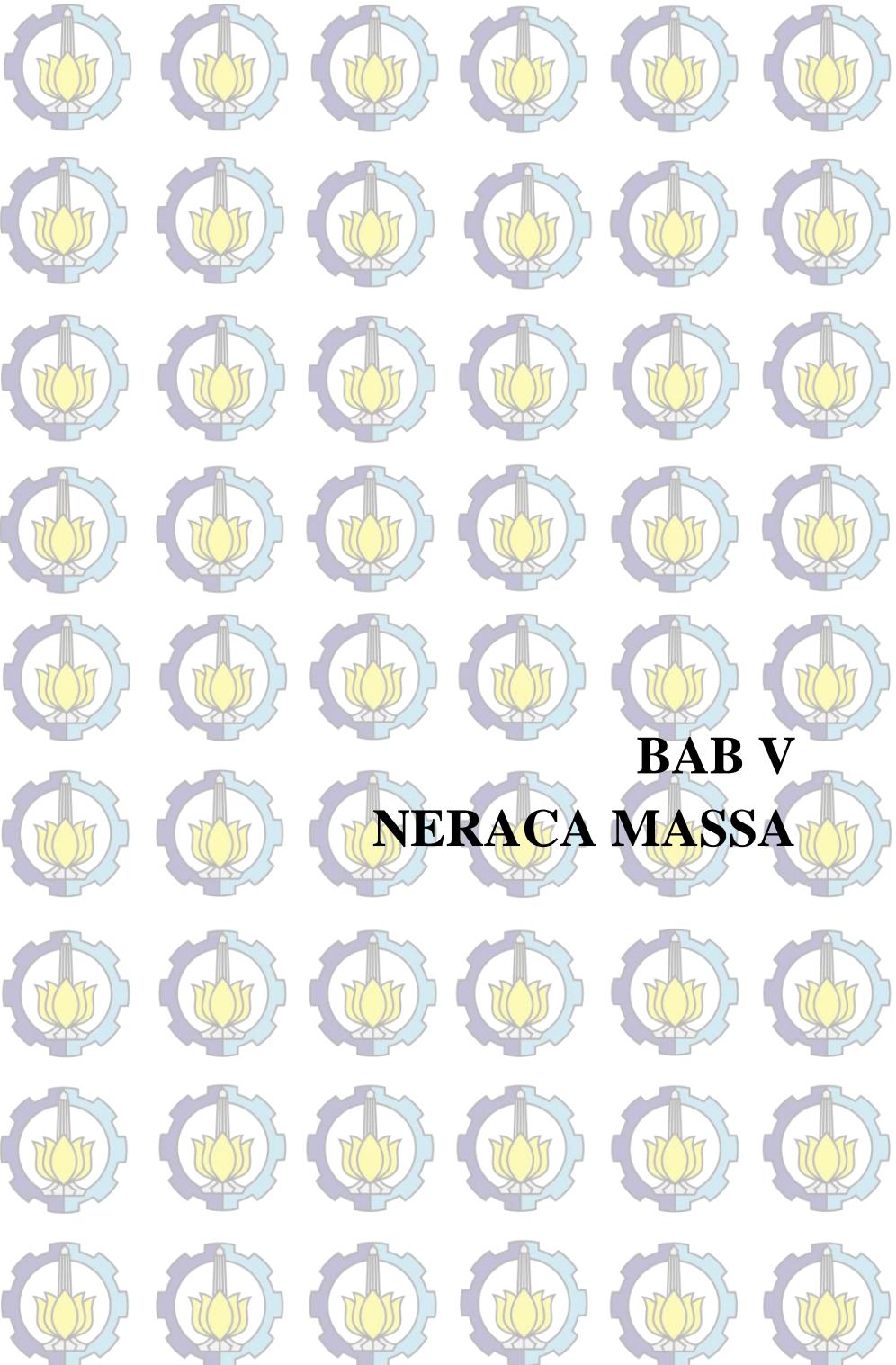
Galietta, dkk. (1998) dan Khwaldia, dkk. (2004) menyatakan bahwa laju transmisi uap air meningkat seiring dengan meningkatnya plasticizer yang ditambahkan pada bioplastik. Donhowe (1993) dan McHugh (1994) menambahkan bahwa bioplastik dengan plasticizer sorbitol memiliki nilai permeabilitas uap air yang lebih besar dari pada dengan plasticizer gliserol. Hal ini disebabkan karena sorbitol yang memiliki ukuran molekul yang lebih besar dibandingkan gliserol akan memperbesar volume bebas antar rantai polimer sehingga mempermudah transfer molekul air. Gliserol juga memiliki sifat hidrofilik yang menyebabkan peningkatan laju transmisi uap air. Hal ini sejalan dengan pernyataan Mc Hugh et al.,(1994)



bawa gliserol memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengikat air sehingga menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tinggi. Plasticizer gliserol juga akan menyebabkan penurunan ikatan hidrogen internal dan peningkatan jarak intermolekuler yang menyebabkan peningkatan permeabilitas bioplastik. Selain itu, penurunan interaksi intermolekul dan peningkatan molekul akan memudahkan perpindahan molekul uap air. Lebih lanjut McHugh dan Krochta, (1994) bioplastik dengan plasticizer gliserol memiliki nilai permeabilitas/ketahanan uap air yang rendah. Hal ini disebabkan karena gliserol memiliki ukuran molekul yang kecil maka memperkecil volume bebas antar rantai polimer sehingga memperlambat transfer molekul air. Gliserol dengan ukuran molekul yang kecil akan masuk ke dalam jaringan film lebih banyak sehingga ruang dan kesempatan air teradsorpsi dan memperlambat transfer air dalam film. Dari penjelasan ini maka plasticizer gliserol dapat menahan laju uap air lebih efisien. Pada **grafik IV.10**, produk terbaik memiliki laju transmisi uap air sebesar $1,82 \text{ gr/m}^2\text{.jam}$ pada variabel sorbitol 25%.



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V NERACA MASSA

BAB V

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi	:	39.000	lembar/tahun
Waktu Operasi	:	312	hari/tahun ; 16 jam/hari
Basis Waktu	:	1	hari
Basis Perhitungan	:	21	kg/hari bahan baku
Bahan Baku	:	Pati Umbi Bengkuang	

V.1 Tahap Persiapan Bahan Baku



Gambar V.1 Blok Diagram Tahap Persiapan Bahan Baku

Tabel V.1 Komposisi Kimia Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	82,0105
Abu	1,0605
Serat Kasar	2,4370
Pati	3,3920
Lain-Lain	11,1000
Total	100,0000

V.1.1 Pengupasan

Fungsi: untuk memperoleh daging umbi bengkuang.



Gambar V.2 Blok Diagram Proses Pengupasan

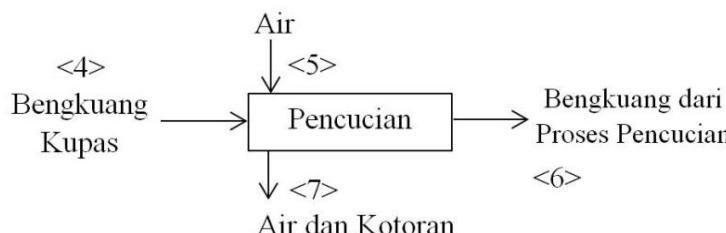


Tabel V.2 Neraca Massa pada Proses Pengupasan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Air	820,105	Air	820,105
Abu	10,605	Abu	9,105
Serat Kasar	24,370	Serat Kasar	23,870
Pati	33,920	Pati	33,920
Lain-Lain	111,000	Lain-Lain	59,000
Total	1.000,000	Total	946,000
		Aliran <3>	
		Abu	1,500
		Serat Kasar	0,500
		Lain-Lain	52,000
		Total	54,000
Total	1.000,000	Total	1.000,000

V.1.2 Pencucian

Fungsi: untuk membersihkan umbi bengkuang dari kotoran tanah yang menempel.



Gambar V.3 Blok Diagram Proses Pencucian

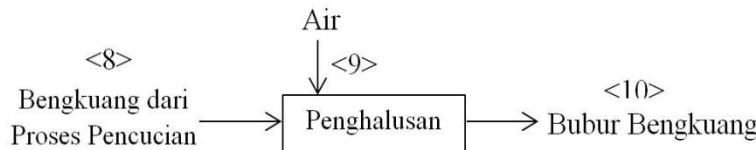
Tabel V.3 Neraca Massa pada Proses Pencucian

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <4>		Aliran <6>	
Air	820,105	Air	840,270
Abu	9,105	Abu	9,040
Serat Kasar	23,870	Serat Kasar	22,870
Pati	33,920	Pati	33,620
Lain-Lain	59,000	Lain-Lain	58,700
Total	946,000	Total	964,500
Aliran <5>		Aliran <7>	
Air	750	Air	729,835
		Abu	0,065
		Serat Kasar	1,000
		Pati	0,300
		Lain-Lain	0,300
Total	750	Total	731,500
Total	1.696,000	Total	1.696,000



V.1.3 Penghalusan

Fungsi: untuk memperkecil ukuran bahan baku.



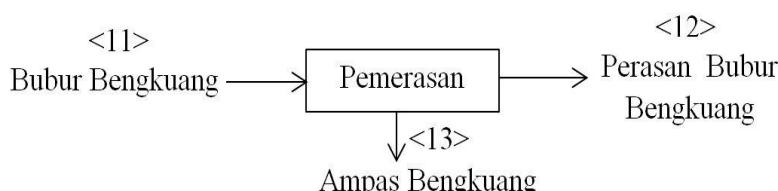
Gambar V.4 Blok Diagram Proses Penghalusan

Tabel V.3 Neraca Massa pada Proses Penghalusan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <8>		Aliran <10>	
Air	840,270	Air	1.840,270
Abu	9,040	Abu	9,040
Serat Kasar	22,870	Serat Kasar	22,870
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	58,700	Lain-Lain	58,700
Total	964,500	Total	1.964,500
Aliran <9>			
Air	1000		
Total	1000		
Total	1.964,500	Total	1.964,500

V.1.4 Pemerasan

Fungsi: untuk mendapatkan sari bahan baku.



Gambar V.5 Blok Diagram Proses Pemerasan

Tabel V.4 Neraca Massa pada Proses Pemerasan

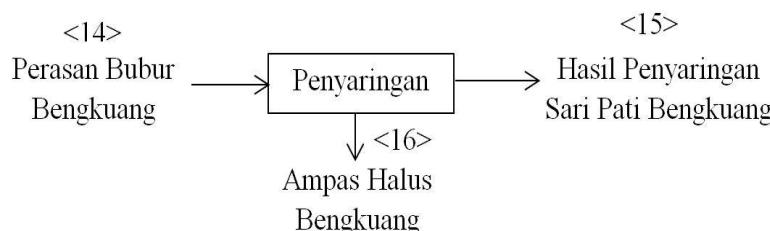
Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <11>		Aliran <12>	
Air	1.840,270	Air	1.042,930
Abu	9,040	Abu	0,710
Serat Kasar	22,870	Serat Kasar	0,250
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	58,700	Lain-Lain	2,700
Total	1.964,500	Total	1.080,210



		Aliran <13>	
	Air	797,340	
	Abu	8,330	
	Serat Kasar	22,620	
	Lain-Lain	56,000	
	Total	884,290	
Total	1.964,500	Total	1.964,500

V.1.5 Penyaringan

Fungsi: untuk mendapatkan sari pati bahan baku.



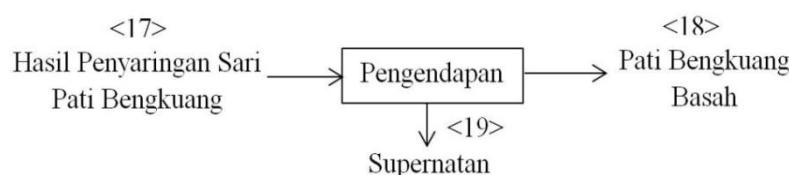
Gambar V.6 Blok Diagram Proses Penyaringan

Tabel V.5 Neraca Massa pada Proses Penyaringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <14>		Aliran <15>	
Air	1.042,930	Air	1.037,900
Abu	0,710	Abu	0,701
Serat Kasar	0,250	Serat Kasar	0,140
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	2,700	Lain-Lain	1,100
Total	1.080,210	Total	1.073,461
		Aliran <16>	
		Air	5,030
		Abu	0,009
		Serat Kasar	0,110
		Lain-Lain	1,600
		Total	6,749
Total	1.080,210	Total	1.080,210

V.1.6 Pengendapan

Fungsi: untuk mendapatkan pati basah.



Gambar V.7 Blok Diagram Proses Pengendapan

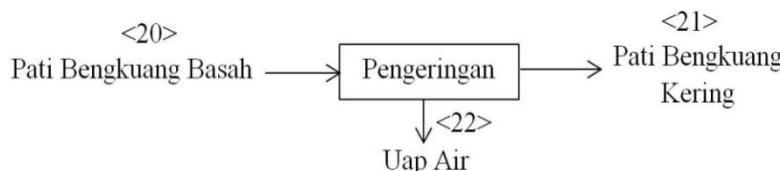


Tabel V.6 Neraca Massa pada Proses Pengendapan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <17>		Aliran <18>	
Air	1.037,900	Air	41,079
Abu	0,701	Abu	0,701
Serat Kasar	0,140	Serat Kasar	0,140
Pati	33,620	Pati	30,920
Lain-Lain	1,100	Lain-Lain	1,100
Total	1.072,361	Total	72,840
		Aliran <19>	
		Air	996,821
		Pati	2,700
		Total	999,521
Total	1.072,361	Total	1.072,361

V.1.7 Pengeringan

Fungsi: untuk menurunkan kadar air pada pati dan mengubah bentuk fisik pati basah dari slurry menjadi bubuk.



Gambar V.8 Blok Diagram Proses Pengeringan

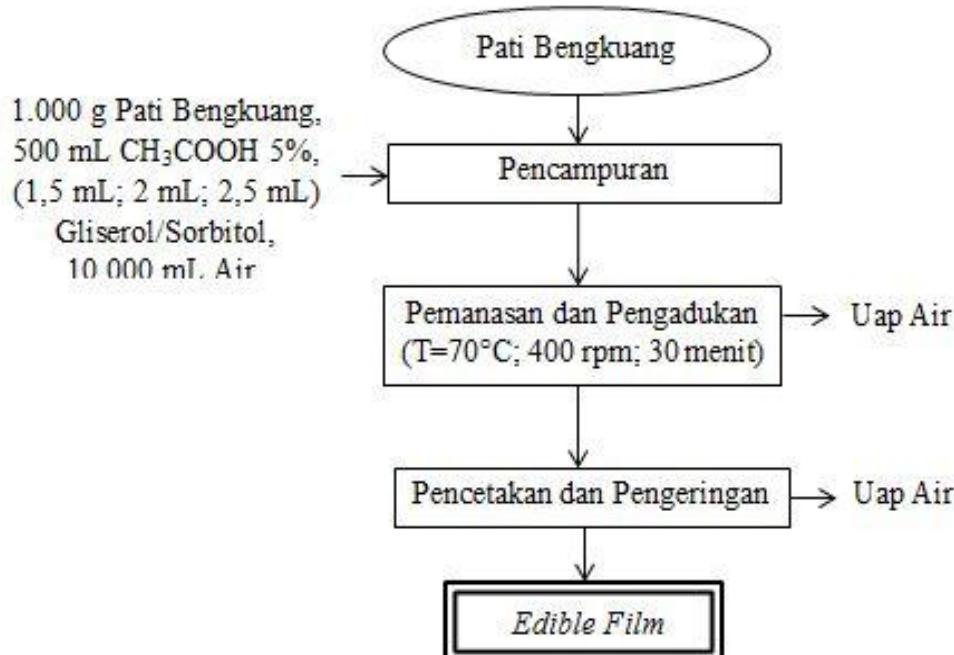
Tabel V.7 Neraca Massa pada Proses Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <20>		Aliran <21>	
Air	41,079	Air	4,760
Abu	0,701	Abu	0,701
Serat Kasar	0,140	Serat Kasar	0,140
Pati	30,920	Pati	25,320
Lain-Lain	1,100	Lain-Lain	1,100
Total	72,840	Total	30,921
		Aliran <22>	
		Air	36,319
		Pati	5,600
		Total	41,919
Total	72,840	Total	72,840



V.2 Tahap Inovasi Pembuatan *Edible Film*

Pada tahap ini digunakan neraca massa hasil dari edible film dengan variabel terbaik, yaitu gliserol 25%.



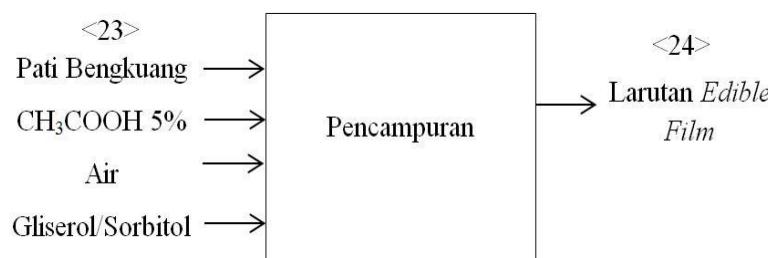
Gambar V.9 Blok Diagram Proses Pembuatan *Edible Film*

Tabel V.8 Komposisi Pati Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	15,3939
Abu	0,7014
Serat Kasar	0,1400
Pati	81,8863
Lain-Lain	1,8784
Total	100,0000

V.2.1 Pencampuran

Fungsi: untuk mengubah senyawa amilum (pati) menjadi senyawa polimer rantai panjang.



Gambar V.10 Blok Diagram Proses Pencampuran

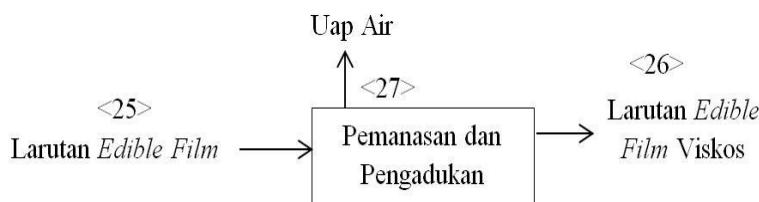


Tabel V.9 Neraca Massa pada Proses Pencampuran

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <23>		Aliran <24>	
Air	101,617	Air	101,617
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
CH ₃ COOH 5 %	5,285	CH ₃ COOH 5 %	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	118,605	Total	0,000

V.2.2 Pemanasan dan Pengadukan

Fungsi: untuk mengubah senyawa amilum (pati) menjadi senyawa polimer rantai panjang.



Gambar V.11 Blok Diagram Proses Pemanasan dan Pengadukan

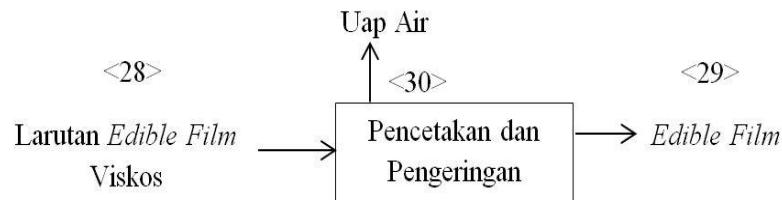
Tabel V.10 Neraca Massa pada Proses Pemanasan dan Pengadukan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <25>		Aliran <26>	
Air	101,617	Air	37,997
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
CH ₃ COOH 5 %	5,285	CH ₃ COOH 5 %	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	118,605	Total	54,985
		Aliran <27>	
		Air	63,620
		Total	63,620
Total	118,605	Total	118,605



V.2.3 Pencetakan dan Pengeringan

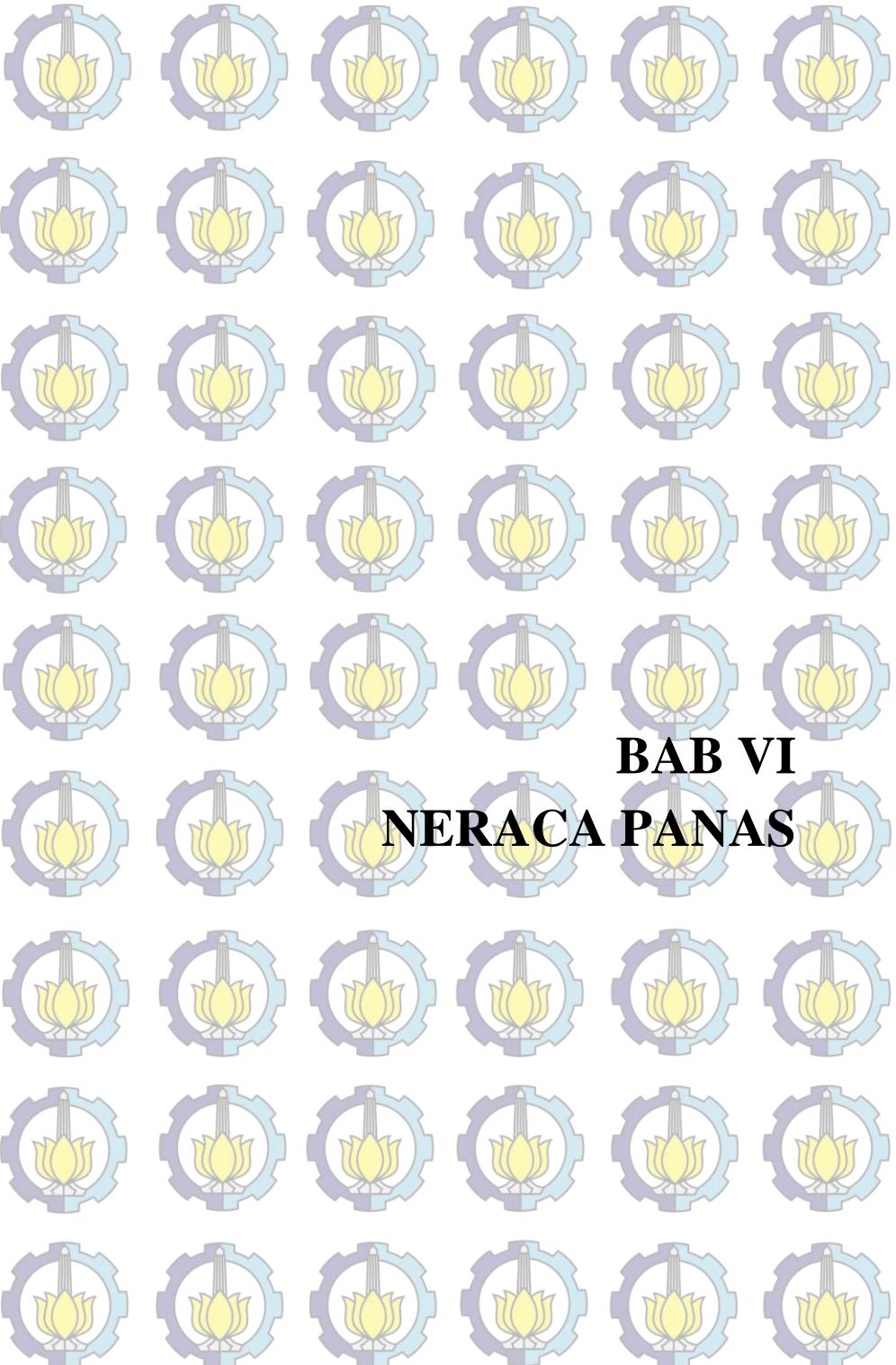
Fungsi: untuk mencetak *edible film* dalam bentuk lembaran.



Gambar V.12 Blok Diagram Proses Pencetakan dan Pengeringan

Tabel V.11 Neraca Massa pada Proses Pencetakan dan Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <28>		Aliran <29>	
Air	37,997	Air	34,457
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
$\text{CH}_3\text{COOH } 5\%$	5,285	$\text{CH}_3\text{COOH } 5\%$	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	54,985	Total	51,445
		Aliran <30>	
		Air	3,540
		Total	3,540
Total	54,985	Total	54,985



BAB VI

NERACA PANAS

BAB VI

NERACA PANAS

Kapasitas Produksi	:	39.000	lembar/tahun	
Waktu Operasi	:	312	hari/tahun	; 16 jam/hari
Basis Waktu	:	1	hari	
Basis Perhitungan	:	21	kg/hari	bahan baku
Bahan Baku	:	Pati Umbi Bengkuang		

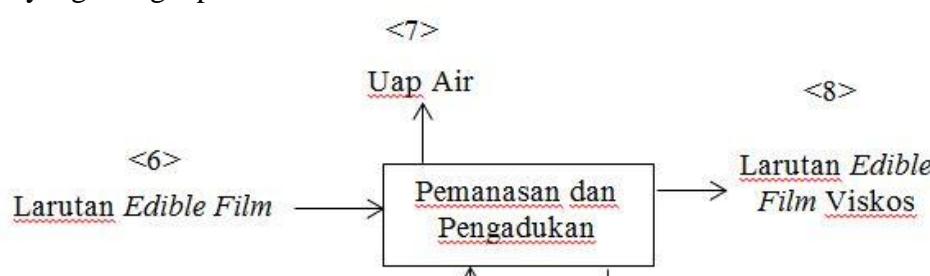
Tabel VI.1 Komposisi Kimia Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	82,0105
Abu	1,0605
Serat Kasar	2,4370
Pati	3,3920
Lain-Lain	11,1000
Total	100,0000

VI.1 Neraca Panas Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik

Fungsi: Mempercepat proses gelatinasi adonan bioplastik.

*Asumsi yang menguap adalah air.



Gambar VI.1 Blok Diagram Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik

$$\begin{aligned}
 T_{ref} &= 25^\circ \text{C} \\
 \text{Hv air pada } 25^\circ \text{C} &= 2547,2 \text{ Joule/gram} \\
 &= 104,89 \\
 \text{Hl air pada } 25^\circ \text{C} &= \text{Joule/gram} \\
 &= 2442,3 \\
 \lambda &= 1 \quad \text{Joule/gram} \\
 &= 583,72 \quad \text{gra} \\
 &= 6 \quad \text{m}
 \end{aligned}$$

**Tabel VI.1** Neraca Panas pada Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik **Q_{masuk}**

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <6>					
Pati	8,1890	0,4300	25	5	5,3750
Gliserol	3,3200	0,5300	25	5	6,7310
Asam Asetat	5,2850	-	25	5	-
Air	100,0000	0,9987	25	5	479,1763
Total					491,2823

 Q_{keluar}

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <8>					
Pati	8,1890	0,4300	25	55	59,1250
Gliserol	3,3200	0,5300	25	55	74,0410
Asam Asetat	5,2850	-	25	55	-
Air	93,9600	0,9987	25	55	5.161,0819
Total					5.294,2479



BAB VII

ESTIMASI BIAYA

BAB VII

ESTIMASI BIAYA

Estimasi Biaya Total “Pembuatan dan karakterisasi Bioplastik dari Pati Umbi Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*)” kapasitas produksi 125 lembar/hari.

VII.1 *Variable Cost*

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
Bahan baku + pelengkap				
1.	Bengkoang	0,5 kg	7.000/1 kg	3.500
2.	Sorbitol	5 ml	40.000/kg	200
3.	Gliserol	5 ml	65.000/kg	325
4.	Asam asetat	10 ml	30.000/kg	300
Sub-total				4.325

Tabel VII.1 Investasi Bahan Habis Pakai per produk
(*Variable Cost*)

VII.2 *Fixed Cost*

No	Keterangan	Kuantitas	Harga (Rp.)	Total Biaya (Rp.)
A. Alat				
1.	Beaker Glass	18 unit	75.000	1.350.000
2.	Gelas Ukur	18 unit	70.000	1.260.000
3.	Kaca	40 unit	30.000	1.200.000
4.	Timbangan kapasitas 1 gr	3 unit	600.000	1.800.000



5.	Stirrer	3 unit	900.000	2.700.000
6.	Sewa rumah produksi	1 unit	8.500.000	8.500.000
B.	Utilitas			
7.	Air	1000 L	15.000/m ³	15.000
8.	Listrik	64,02 kWh	1.500/kWh	96.030
C.	Lain-lain			
9.	Gaji karyawan	6	40.000/hari	240.000
10.	Asuransi	6	50.000/bulan	300.000
Total				17.461.030

Tabel VII.2 Investasi Alat (*Fixed Cost*) selama 1 bulan

Total biaya produksi dalam 1 hari = Rp.4.325,- x 125 lembar
= Rp.540.625,-

Biaya produksi perbulan = Rp.540.625,- x 26
= Rp.14.056.250,-

Biaya produksi pertahun = Rp.14.056.250,- x 12
= Rp.168.675.000,-

Total produksi *bioplastik* perhari 125 lembar

Total produksi perbulan = 125 x 26
= 3.250 lembar

Total biaya produksi

= Fixed Cost (FC) + Variabel Cost (VC)
= Rp. 17.461.030,- + Rp. 14.056.250,-
= Rp. 31.517.280,-



Harga Pokok Produksi = $\frac{\text{Total biaya produksi}}{\text{Total produksi perbulan}}$

$$= \frac{\text{Rp.}31.517.280,-}{3.250 \text{ lembar}} \\ = \text{Rp.}9.697,-$$

Harga jual	= Rp. 13.000,-
Keuntungan	= Rp. 13.000 - Rp. 9.697
	= Rp. 3.303,- / lembar
	= Rp. 3.303,- x 125
	= Rp. 412.875,- / hari
	= Rp. 412.875,- x 26
	= Rp. 10.734.750,- / bulan

VII.3 Break Event Point (BEP)

Break event point (BEP) adalah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP ini digunakan untuk menganalisa proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

Dalam menentukan BEP dapat melalui metode perhitungan secara langsung dan secara grafis.

a) Metode Perhitungan (Aljabar)

- Menentukan BEP dalam jumlah unit produk

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{\text{P} - \text{VC}}$$



$$\begin{aligned} \text{BEP} &= \frac{\text{Rp } 17.461.030}{\text{Rp } 13.000 - \text{Rp } 4.325} \\ \text{BEP} &= 2.012,8 \text{ unit} \end{aligned}$$

Artinya, perusahaan perlu menjual 2.012,8 lembar untuk tercapainya titik impas antara total penjualan sama dengan total biaya produksi. Pada penjualan ke- 2.012,8 unit (lembar), maka perusahaan tersebut akan mulai memperoleh laba.

- Menentukan BEP dalam jumlah unit rupiah

$$\text{BEP} = \frac{\text{Fixed Cost}}{1 - (\text{VC/P})}$$

$$\text{BEP} = \frac{\text{Rp } 17.461.030}{1 - (\text{Rp } 4.325 / \text{Rp } 13.000)}$$

$$\text{BEP} = \text{Rp } 26.178.456$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan produk *bioplastik* senilai Rp 26.178.456,- agar terjadi BEP dan perusahaan akan memperoleh keuntungan jika mendapatkan omset sebesar Rp 26.178.456,-

,

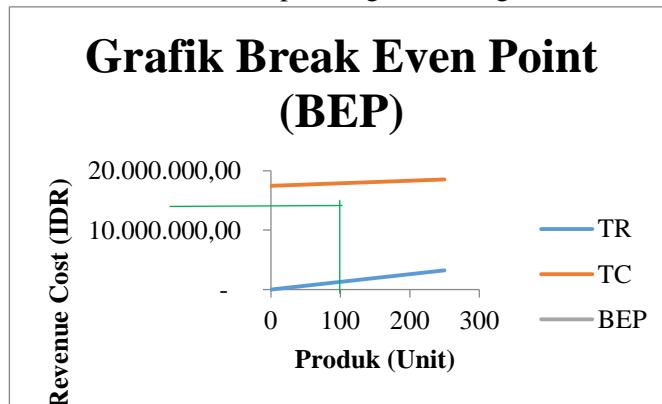
b) Metode Grafik

Pada penentuan BEP dengan metode grafik dapat diketahui dari perpotongan antara garis total cost dan total penghasilan selang waktu tertentu.



Kapasitas Produksi (lembar)	Total Penghasilan (Rp)	Fixed Cost (Rp)	Variable Cost (Rp)	Total Biaya (Rp)
0	-	17.461.030	-	17.461.030
100	1.300.000	17.461.030	432.500	17.893.530
125	1.625.000	17.461.030	540.625	18.001.655
150	1.950.000	17.461.030	648.750	18.109.780
175	2.275.000	17.461.030	756.875	18.217.905
200	2.600.000	17.461.030	865.000	18.326.030
225	2.925.000	17.461.030	973.125	18.434.155
250	3.250.000	17.461.030	1.081.250	18.542.280

Dari tabel diatas, maka didapatkan grafik sebagai berikut :



Grafik VII.1 Grafik Break Even Point (BEP)



Keterangan :

BEP = Break Even Point

TC = Total Cost (Total Biaya)

TR = Total Revenue (Total Penghasilan)

VC = Variabel cost

Dari grafik tersebut diketahui bahwa BEP berada pada titik produksi unit ke-2.012,8 unit dengan BEP rupiah yang didapatkan sebesar Rp 26.178.456,-



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

VIII.1 Kesimpulan

Dari hasil inovasi produk bioplastik yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian sifat mekanik produk, hasil terbaik memiliki nilai kuat tarik sebesar 2,905 MPa pada variabel gliserol 25%, dan nilai elongasi sebesar 52% pada variabel sorbitol 25%.
2. Pada uji penggembungan (*swelling*) produk, hasil terbaik memiliki %*swelling* sebesar 12,5% pada variabel gliserol 20% dan sorbitol 25%.
3. Pada pengujian biodegradasi produk, hasil yang mengalami degradasi massa paling besar sebesar 51%, yaitu terjadi pada variabel sorbitol 15%.
4. Pada pengujian transmisi uap air produk, hasil terbaik memiliki laju transmisi uap air sebesar 1,82 gr/m².jam pada variabel sorbitol 25%.
5. Pada pengujian FTIR produk menunjukkan adanya gugus ester dan karboksil yang menandakan bahwa plastik yang dihasilkan bersifat *biodegradable*.
6. Bioplastik dengan formulasi dan jenis *plasticizer* terbaik, yaitu bioplastik dengan variabel sorbitol 25%.

VIII.2 Saran

1. Perlu percobaan lebih lanjut mengenai pelarut yang dapat melarutkan tepung bengkoang.
2. Perlu percobaan lebih lanjut mengenai uji penggembungan, agar massa bioplastik dapat mengalami penurunan massa setelah permukaannya ditetesi air pada variabel tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

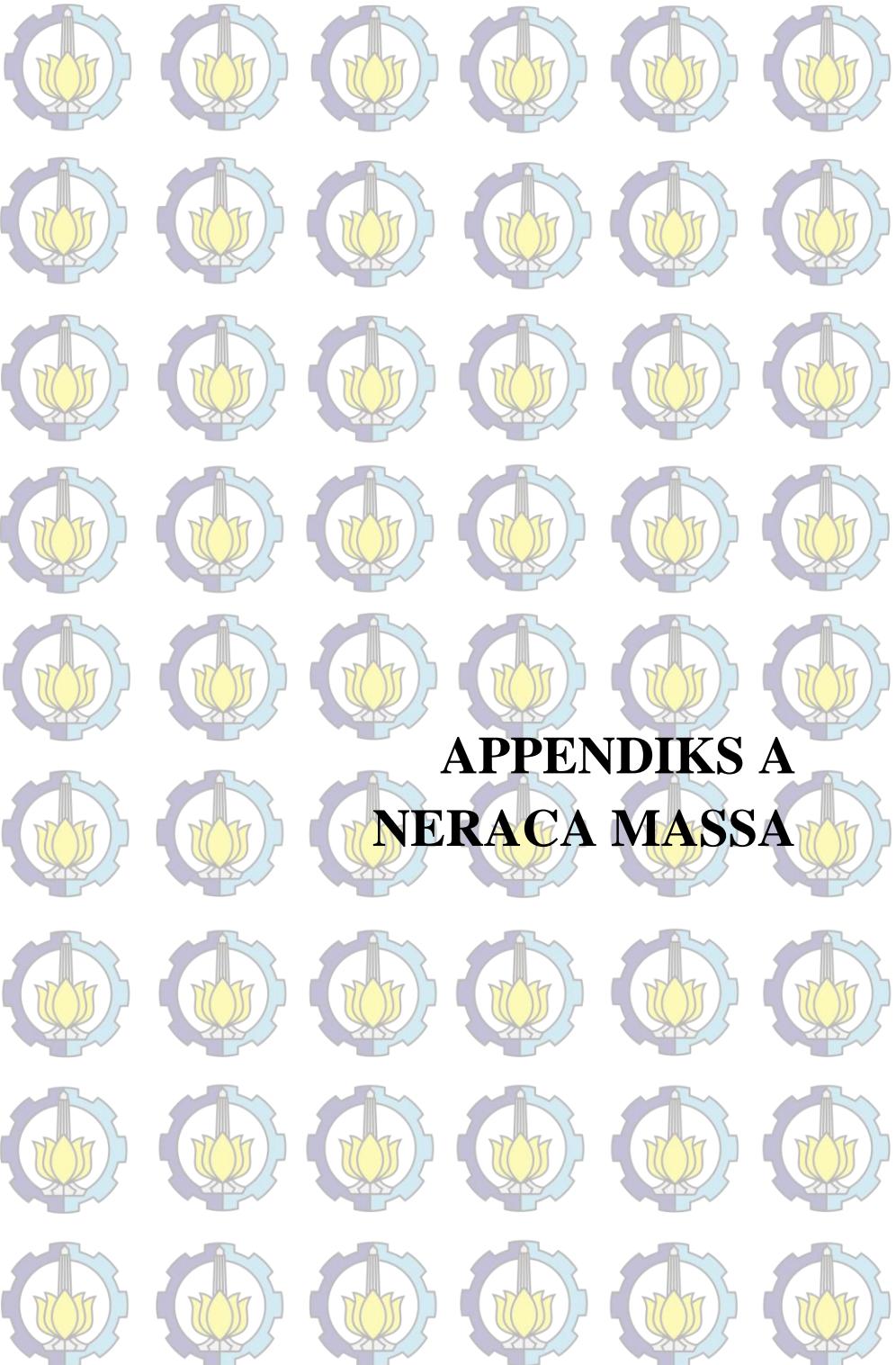
- Abbas, Alawis. 2013. *Modifikasi Propilena sebagai Polimer Komposit Biodegradable dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol sebagai Plasticizer*. Padang: Jurusan Fisika Unand.
- Afrozi, A. (2010). *Sintesis dan Karakterisasi Katalis Nonkomposit Berbasis Titania untuk Produksi Hidrogen dari Gliserol dan Air*. Depok: Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Arifin, Z. (2011). *Penelitian Pendidikan: Metode dan Paradigma Baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Darni, Yuli dan Herti Utami. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Vol.7. No.4. Hal. 190-195. ISSN 1412-5064.
- Galietta G, Di Golia LD, Guilbert S, Cuq B. 1998. *Mechanical and Thermomechanical Properties of Films Based on Whey Protein as Affected by Plasticizer and Crosslinking Agents*. *J. Dairy Sci.*, 81: 3132-3130.
- Griffin, G. J. L. 1994. *Chemistry and Technology of Biodegradable Polymers*. London: Chapman & Hall.
- Harris, H. 2001. *Kemungkinan Penggunaan Bioplastik dari Tapioka untuk Pengemas Lempuk*. Jurnal Penelitian Indonesia 3(2): 99-106.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I*. Jakarta: Penerbit Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Krocha, J.M dan Jhonston CDM.1997. *Edible and Biodegradable Film. Challenges and Opportunities*. *Journal Food Technology* 51(2): 61-74.
- Lindawati. 2004. *Pengaruh Jenis Ubi Jalar dan Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Tepung Ubi Jalar*. Banda Aceh: Jurusan THP Fakultas Pertanian Unsyiah.

- Mc Hugh dan Krochta. 1994. *Sorbitol vs Gliserol Plasticized Whey Protein Edible Film: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Strength Evaluation*. Journal of Agriculture and Food Chem: 42 (4).
- Nolan-ITU. 2002. *Environment Australia: Biodegradable Plastics-Development and Environment Impact*. Melbourne: Nolan-ITU Pty Ltd.
- Park, H.M., Lee, W.K., dkk. 2002. *Tensile Properties, Morphology and Biodegradability of Blends of Starch with Various Thermoplastics*. Journal of Applied Polymer Science 86: 2907- 2915.
- Pasaribu, F. (2009). *Peranan Gliserol sebagai Plasticizer dalam Film Pati Jagung dengan Serbuk Halus Tongkol Jagung*. Medan: Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatra Utara
- Perry, R.H. (1999). "Perry's Chemical Handbook", 7th ed. New York : McGraw-Hill Book Company.
- Phil Sarnacke & Stephen Wildes. (2002). *Disposable Plastics, Consumer Disposable Agricultural Films*. Michigan: Ommi Tech International.
- Poedjiadi, A. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia. Edisi Revisi*. Jakarta. UI-Press.
- Pusporini. (2011). *Bioplastik dari Nata: Alternatif Produk Plastik Ramah Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ren, P., Shen T., dkk. 2009. *Study of Biodegradable Starch/OMMT Nanocomposites for Packaging Applications*. Journal of Polymer Environment 17: 203-207.
- Seal & Griffin, R.C. 1994. *Technical Methode of Analyst*. New York: Mc.Graw Hill.
- Stevens, E.S. (2002). *Green Plastic: An Introduction to the New Science of Biodegradable Plastics*. New Jersey: University Press.
- Winarno, F.G. 2004 . *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Yadav, G., & Satoskar. (1997). *Kinetic of Exposition of Alkyl Esters of Undecylenic Acid: Comparison of Traditional Route us Ishii*. Venturello Chemistry, 74, 397-401.

DAFTAR NOTASI

No	Notasi	Keterangan	Satuan
1	m	massa	g
2	BM	Berat molekul	g/gmol
3	T	Suhu	°C/°F/K
4	cp	Heat Capacity	kkal/kg °C
7	H	Enthalpy	kkal
8	Hv	Enthalpy vapor	kkal/kg
9	HI	Enthalpy liquid	kkal/kg
10	Q	Panas	cal
11	ρ	Densitas	gram/cm ³
12	η	Efisiensi	%
13	μ	Viskositas	cP
14	A	Luas	m ²
15	E	Modulus Young	Pa
16	F	Gaya	N
17	L	Panjang	mm
18	σ	<i>Tensile Strength</i>	Pa



APPENDIKS A NERACA MASSA

APPENDIKS A

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi	:	39.000	lembar/tahun
Waktu Operasi	:	312	hari/tahun ; 16 jam/hari
Basis Waktu	:	1	hari
Basis Perhitungan	:	21	kg/hari bahan baku
Bahan Baku	:	Pati Umbi Bengkuang	

V.1 Tahap Persiapan Bahan Baku



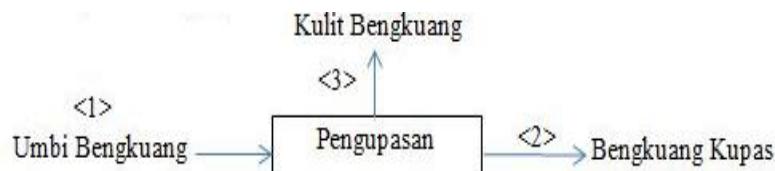
Gambar V.1 Blok Diagram Tahap Persiapan Bahan Baku

Tabel V.1 Komposisi Kimia Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	82,0105
Abu	1,0605
Serat Kasar	2,4370
Pati	3,3920
Lain-Lain	11,1000
Total	100,0000

V.1.1 Pengupasan

Fungsi: untuk memperoleh daging umbi bengkuang.



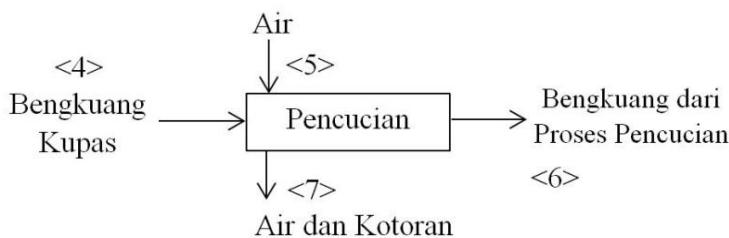
Gambar V.2 Blok Diagram Proses Pengupasan

Tabel V.2 Neraca Massa pada Proses Pengupasan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <1>		Aliran <2>	
Air	820,105	Air	820,105
Abu	10,605	Abu	9,105
Serat Kasar	24,370	Serat Kasar	23,870
Pati	33,920	Pati	33,920
Lain-Lain	111,000	Lain-Lain	59,000
Total	1.000,000	Total	946,000
		Aliran <3>	
		Abu	1,500
		Serat Kasar	0,500
		Lain-Lain	52,000
		Total	54,000
Total	1.000,000	Total	1.000,000

V.1.2 Pencucian

Fungsi: untuk membersihkan umbi bengkuang dari kotoran tanah yang menempel.



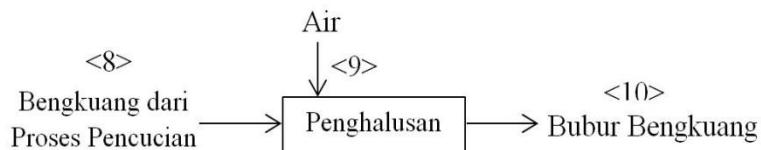
Gambar V.3 Blok Diagram Proses Pencucian

Tabel V.3 Neraca Massa pada Proses Pencucian

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <4>		Aliran <6>	
Air	820,105	Air	840,270
Abu	9,105	Abu	9,040
Serat Kasar	23,870	Serat Kasar	22,870
Pati	33,920	Pati	33,620
Lain-Lain	59,000	Lain-Lain	58,700
Total	946,000	Total	964,500
Aliran <5>		Aliran <7>	
Air	750	Air	729,835
		Abu	0,065
		Serat Kasar	1,000
		Pati	0,300
		Lain-Lain	0,300
Total	750	Total	731,500
Total	1.696,000	Total	1.696,000

V.1.3 Penghalusan

Fungsi: untuk memperkecil ukuran bahan baku.



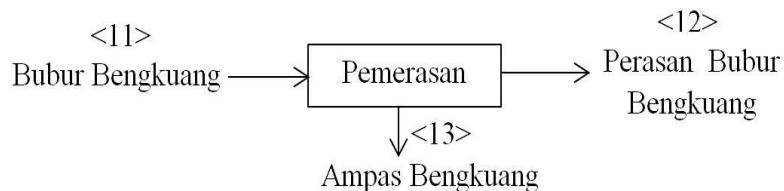
Gambar V.4 Blok Diagram Proses Penghalusan

Tabel V.3 Neraca Massa pada Proses Penghalusan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <8>		Aliran <10>	
Air	840,270	Air	1.840,270
Abu	9,040	Abu	9,040
Serat Kasar	22,870	Serat Kasar	22,870
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	58,700	Lain-Lain	58,700
Total	964,500	Total	1.964,500
Aliran <9>			
Air	1000		
Total	1000		
Total	1.964,500	Total	1.964,500

V.1.4 Pemerasan

Fungsi: untuk mendapatkan sari bahan baku.



Gambar V.5 Blok Diagram Proses Pemerasan

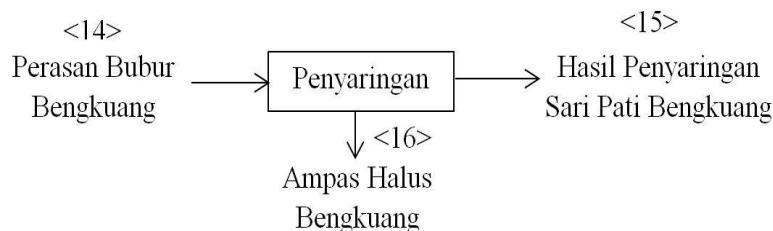
Tabel V.4 Neraca Massa pada Proses Pemerasan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <11>		Aliran <12>	
Air	1.840,270	Air	1.042,930
Abu	9,040	Abu	0,710
Serat Kasar	22,870	Serat Kasar	0,250
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	58,700	Lain-Lain	2,700
Total	1.964,500	Total	1.080,210

		Aliran <13>	
	Air	797,340	
	Abu	8,330	
	Serat Kasar	22,620	
	Lain-Lain	56,000	
	Total	884,290	
Total	1.964,500	Total	1.964,500

V.1.5 Penyaringan

Fungsi: untuk mendapatkan sari pati bahan baku.



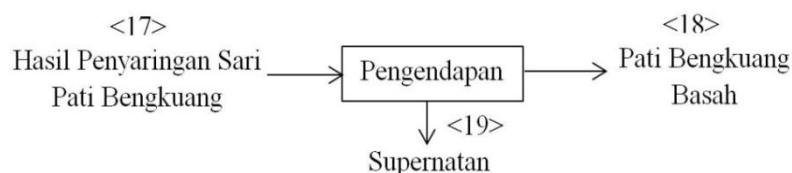
Gambar V.6 Blok Diagram Proses Penyaringan

Tabel V.5 Neraca Massa pada Proses Penyaringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <14>		Aliran <15>	
Air	1.042,930	Air	1.037,900
Abu	0,710	Abu	0,701
Serat Kasar	0,250	Serat Kasar	0,140
Pati	33,620	Pati	33,620
Lain-Lain	2,700	Lain-Lain	1,100
Total	1.080,210	Total	1.073,461
		Aliran <16>	
		Air	5,030
		Abu	0,009
		Serat Kasar	0,110
		Lain-Lain	1,600
		Total	6,749
Total	1.080,210	Total	1.080,210

V.1.6 Pengendapan

Fungsi: untuk mendapatkan pati basah.



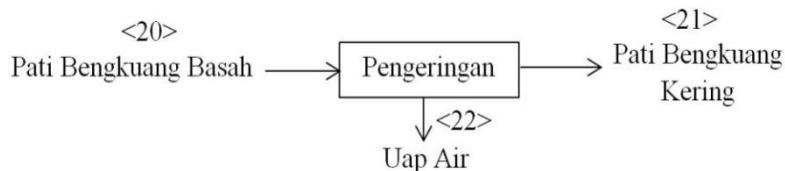
Gambar V.7 Blok Diagram Proses Pengendapan

Tabel V.6 Neraca Massa pada Proses Pengendapan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <17>		Aliran <18>	
Air	1.037,900	Air	41,079
Abu	0,701	Abu	0,701
Serat Kasar	0,140	Serat Kasar	0,140
Pati	33,620	Pati	30,920
Lain-Lain	1,100	Lain-Lain	1,100
Total	1.072,361	Total	72,840
		Aliran <19>	
		Air	996,821
		Pati	2,700
		Total	999,521
Total	1.072,361	Total	1.072,361

V.1.7 Pengeringan

Fungsi: untuk menurunkan kadar air pada pati dan mengubah bentuk fisik pati basah dari slurry menjadi bubuk.



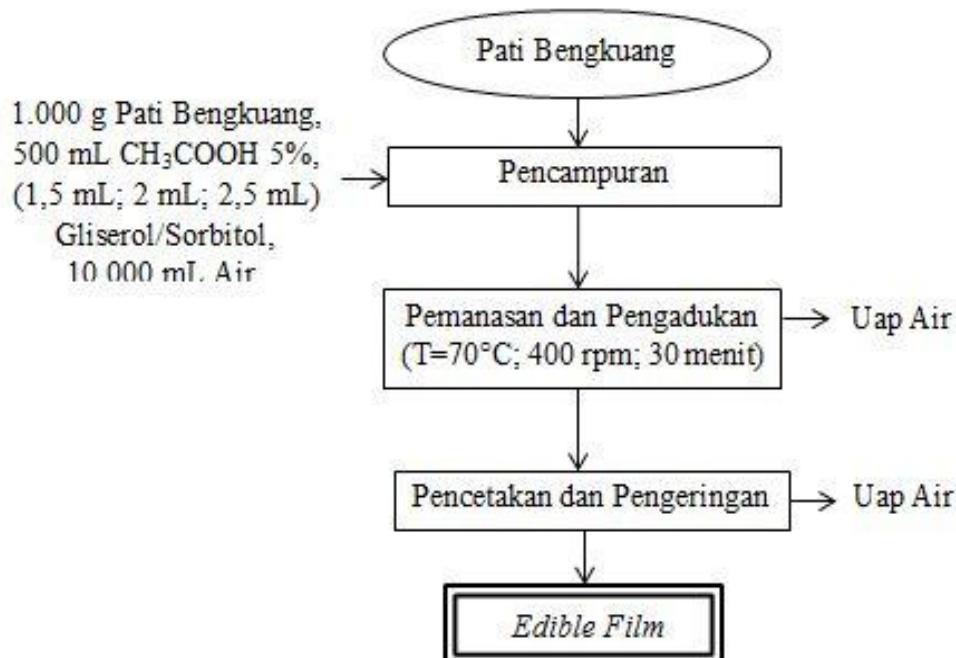
Gambar V.8 Blok Diagram Proses Pengeringan

Tabel V.7 Neraca Massa pada Proses Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <20>		Aliran <21>	
Air	41,079	Air	4,760
Abu	0,701	Abu	0,701
Serat Kasar	0,140	Serat Kasar	0,140
Pati	30,920	Pati	25,320
Lain-Lain	1,100	Lain-Lain	1,100
Total	72,840	Total	30,921
		Aliran <22>	
		Air	36,319
		Pati	5,600
		Total	41,919
Total	72,840	Total	72,840

V.2 Tahap Inovasi Pembuatan *Edible Film*

Pada tahap ini digunakan neraca massa hasil dari edible film dengan variabel terbaik, yaitu gliserol 25%.



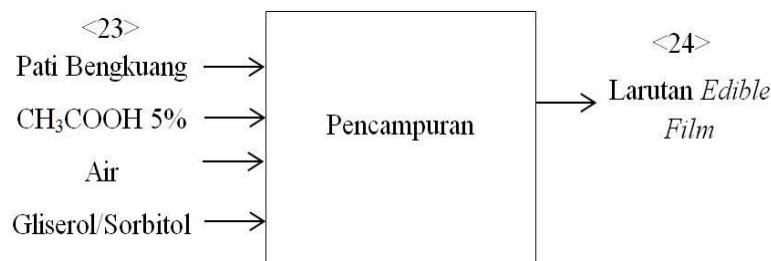
Gambar V.9 Blok Diagram Proses Pembuatan *Edible Film*

Tabel V.8 Komposisi Pati Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	15,3939
Abu	0,7014
Serat Kasar	0,1400
Pati	81,8863
Lain-Lain	1,8784
Total	100,0000

V.2.1 Pencampuran

Fungsi: untuk mengubah senyawa amilum (pati) menjadi senyawa polimer rantai panjang.



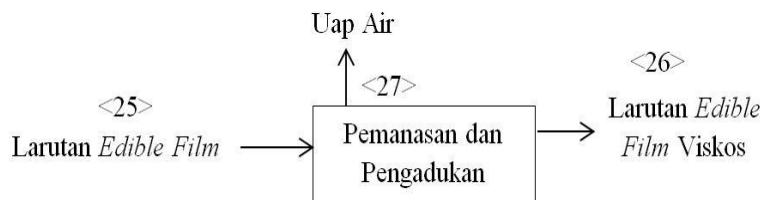
Gambar V.10 Blok Diagram Proses Pencampuran

Tabel V.9 Neraca Massa pada Proses Pencampuran

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <23>		Aliran <24>	
Air	101,617	Air	101,617
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
CH ₃ COOH 5 %	5,285	CH ₃ COOH 5 %	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	118,605	Total	0,000

V.2.2 Pemanasan dan Pengadukan

Fungsi: untuk mengubah senyawa amilum (pati) menjadi senyawa polimer rantai panjang.



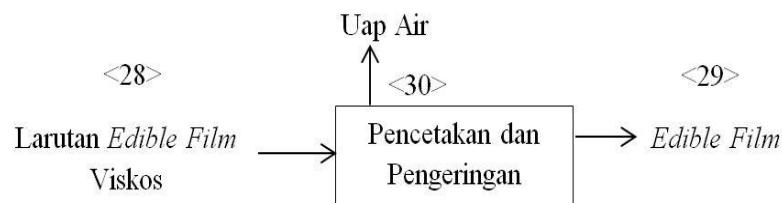
Gambar V.11 Blok Diagram Proses Pemanasan dan Pengadukan

Tabel V.10 Neraca Massa pada Proses Pemanasan dan Pengadukan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <25>		Aliran <26>	
Air	101,617	Air	37,997
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
CH ₃ COOH 5 %	5,285	CH ₃ COOH 5 %	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	118,605	Total	54,985
		Aliran <27>	
		Air	63,620
		Total	63,620
Total	118,605	Total	118,605

V.2.3 Pencetakan dan Pengeringan

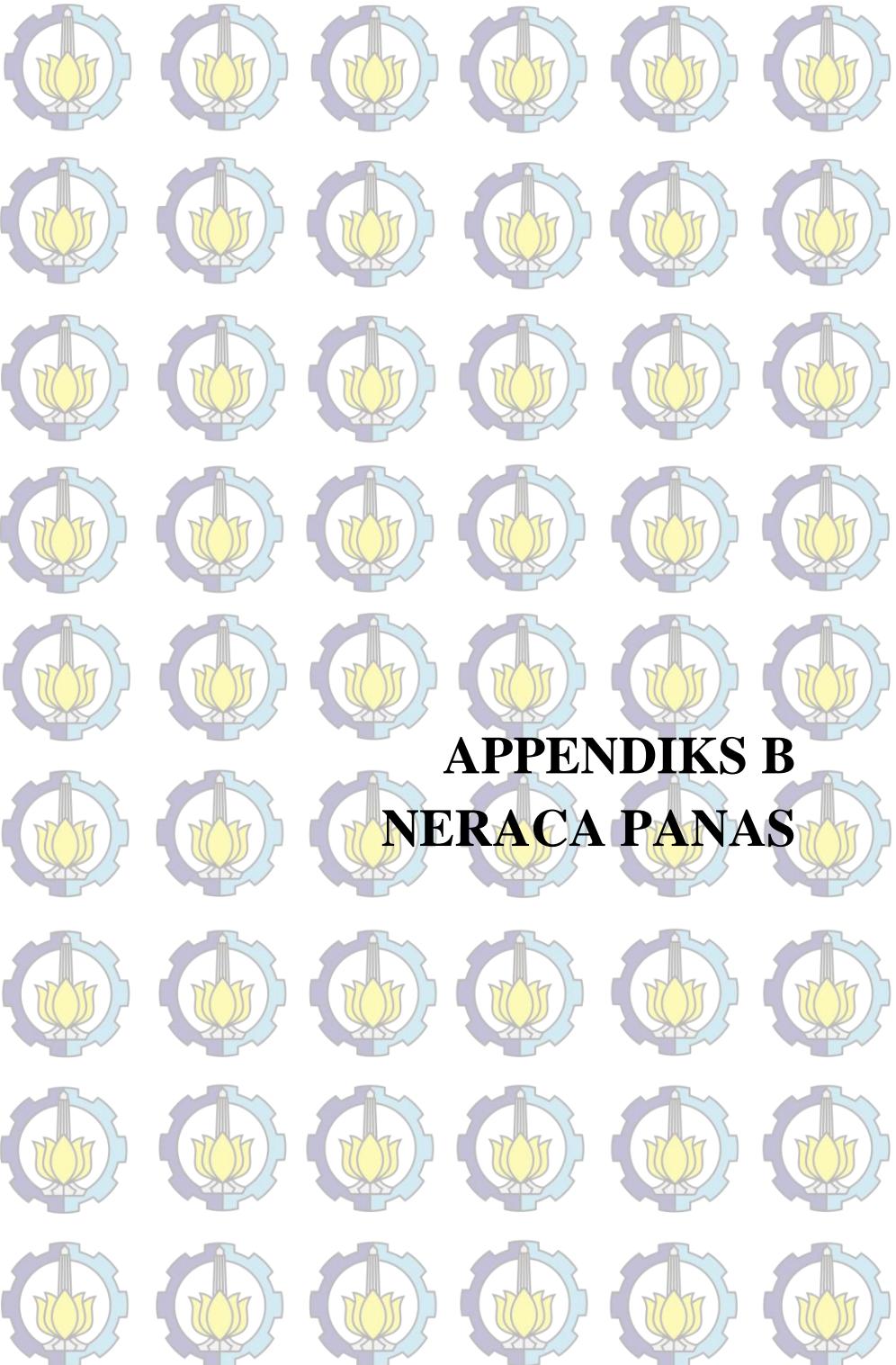
Fungsi: untuk mencetak *edible film* dalam bentuk lembaran.



Gambar V.12 Blok Diagram Proses Pencetakan dan Pengeringan

Tabel V.11 Neraca Massa pada Proses Pencetakan dan Pengeringan

Bahan Masuk		Bahan Keluar	
Komponen	Komposisi (g)	Komponen	Komposisi (g)
Aliran <28>		Aliran <29>	
Air	37,997	Air	34,457
Abu	0,070	Abu	0,070
Serat Kasar	0,014	Serat Kasar	0,014
Pati	8,189	Pati	8,189
Lain-Lain	0,110	Lain-Lain	0,110
$\text{CH}_3\text{COOH } 5\%$	5,285	$\text{CH}_3\text{COOH } 5\%$	5,285
Gliserol	3,320	Gliserol	3,320
Total	54,985	Total	51,445
		Aliran <30>	
		Air	3,540
		Total	3,540
Total	54,985	Total	54,985



APPENDIKS B

NERACA PANAS

APPENDIKS B

NERACA PANAS

Kapasitas Produksi	:	39.000	lembar/tahun
Waktu Operasi	:	312	hari/tahun ; 16 jam/hari
Basis Waktu	:	1	hari
Basis Perhitungan	:	21	kg/hari bahan baku
Bahan Baku	:	Pati Umbi Bengkuang	

Tabel VI.1 Komposisi Kimia Umbi Bengkuang

Komposisi	% Berat
Air	82,0105
Abu	1,0605
Serat Kasar	2,4370
Pati	3,3920
Lain-Lain	11,1000
Total	100,0000

VI.1 Neraca Panas Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik

Fungsi: Mempercepat proses gelatinasi adonan bioplastik.

*Asumsi yang menguap adalah air.



Gambar VI.1 Blok Diagram Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik

$$\begin{aligned}
 T_{ref} &= 25^\circ \text{C} \\
 \text{Hv air pada } 25^\circ \text{C} &= 2547,2 \text{ Joule/gram} \\
 &\quad 104,89 \\
 \text{Hl air pada } 25^\circ \text{C} &= \text{Joule/gram} \\
 &\quad 2442,3 \\
 \lambda &= \frac{1}{583,72} \text{ Joule/gram gra} \\
 &= \frac{6}{m}
 \end{aligned}$$

Tabel VI.1 Neraca Panas pada Tahap Pemanasan dan Pengadukan Adonan Bioplastik

Q_{masuk}

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <6>					
Pati	8,1890	0,4300	25	5	5,3750
Gliserol	3,3200	0,5300	25	5	6,7310
Asam Asetat	5,2850	-	25	5	-
Air	100,0000	0,9987	25	5	479,1763
Total					491,2823

Q_{keluar}

Komponen	Massa	Cp	T	ΔT	ΔH
	(g)	(cal/g°C)	(°C)	(°C)	(cal)
Aliran <8>					
Pati	8,1890	0,4300	25	55	59,1250
Gliserol	3,3200	0,5300	25	55	74,0410
Asam Asetat	5,2850	-	25	55	-
Air	93,9600	0,9987	25	55	5.161,0819
Total					5.294,2479

APPENDIKS C

APPENDIKS C

A. Kadar Air Pati Bengkuang

Berat cawan kosong (W_0) : 26 gr

Berat cawan + sampel (W_1) : 28 gr

Berat cawan setelah dioven pada suhu 105°C selama 1 jam (W_2) :
27,8 gr

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_1 - W_0) - (W_2 - W_0)}{(W_1 - W_0)} \times 100\%$$

$$= \frac{(28-26) - (27,8-26)}{(28-26)} \times 100\% \\ = 10\%$$

B. Derajat Penggembungan

Pada variabel gliserol 15% setelah ditetes air sebanyak 5 kali

Massa awal bioplastik (m_1) : 3 gr

Massa akhir bioplastik setelah ditetes air sebanyak 5 kali (m_2) :
2,5 gr

$$S = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

$$= \frac{3-2,5}{2,5} \times 100\%$$

$$= 20\%$$

Untuk variabel dengan konsentrasi lain, dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.

C. Laju Transmisi Uap Air

Pada variabel gliserol 15%

Berat sampel mula-mula (m_0) : 4 gr

Berat sampel setelah diletakkan dalam ruangan yang memiliki suhu 27°C dan RH 97% selama 10 hari (m_{10}) : 3,5 gr

Waktu (Δt) : 10 hari

$$\text{Slope} = \frac{m_0 - m_{10}}{\Delta t}$$

$$= \frac{4-3,5}{10}$$

$$= 0,05 \text{ gr/hari}$$

Panjang edible film : 6,4 cm = 0,064 m

Lebar edible film : 6,2 cm = 0,062 m

$$\begin{aligned}\text{Luas Permukaan sampel (A)} &= \text{Panjang} \times \text{lebar} \\ &= 0,064 \text{ m} \times 0,062 \text{ m} \\ &= 0,03968 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{WVTR} = \frac{\text{Slope}}{\text{luas sampel (m}^2\text{)}} = \frac{\text{g}}{\text{m}^2 \cdot 24 \text{ jam}} \quad (97\% \text{ RH}, 27^\circ\text{C})$$

$$= \frac{0,05 \text{ gr . hari}}{0,03968 \text{ m}^2 \cdot \text{hari} \cdot 24 \text{ jam}}$$

$$= 0,0525 \text{ gr/m}^2 \cdot \text{jam}$$

Untuk variabel dengan konsentrasi lain, dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.

D. % Pengurangan Massa (Uji Ketahanan Kimia)

Pada variabel gliserol 15% waktu perendaman 5 menit

Massa awal bioplastik (m_1) : 2 gr

Massa akhir bioplastik setelah direndam dengan asam asetat dan garam (m_2) : 1,08 gr

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

$$= \frac{2 - 1,08}{2} \times 100\%$$

$$= 46\%$$

Untuk variabel dengan konsentrasi lain, dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.

E. Elongasi

Pada variabel gliserol 15%

Panjang awal bioplastik (l_0) : 6,4 cm

Panjang akhir bioplastik setelah ditarik hingga putus (l_1) : 5 cm

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \%$$

$$= \frac{6,4 - 5}{6,4} \times 100\% \\ = 21,88\%$$

Untuk variabel dengan konsentrasi lain, dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.

F. % Pengurangan Massa (Uji Biodegradabilitas)

Pada variabel gliserol 15% waktu penimbunan selama 6 hari.

Massa awal bioplastik (m_1) : 3 gr.

Massa akhir bioplastik setelah ditimbun selama 6 hari (m_2) : 2,04 gr.

$$\% m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

$$= \frac{3 - 2,04}{3} \times 100\% \\ = 32\%$$

Untuk variabel dengan konsentrasi lain, dilakukan perhitungan dengan cara yang sama.

G. Kadar Abu

Cawan kosong (C) = 44,90 gr

Cawan kosong + sampel (B) = 54,88 gr

Cawan + sampel setelah di *furnace* pada suhu 600°C (A) = 44,97 gr.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(A-C)}{(B-C)} \times 100\%$$

$$= \frac{(44,97-44,90)}{(54,88-44,90)} \times 100\%$$

$$= 0,7014\%$$



LAMPIRAN

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR



REPORT

Certificate of Analysis

No : 06665/KI/V-2017
Code : Penelitian
Sample Sender : Mhs.T Kim ITS Surabaya
Sample Name : Pati Bengkoang
Test : Pati
Sample Brand :
Sample Identity : Padatan serbuk putih
Sample Accepted : 21 Mei 2017

Chemical laboratory test result is :

Kadar Pati , % : 81,89

Surabaya, 24 Mei 2017
Head of Chemical Laboratory Researcher

Drs M. Fatoni, M.S.



Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14

Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim

Surabaya

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR



REPORT

Certificate of Analysis

No : 06739/KI/VI-2017
Code : Penelitian
Sample Sender : Mhs.Mhs.T Kim ITS Surabaya
Sample Name :
Test : Kuat Tarik
Sample Brand :
Sample Identity : Padatan lembaran transparan
Sample Accepted : 9 Juni 2017

Chemical laboratory test result is :

Kode	Kuat Tarik, gr/cm
Glisr.	15 21,81
	20 26,10
	25 29,05
Sort.	15 25,60
	20 22,58
	25 19,05



Surabaya, 12 Juni 2017

Head of Chemical Laboratory Researcher

[Signature]

Mrs. M. Fatoni, M.S.

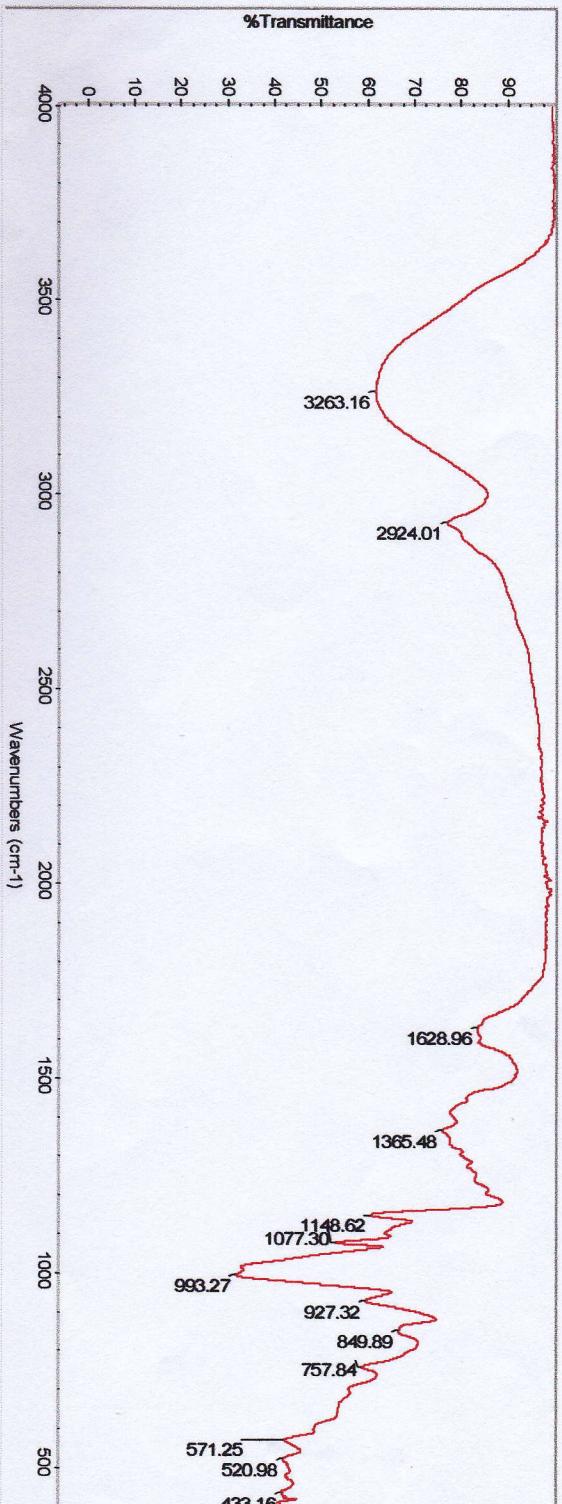
Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14

Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim

Surabaya

Title: Gliserol 15%

Thu Jun 08 08:01:49 2017 (GMT+07:00)



Collection time: Thu Jun 08 08:00:18 2017 (GMT+0)

FIND PEAKS.

Spectrum: Gliserol 15%

Region: 4000.00

Absolute threshold: 86.525

Sensitivity: 50

Peaklist:

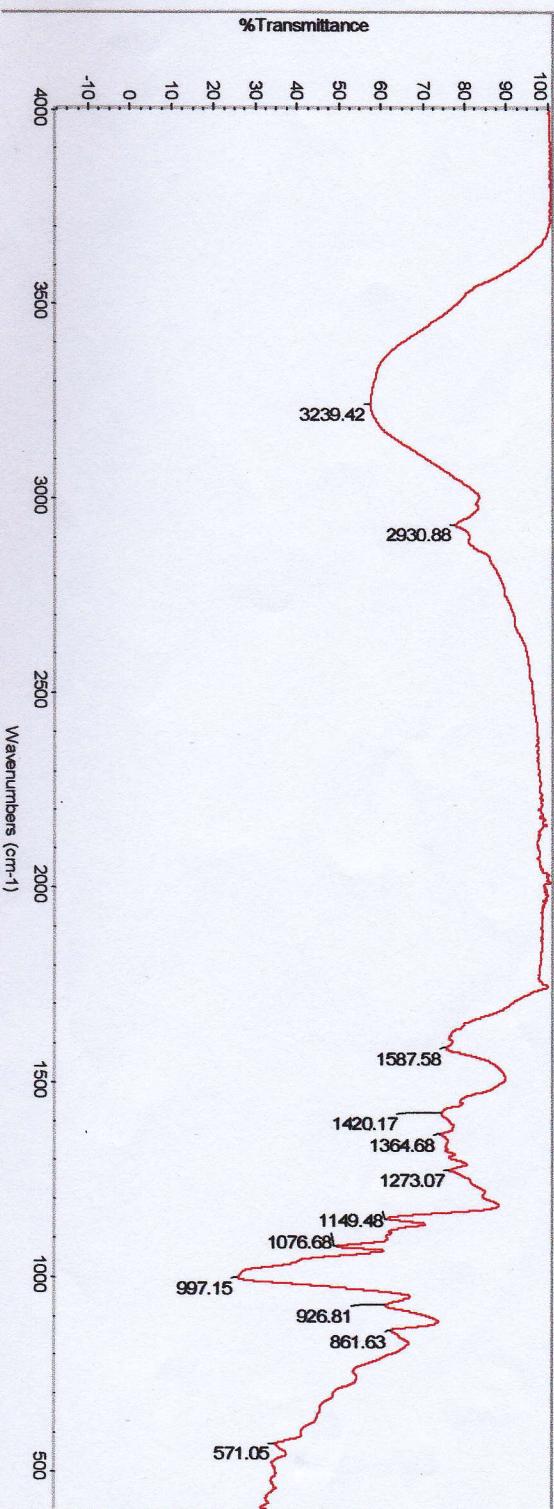
Position: 433.16	Intensity: 41.159
Position: 520.98	Intensity: 41.339
Position: 571.25	Intensity: 41.618
Position: 577.84	Intensity: 58.378
Position: 849.89	Intensity: 66.227
Position: 927.32	Intensity: 59.232
Position: 993.27	Intensity: 31.235
Position: 1077.30	Intensity: 52.632
Position: 1148.62	Intensity: 60.268
Position: 1365.48	Intensity: 75.638
Position: 1628.96	Intensity: 83.097
Position: 2924.01	Intensity: 76.548
Position: 3263.16	Intensity: 61.180

Hit List	Match Index	Compound name	Library
	3455.26-4455.13	Gliserol 15%	HR Hummel Polymer and Additives
	59.49	Pullulan P800	HR Hummel Polymer and Additives
	1079	Pullulan P2000	HR Hummel Polymer and Additives
	57.56	DEXTROSE MONOHYDRATE POWDER	Georgia State Crime Lab Sample Library
	47.16	Methyl-1-3C alcohol	HR Nicoler Sampier Library
	320	DEXTROSE ANHYDROUS POWDER IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
	121	41.00	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	6098	40.41	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	1130	40.20	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	3986	1-Hexen-3-ol, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	796	Glucose	HR Hummel Polymer and Additives
	3880		HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	38.37	Hydroxypropyl-beta-cyclodextrin, ms = 0.	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

6

Title: Gliserol 20%

Mon Jun 05 09:40:49 2017 (GMT+07:00)

**Collection time:** Mon Jun 05 09:35:23 2017 (GMT+C)**Mon Jun 05 09:40:36 2017 (GMT+07:00)****FIND PEAKS:**

Spectrum: Gliserol 20%

Region: 4000.00

Absolute threshold: 83.231

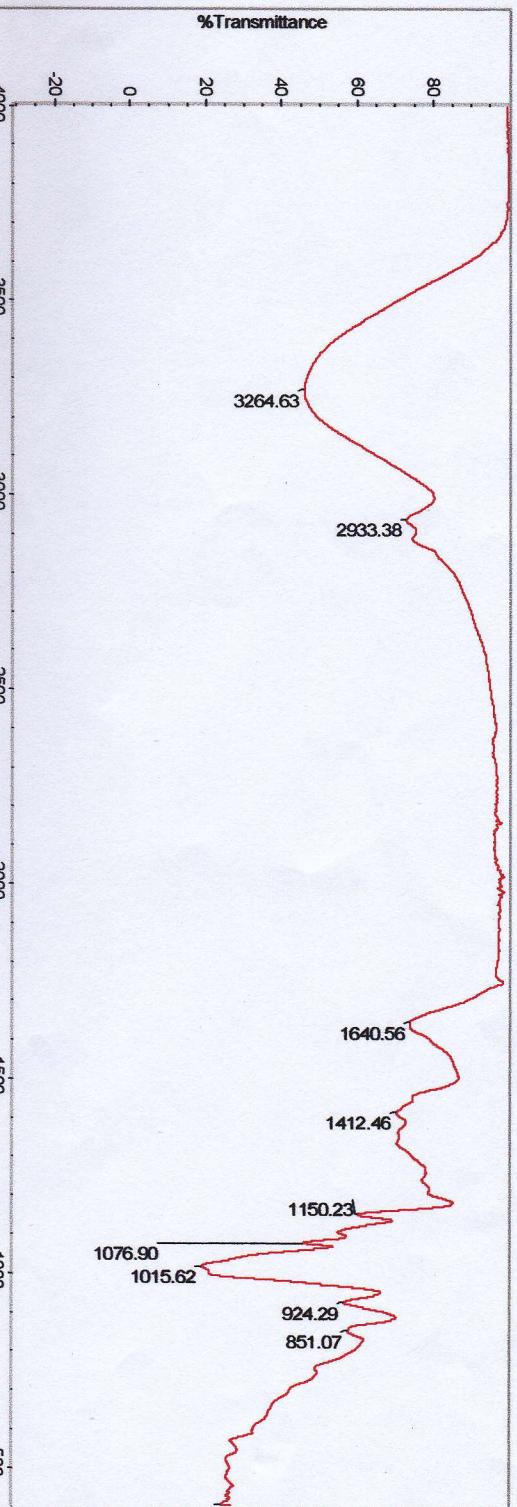
Sensitivity: 50

Peaklist:

Position:	Intensity:	Match	Compound name	Library
571.05	34.507	1078	Pullulan P800	HR Hummel Polymer and Additives
861.63	320	58.84	Pullulan P2000	HR Hummel Polymer and Additives
62.178	8	56.60	Pullulan P2000	HR Hummel Polymer and Additives
926.81	836	48.89	DEXTROSE MONOHYDRATE POWDER	Georgia State Crime Lab Sample Library
83.834	44.04	46.89	Methyl-1,3C alcohol	HR Nicoler Sampler Library
997.15	43.23	43.23	CELLOPHANE	HR Nicoler Sampler Library
156	1.8-diol, 94%	40.68	trans,trans-2,6-Dimethyl-2,6-octadiene-	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1076.68	40.68	40.68	SODIUM THIOSULFATE IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
1149.48	39.79	39.79	Dipropyl chlorotriphosphate	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
997.15	39.39	39.39	DEXTROSE ANHYDROUS POWDER IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
1076.68	39.16	39.16	Cellophane	HR Hummel Polymer and Additives
571.05	61.61	61.61		
926.81	121	121		
861.63	60	60		

Title: Gliserol 25%

Thu Jun 08 07:55:32 2017 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 05 09:46:52 2017 (GMT+C)
Thu Jun 08 07:55:13 2017 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Gliserol 25%

Region: 4000.00 - 400.00

Absolute threshold: 50

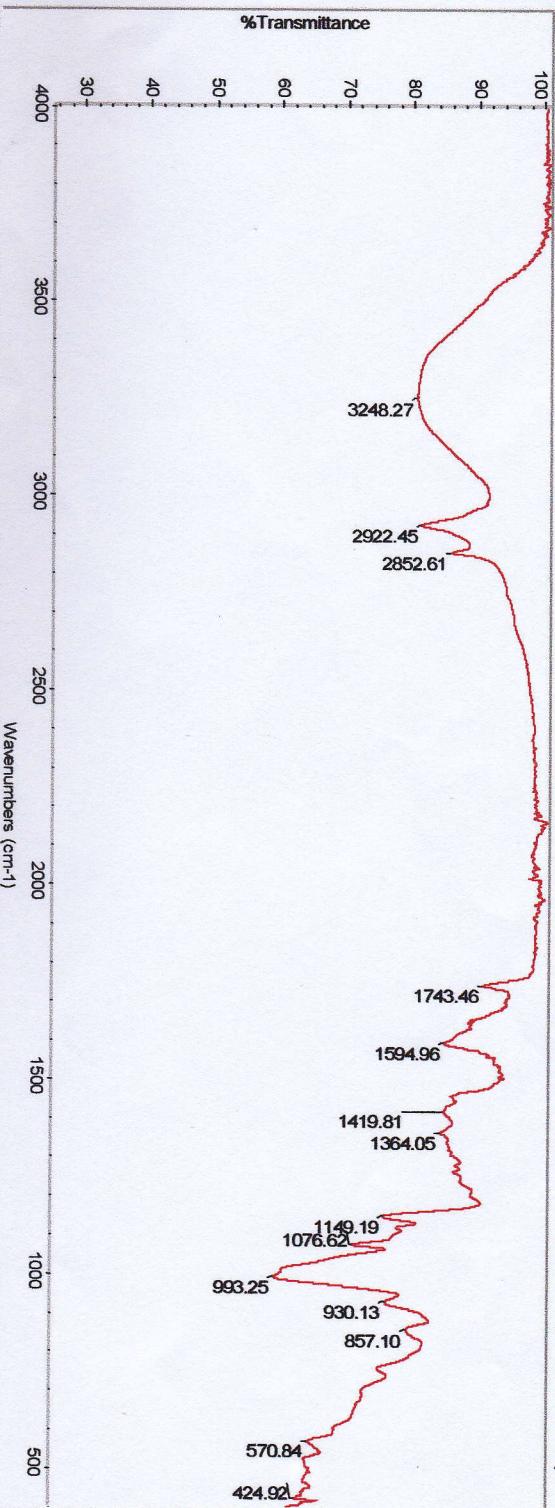
Sensitivity:

Peak list:

Position:	Intensity:	Match Index	Compound name	Spectrum:
405.31	23.667	68.13	Pululan P200	Gliserol 25%
851.07	57.259	67.32	Pululan P200	3495.26-455.13
924.29	56.081	59.26	DEXTROSE MONOHYDRATE POWDER	
1015.62	18.496	122	Methyl-13C alcohol	
1076.90	836	1126	Glucose	
1150.23	46.77	48.70	CELLOPHANE	
1412.46	trans,trans-2,6-Dimethyl-2,6-octadiene-	46.92	Hydroxypropyl-beta-cyclodextrin, ms = 0.	
1640.56	1,8-diol	6		
2933.38	94%	46.41		
3264.63	70.153	774	Allyl alcohol, 99%	
3264.63	73.685	46.20	Allyl alcohol	
3264.63	72.598			
3264.63	45.500			

Title: Sorbitol 15%

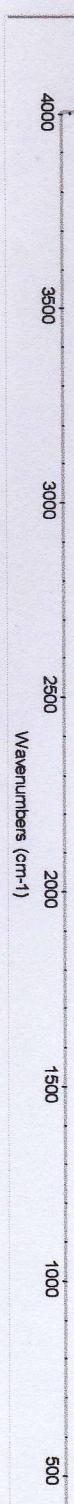
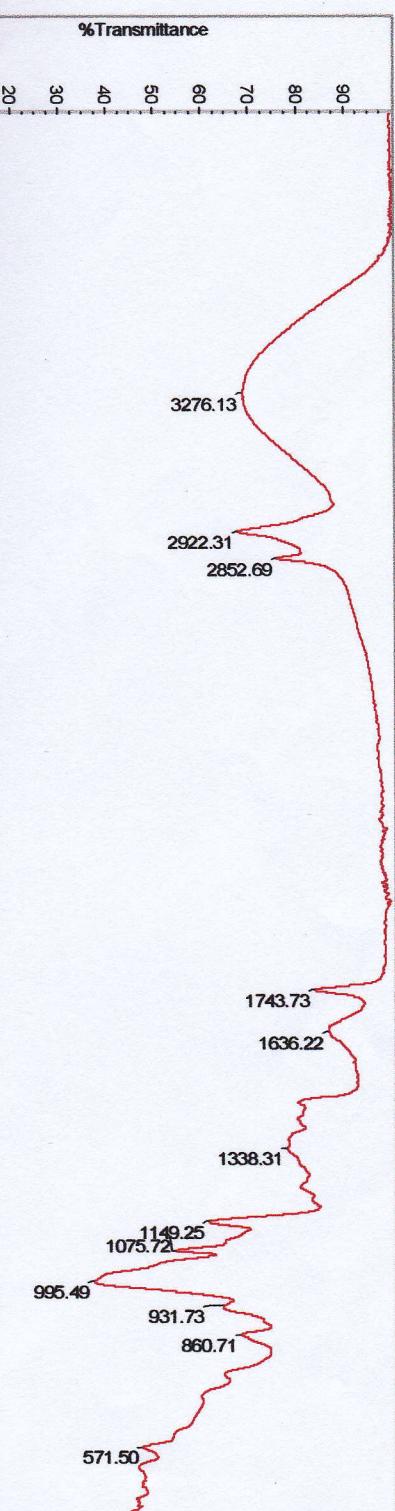
Thu Jun 08 08:04:19 2017 (GMT+07:00)



Collection time: Thu Jun 08 08:03:33 2017 (GMT+07:00)		Spectrum:	Sorbitol 15%
FIND PEAKS:		Region:	3495.26-455.13
Spectrum:		Search type:	Correlation
Region:	4000.00	Hit List:	
Absolute threshold:	92.590	Index:	
Sensitivity:	50	Match:	
Peak list:		Compound name:	
Position:	424.92	53.73	Maltopentaose hydrate
Intensity:	62.303	52.73	Maltotriose hydrate, 95%
Position:	570.84	52.63	Pullulan P2000
Intensity:	64.280	49.37	Maltohexose, tech., 90%
Position:	857.10	48.74	alpha-Cyclodextrin hydrate
Intensity:	79.254	48.16	Dextrin
Position:	830.13	1151	
Intensity:	76.037	47.85	Maltodextrin, dextrose equivalent 13.0-1
Position:	893.25	7.0	
Intensity:	59.015	1153	
Position:	1076.62	47.77	Maltodextrin, dextrose equivalent 16.5-1
Intensity:	10.921	9.5	
Position:	1149.19	1154	
Intensity:	75.680	47.43	Maltotetraose
Position:	1364.05	1129	
Intensity:	84.346		
Position:	1419.81		
Intensity:	84.641		
Position:	1594.96		
Intensity:	84.847		
Position:	1743.46		
Intensity:	90.885		
Position:	2852.61		
Intensity:	85.727		
Position:	2922.45		
Intensity:	81.008		
Position:	3248.27		
Intensity:	80.291		

Title: Sorbitol 20%

Thu Jun 08 08:07:54 2017 (GMT+07:00)



Search type: Correlation

Spectrum: Sorbitol 20%

Region: 3495.26-455.13

Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
1130	57.11	Maltopentose hydrate	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1078	56.68	Pullulan P800	HR Hummel Polymer and Additives
1125	55.61	Maltotriose hydrate, 95%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1079	53.75	Pullulan P2000	HR Hummel Polymer and Additives
1131	52.42	Maltohexaose, tech., 90%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1151	52.00	Dextrin	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1154	50.71	Maltodextrin, dextrose equivalent 16.5-1	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
36509	9.5	Maltodextrin	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1075.72	53.72	Maltodextrin, dextrose equivalent 13.0-1	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1149.25	60.79		
1153	50.68		
7.0	77.23		
1636.22	1338.31		
1743.73	1149.25		
83.208	1075.72		
1129	50.49		
1133	49.64		
	alpha-Cyclodextrin hydrate		

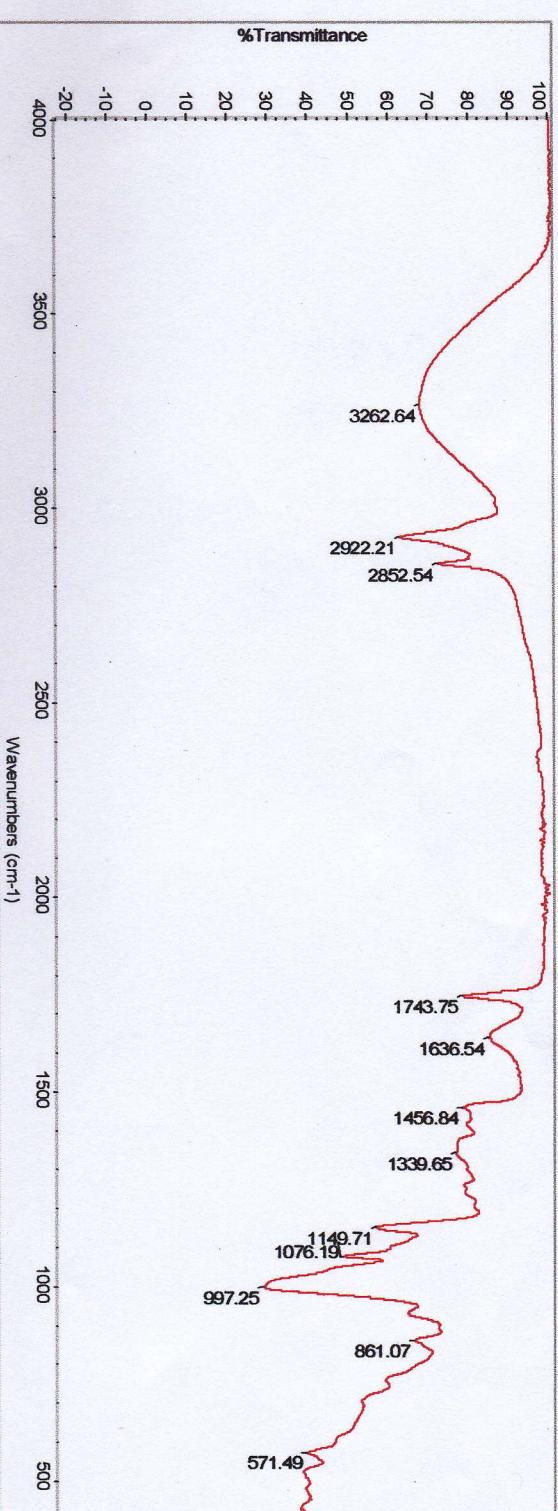
Position: 2852.69 Intensity: 67.298

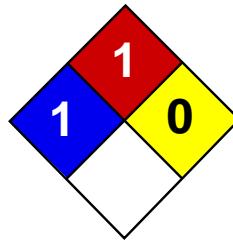
Position: 2922.31 Intensity: 67.298

Position: 3276.13 Intensity: 68.242

Title: Sorbitol 25%

Mon Jun 05 08:04:21 2017 (GMT+07:00)





Health	1
Fire	1
Reactivity	0
Personal Protection	G

Material Safety Data Sheet

Glycerin MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification

Product Name: Glycerin

Catalog Codes: SLG1171, SLG1894, SLG1111, SLG1615

CAS#: 56-81-5

RTECS: MA8050000

TSCA: TSCA 8(b) inventory: Glycerin

CI#: Not available.

Synonym: 1,2,3-Propanetriol; Glycerol

Chemical Name: Glycerin

Chemical Formula: C3H5(OH)3

Contact Information:

Scienclab.com, Inc.

14025 Smith Rd.
Houston, Texas 77396

US Sales: **1-800-901-7247**

International Sales: **1-281-441-4400**

Order Online: ScienceLab.com

CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call:

1-800-424-9300

International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887

For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Section 2: Composition and Information on Ingredients

Composition:

Name	CAS #	% by Weight
Glycerin	56-81-5	100

Toxicological Data on Ingredients: Glycerin: ORAL (LD50): Acute: 12600 mg/kg [Rat]. 4090 mg/kg [Mouse]. DERMAL (LD50): Acute: 10000 mg/kg [Rabbit]. MIST(LC50): Acute: >570 mg/m 1 hours [Rat].

Section 3: Hazards Identification

Potential Acute Health Effects: Slightly hazardous in case of skin contact (irritant, permeator), of eye contact (irritant), of ingestion, of inhalation.

Potential Chronic Health Effects:

CARCINOGENIC EFFECTS: Not available. MUTAGENIC EFFECTS: Not available. TERATOGENIC EFFECTS: Not available. DEVELOPMENTAL TOXICITY: Not available. The substance may be toxic to kidneys. Repeated or prolonged exposure to the substance can produce target organs damage.

Section 4: First Aid Measures

Eye Contact:

Check for and remove any contact lenses. In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Cold water may be used. Get medical attention if irritation occurs.

Skin Contact:

Wash with soap and water. Cover the irritated skin with an emollient. Get medical attention if irritation develops. Cold water may be used.

Serious Skin Contact: Not available.

Inhalation:

If inhaled, remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention immediately.

Serious Inhalation: Not available.

Ingestion:

Do NOT induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. Never give anything by mouth to an unconscious person. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband. Get medical attention if symptoms appear.

Serious Ingestion: Not available.

Section 5: Fire and Explosion Data

Flammability of the Product: May be combustible at high temperature.

Auto-Ignition Temperature:

370°C (698°F)(NFPA Fire Protection Guide to Hazardous Materials, 13th ed., 2002; NIOSH ICSC, 2001; CHRIS, 2001) 392 C (739 F) (Lewis, 1997)

Flash Points:

CLOSED CUP: 160°C (320°F). (Chemical Hazard Response Information System, 2001; Lewis, 1997). OPEN CUP: 177°C (350.6°F) (Budavari, 2000; Chemical Response Information System, 2001; NIOSH ICSC, 2001) OPEN CUP: 199 C(390 F) (National Fire Protection Association, Fire Protection Guide to Hazardous Materials, 13 ed., 2002)

Flammable Limits: LOWER: 0.9%

Products of Combustion: These products are carbon oxides (CO, CO₂), irritating and toxic fumes.

Fire Hazards in Presence of Various Substances:

Slightly flammable to flammable in presence of open flames and sparks, of heat, of oxidizing materials. Non-flammable in presence of shocks.

Explosion Hazards in Presence of Various Substances:

Risks of explosion of the product in presence of mechanical impact: Not available. Risks of explosion of the product in presence of static discharge: Not available. Explosive in presence of oxidizing materials.

Fire Fighting Media and Instructions:

SMALL FIRE: Use DRY chemical powder. LARGE FIRE: Use water spray, fog or foam. Do not use water jet.

Special Remarks on Fire Hazards: Not available.

Special Remarks on Explosion Hazards:

Glycerin is incompatible with strong oxidizers such as chromium trioxide, potassium chlorate, or potassium permanganate and may explode on contact with these compounds. Explosive glyceryl nitrate is formed from a mixture of glycerin and nitric and sulfuric acids. Perchloric acid , lead oxide + glycerin form perchloric esters which may be explosive. Glycerin and chlorine may explode if heated and confined.

Section 6: Accidental Release Measures

Small Spill:

Dilute with water and mop up, or absorb with an inert dry material and place in an appropriate waste disposal container. Finish cleaning by spreading water on the contaminated surface and dispose of according to local and regional authority requirements.

Large Spill:

Stop leak if without risk. If the product is in its solid form: Use a shovel to put the material into a convenient waste disposal container. If the product is in its liquid form: Do not get water inside container. Absorb with an inert material and put the spilled material in an appropriate waste disposal. Do not touch spilled material. Use water spray to reduce vapors. Prevent entry into sewers, basements or confined areas; dike if needed. Eliminate all ignition sources. Call for assistance on disposal. Finish cleaning by spreading water on the contaminated surface and allow to evacuate through the sanitary system. Be careful that the product is not present at a concentration level above TLV. Check TLV on the MSDS and with local authorities.

Section 7: Handling and Storage

Precautions:

Keep away from heat. Keep away from sources of ignition. Ground all equipment containing material. Do not ingest. Do not breathe gas/fumes/ vapor/spray. Wear suitable protective clothing. If ingested, seek medical advice immediately and show the container or the label. Keep away from incompatibles such as oxidizing agents.

Storage: Keep container tightly closed. Keep container in a cool, well-ventilated area. Hygroscopic

Section 8: Exposure Controls/Personal Protection

Engineering Controls:

Provide exhaust ventilation or other engineering controls to keep the airborne concentrations of vapors below their respective threshold limit value. Ensure that eyewash stations and safety showers are proximal to the work-station location.

Personal Protection:

Safety glasses. Lab coat. Vapor respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Gloves.

Personal Protection in Case of a Large Spill:

Splash goggles. Full suit. Vapor respirator. Boots. Gloves. A self contained breathing apparatus should be used to avoid inhalation of the product. Suggested protective clothing might not be sufficient; consult a specialist BEFORE handling this product.

Exposure Limits:

TWA: 10 (mg/m³) from ACGIH (TLV) [United States] [1999] Inhalation Total. TWA: 15 (mg/m³) from OSHA (PEL) [United States] Inhalation Total. TWA: 10 STEL: 20 (mg/m³) [Canada] TWA: 5 (mg/m³) from OSHA (PEL) [United States] Inhalation Respirable. Consult local authorities for acceptable exposure limits.

Section 9: Physical and Chemical Properties

Physical state and appearance: Liquid. (Viscous (Syrupy) liquid.)

Odor: Mild

Taste: Sweet.

Molecular Weight: 92.09 g/mole

Color: Clear Colorless.

pH (1% soln/water): Not available.

Boiling Point: 290°C (554°F)

Melting Point: 19°C (66.2°F)

Critical Temperature: Not available.

Specific Gravity: 1.2636 (Water = 1)

Vapor Pressure: 0 kPa (@ 20°C)

Vapor Density: 3.17 (Air = 1)

Volatility: Not available.

Odor Threshold: Not available.

Water/Oil Dist. Coeff.: The product is more soluble in water; $\log(\text{oil/water}) = -1.8$

Ionicity (in Water): Not available.

Dispersion Properties: See solubility in water, acetone.

Solubility:

Miscible in cold water, hot water and alcohol. Partially soluble in acetone. Very slightly soluble in diethyl ether (ethyl ether). Limited solubility in ethyl acetate. Insoluble in carbon tetrachloride, benzene, chloroform, petroleum ethers, and oils

Section 10: Stability and Reactivity Data

Stability: The product is stable.

Instability Temperature: Not available.

Conditions of Instability: Avoid contact with incompatible materials, excess heat and ignition, sources, moisture.

Incompatibility with various substances: Highly reactive with oxidizing agents.

Corrosivity: Non-corrosive in presence of glass.

Special Remarks on Reactivity:

Hygroscopic. Glycerin is incompatible with strong oxidizers such as chromium trioxide, potassium chlorate, or potassium permanganate. Glycerin may react violently with acetic anhydride, aniline and nitrobenzene, chromic oxide, lead oxide and fluorine, phosphorous triiodide, ethylene oxide and heat, silver perchlorate, sodium peroxide, sodium hydride.

Special Remarks on Corrosivity: Not available.

Polymerization: Will not occur.

Section 11: Toxicological Information

Routes of Entry: Absorbed through skin. Eye contact.

Toxicity to Animals:

WARNING: THE LC50 VALUES HEREUNDER ARE ESTIMATED ON THE BASIS OF A 4-HOUR EXPOSURE. Acute oral toxicity (LD50): 4090 mg/kg [Mouse]. Acute dermal toxicity (LD50): 10000 mg/kg [Rabbit]. Acute toxicity of the mist (LC50): >570 mg/m³ 1 hours [Rat].

Chronic Effects on Humans: May cause damage to the following organs: kidneys.

Other Toxic Effects on Humans: Slightly hazardous in case of skin contact (irritant), of ingestion, of inhalation.

Special Remarks on Toxicity to Animals:

TDL (rat) - Route: Oral; Dose: 100 mg/kg 1 day prior to mating. TDL (human) - Route: Oral; Dose: 1428 mg/kg

Special Remarks on Chronic Effects on Humans:

Glycerin is transferred across the placenta in small amounts. May cause adverse reproductive effects based on animal data (Paternal Effects (Rat): Spermatogenesis (including genetic material, sperm morphology, motility, and count), Testes, epididymis, sperm duct). May affect genetic material.

Special Remarks on other Toxic Effects on Humans:

Acute Potential Health Effects: Low hazard for normal industrial handling or normal workplace conditions. Skin: May cause skin irritation. May be absorbed through skin Eyes: May cause eye irritation with stinging, redness, burning sensation, and tearing, but no eye injury. Ingestion: Low hazard. Low toxicity except with very large doses. When large doses are ingested, it can cause gastrointestinal tract irritation with thirst (dehydration), nausea or vomiting diarrhea. It may also affect behavior/central nervous system/nervous system (central nervous system depression, general anesthetic, headache, dizziness, confusion, insomnia, toxic psychosis, muscle weakness, paralysis/convulsions), urinary system/kidneys (renal failure,

hemoglobinuria), cardiovascular system (cardiac arrhythmias), liver. It may also cause elevated blood sugar. Inhalation: Due to low vapor pressure, inhalation of the vapors at room temperature is unlikely. Inhalation of mist may cause respiratory tract irritation. Chronic Potential Health Effects: Ingestion: Prolonged or repeated ingestion may affect the blood(hemolysis, changes in white blood cell count), endocrine system (changes in adrenal weight), respiratory system, and may cause kidney injury.

Section 12: Ecological Information

Ecotoxicity: Ecotoxicity in water (LC50): 58.5 ppm 96 hours [Trout].

BOD5 and COD: Not available.

Products of Biodegradation:

Possibly hazardous short term degradation products are not likely. However, long term degradation products may arise.

Toxicity of the Products of Biodegradation: The products of degradation are less toxic than the product itself.

Special Remarks on the Products of Biodegradation: Not available.

Section 13: Disposal Considerations

Waste Disposal:

Waste must be disposed of in accordance with federal, state and local environmental control regulations.

Section 14: Transport Information

DOT Classification: Not a DOT controlled material (United States).

Identification: Not applicable.

Special Provisions for Transport: Not applicable.

Section 15: Other Regulatory Information

Federal and State Regulations:

Illinois toxic substances disclosure to employee act: Glycerin Rhode Island RTK hazardous substances: Glycerin Pennsylvania RTK: Glycerin Minnesota: Glycerin Massachusetts RTK: Glycerin Tennessee - Hazardous Right to Know: Glycerin TSCA 8(b) inventory: Glycerin

Other Regulations:

OSHA: Hazardous by definition of Hazard Communication Standard (29 CFR 1910.1200). EINECS: This product is on the European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances.

Other Classifications:

WHMIS (Canada): Not controlled under WHMIS (Canada).

DSCL (EEC):

Not available S24/25- Avoid contact with skin and eyes.

HMIS (U.S.A.):

Health Hazard: 1

Fire Hazard: 1

Reactivity: 0

Personal Protection: g

National Fire Protection Association (U.S.A.):

Health: 1

Flammability: 1

Reactivity: 0

Specific hazard:

Protective Equipment:

Gloves. Lab coat. Vapor respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Wear appropriate respirator when ventilation is inadequate. Safety glasses.

Section 16: Other Information

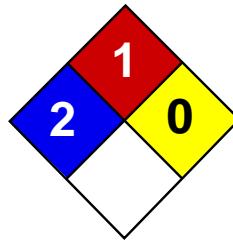
References: Not available.

Other Special Considerations: Not available.

Created: 10/10/2005 08:38 PM

Last Updated: 05/21/2013 12:00 PM

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, express or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigations to determine the suitability of the information for their particular purposes. In no event shall ScienceLab.com be liable for any claims, losses, or damages of any third party or for lost profits or any special, indirect, incidental, consequential or exemplary damages, howsoever arising, even if ScienceLab.com has been advised of the possibility of such damages.



Health	2
Fire	1
Reactivity	0
Personal Protection	E

Material Safety Data Sheet Sorbitol MSDS

Section 1: Chemical Product and Company Identification

Product Name: Sorbitol

Catalog Codes: SLS1441, SLS2860

CAS#: 50-70-4

RTECS: LZ4290000

TSCA: TSCA 8(b) inventory: Sorbitol

CI#: Not available.

Synonym: D-Glucitol

Chemical Name: Not available.

Chemical Formula: C6H14O6

Contact Information:

Scienclab.com, Inc.

14025 Smith Rd.
Houston, Texas 77396

US Sales: **1-800-901-7247**

International Sales: **1-281-441-4400**

Order Online: ScienceLab.com

CHEMTREC (24HR Emergency Telephone), call:

1-800-424-9300

International CHEMTREC, call: 1-703-527-3887

For non-emergency assistance, call: 1-281-441-4400

Section 2: Composition and Information on Ingredients

Composition:

Name	CAS #	% by Weight
Sorbitol	50-70-4	100

Toxicological Data on Ingredients: Sorbitol: ORAL (LD50): Acute: 15900 mg/kg [Rat].

Section 3: Hazards Identification

Potential Acute Health Effects:

Hazardous in case of eye contact (irritant), of ingestion. Slightly hazardous in case of skin contact (irritant), of inhalation.

Potential Chronic Health Effects:

CARCINOGENIC EFFECTS: Not available. MUTAGENIC EFFECTS: Not available. TERATOGENIC EFFECTS: Not available.

DEVELOPMENTAL TOXICITY: Not available. Repeated or prolonged exposure is not known to aggravate medical condition.

Section 4: First Aid Measures

Eye Contact:

Check for and remove any contact lenses. Immediately flush eyes with running water for at least 15 minutes, keeping eyelids open. Cold water may be used. Do not use an eye ointment. Seek medical attention.

Skin Contact:

After contact with skin, wash immediately with plenty of water. Gently and thoroughly wash the contaminated skin with running water and non-abrasive soap. Be particularly careful to clean folds, crevices, creases and groin. Cold water may be used. Cover the irritated skin with an emollient. If irritation persists, seek medical attention. Wash contaminated clothing before reusing.

Serious Skin Contact: Not available.

Inhalation: Allow the victim to rest in a well ventilated area. Seek immediate medical attention.

Serious Inhalation: Not available.

Ingestion:

Do not induce vomiting. Loosen tight clothing such as a collar, tie, belt or waistband. If the victim is not breathing, perform mouth-to-mouth resuscitation. Seek immediate medical attention.

Serious Ingestion: Not available.

Section 5: Fire and Explosion Data

Flammability of the Product: May be combustible at high temperature.

Auto-Ignition Temperature: Not available.

Flash Points: Not available.

Flammable Limits: Not available.

Products of Combustion: These products are carbon oxides (CO, CO₂).

Fire Hazards in Presence of Various Substances: Not available.

Explosion Hazards in Presence of Various Substances:

Risks of explosion of the product in presence of mechanical impact: Not available. Risks of explosion of the product in presence of static discharge: Not available.

Fire Fighting Media and Instructions:

SMALL FIRE: Use DRY chemical powder. LARGE FIRE: Use water spray, fog or foam. Do not use water jet.

Special Remarks on Fire Hazards: Not available.

Special Remarks on Explosion Hazards: Not available.

Section 6: Accidental Release Measures

Small Spill:

Use appropriate tools to put the spilled solid in a convenient waste disposal container. Finish cleaning by spreading water on the contaminated surface and dispose of according to local and regional authority requirements.

Large Spill:

Use a shovel to put the material into a convenient waste disposal container. Finish cleaning by spreading water on the contaminated surface and allow to evacuate through the sanitary system.

Section 7: Handling and Storage

Precautions:

Keep away from heat. Keep away from sources of ignition. Empty containers pose a fire risk, evaporate the residue under a fume hood. Ground all equipment containing material. Do not ingest. Do not breathe dust. Avoid contact with eyes. Wear suitable protective clothing. If ingested, seek medical advice immediately and show the container or the label.

Storage:

Keep container dry. Keep in a cool place. Ground all equipment containing material. Keep container tightly closed. Keep in a cool, well-ventilated place. Combustible materials should be stored away from extreme heat and away from strong oxidizing agents.

Section 8: Exposure Controls/Personal Protection

Engineering Controls:

Use process enclosures, local exhaust ventilation, or other engineering controls to keep airborne levels below recommended exposure limits. If user operations generate dust, fume or mist, use ventilation to keep exposure to airborne contaminants below the exposure limit.

Personal Protection:

Splash goggles. Lab coat. Dust respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Gloves.

Personal Protection in Case of a Large Spill:

Splash goggles. Full suit. Dust respirator. Boots. Gloves. A self contained breathing apparatus should be used to avoid inhalation of the product. Suggested protective clothing might not be sufficient; consult a specialist BEFORE handling this product.

Exposure Limits: Not available.

Section 9: Physical and Chemical Properties

Physical state and appearance: Solid.

Odor: Not available.

Taste: Not available.

Molecular Weight: 182.17 g/mole

Color: Not available.

pH (1% soln/water): Not available.

Boiling Point: Decomposes.

Melting Point: 111.5°C (232.7°F)

Critical Temperature: Not available.

Specific Gravity: 1.489 (Water = 1)

Vapor Pressure: Not applicable.

Vapor Density: Not available.

Volatility: Not available.

Odor Threshold: Not available.

Water/Oil Dist. Coeff.: Not available.

Ionicity (in Water): Not available.

Dispersion Properties: See solubility in water.

Solubility: Easily soluble in cold water, hot water.

Section 10: Stability and Reactivity Data

Stability: The product is stable.

Instability Temperature: Not available.

Conditions of Instability: Not available.

Incompatibility with various substances: Not available.

Corrosivity: Non-corrosive in presence of glass.

Special Remarks on Reactivity: Not available.

Special Remarks on Corrosivity: Not available.

Polymerization: No.

Section 11: Toxicological Information

Routes of Entry: Eye contact. Ingestion.

Toxicity to Animals: Acute oral toxicity (LD50): 15900 mg/kg [Rat].

Chronic Effects on Humans: Not available.

Other Toxic Effects on Humans:

Hazardous in case of ingestion. Slightly hazardous in case of skin contact (irritant), of inhalation.

Special Remarks on Toxicity to Animals: Not available.

Special Remarks on Chronic Effects on Humans: Not available.

Special Remarks on other Toxic Effects on Humans: Not available.

Section 12: Ecological Information

Ecotoxicity: Not available.

BOD5 and COD: Not available.

Products of Biodegradation:

Possibly hazardous short term degradation products are not likely. However, long term degradation products may arise.

Toxicity of the Products of Biodegradation: The products of degradation are more toxic.

Special Remarks on the Products of Biodegradation: Not available.

Section 13: Disposal Considerations

Waste Disposal:

Section 14: Transport Information

DOT Classification: Not a DOT controlled material (United States).

Identification: Not applicable.

Special Provisions for Transport: Not applicable.

Section 15: Other Regulatory Information

Federal and State Regulations: TSCA 8(b) inventory: Sorbitol

Other Regulations: Not available..

Other Classifications:

WHMIS (Canada): Not controlled under WHMIS (Canada).

DSCL (EEC): R36- Irritating to eyes.

HMIS (U.S.A.):**Health Hazard:** 2**Fire Hazard:** 1**Reactivity:** 0**Personal Protection:** E**National Fire Protection Association (U.S.A.):****Health:** 2**Flammability:** 1**Reactivity:** 0**Specific hazard:****Protective Equipment:**

Gloves. Lab coat. Dust respirator. Be sure to use an approved/certified respirator or equivalent. Splash goggles.

Section 16: Other Information**References:** Not available.**Other Special Considerations:** Not available.**Created:** 10/09/2005 06:37 PM**Last Updated:** 05/21/2013 12:00 PM

The information above is believed to be accurate and represents the best information currently available to us. However, we make no warranty of merchantability or any other warranty, express or implied, with respect to such information, and we assume no liability resulting from its use. Users should make their own investigations to determine the suitability of the information for their particular purposes. In no event shall ScienceLab.com be liable for any claims, losses, or damages of any third party or for lost profits or any special, indirect, incidental, consequential or exemplary damages, howsoever arising, even if ScienceLab.com has been advised of the possibility of such damages.

BIODATA PENULIS

PENULIS I



Amelia Eka Risty dilahirkan di Surabaya tanggal 13 Mei 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu TK Tunas Mulya Surabaya (1999-2001), SDN Ngagel Rejo I 365 Surabaya (2001-2007), SMPN 12 Surabaya (2007-2010), dan SMAN 6 Surabaya (2010-2013). Setelah lulus dari sekolah menengah keatas, penulis diterima di Program Studi Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS dengan Nomor Registrasi 2314 030 084. Selama kuliah, penulis sempat aktif di beberapa kepanitiaan acara organisasi di ITS, pelatihan serta seminar. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PTPN X Pabrik Gula Tjoekir Jombang.
Email: wonowu@gmail.com

BIODATA PENULIS

PENULIS II



Ryan Dimas Syaifullah dilahirkan di Malang tanggal 20 November 1995. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Dharma Wanita Surabaya (2000-2002), SDN Margorejo I Surabaya (2002-2008), SMPN 12 Surabaya (2008-2011), SMAN 16 Surabaya (2011-2014). Setelah lulus dari sekolah menengah keatas, penulis diterima di Program Studi Diploma III Teknik Kimia FTI-ITS dengan Nomor Registrasi 2314 030 105. Selama kuliah, penulis pernah aktif sebagai Staff Danus FUKI AL IKROM (2015-2016), Staff KWU HIMAD3KKIM FTI-ITS (2016-2017), dan Staff Internal UKM Catur ITS (2016-2017). Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT Arjuna Utama Kimia Surabaya.

Email: ryandimas8@gmail.com