

**PENGARUH GUGUS –GUGUS FUNGSI PLASTIK
BIODEGRADABEL METIL AKRILAT DAN PATI GARUT
TERHADAP SIFAT MEKANIK**

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika**

**Oleh :
ATIK INDAH SRIWILUJENG
0210930009-93**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH GUGUS-GUGUS FUNGSI PLASTIK
BIODEGRADABEL METIL AKRILAT DAN PATI GARUT
TERHADAP SIFAT MEKANIKOLEh :**

**ATIK INDAH SRIWILUJENG
0210930009**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal.....
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar**

Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Dra. Lailatin Nuriyah M.Si
NIP. 131 568 566**

**Dra.S.J. Iswarin,
APT
NIP. 132 232 181**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya**

**1 Drs. Adi Susilo, M.Si, P.hD
NIP. 131 960 447**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Atik Indah Sriwilujeng

NIM : 0210930009

Jurusan : Fisika

Penulis skripsi berjudul :

**Pengaruh Gugus-Gugus Fungsi Plastik Biodegradabel
Metil Akrilat dan Pati Garut Terhadap Sifat Mekanik**

Dengan ini menyatakan bahwa :

- 1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka TA ini, semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.**
- 2. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa isi TA saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut. Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.**

Malang, Juni 2008

Yang menyatakan

(Atik Indah Sriwilujeng)

NIM. 0210930009

PENGARUH GUGUS-GUGUS FUNGSI PLASTIK BIODEGRADABEL METIL AKRILAT DAN PATI GARUT TERHADAP SIFAT MEKANIK

ABSTRAK

Plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat dibuat untuk mengatasi masalah sampah plastik yang semakin menumpuk. Plastik ini dibuat menggunakan metode *grafting* dengan penggunaan komposisi pati garut dan metil akrilat yang berbeda-beda. Pada dasarnya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gugus fungsi serta pengaruh komposisi penggunaan pati garut dan metil akrilat terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan. Untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk, dilakukan uji FTIR dengan bentuk sampel seperti pelet. Analisis FTIR menunjukkan bahwa pencampuran antara pati garut dan metil akrilat yang dilakukan pada suhu 45-50⁰C hanya tercampur secara *blending*. *Grafting* yang dilakukan tidak berhasil karena suhu propagasi kurang tinggi, yaitu 60⁰C.

Variasi komposisi pati garut dan metil akrilat yang digunakan adalah 30:70; 35:65; 40:60; 45:55; 50:50. Hasil uji mekanik menunjukkan bahwa nilai kuat tarik dan persen pemanjangan terbesar diperoleh pada komposisi 30:70, yaitu mencapai 14,8±2,8 MPa dan 5,33±0,08 %. Nilai ini sesuai dengan hasil analisis FTIR. Nilai kuat tarik sebanding dengan nilai absorbansi gugus metil akrilat yang menunjukkan konsentrasi gugus fungsi atau banyaknya gugus fungsi yang terbentuk. Semakin besar nilai konsentrasi maka kekuatan tarik akan semakin besar pula. Sedangkan nilai persen pemanjangan dipengaruhi oleh banyaknya gugus pati garut yang terbentuk.

THE AFFECT OF CHEMICAL GROUPS OF METHYL ACRYLATE AND ARROWROOT BIODEGRADABLE PLASTIC TO MECHANICAL PROPERTIES

ABSTRACT

The plastic based arrowroot and methyl acrylate is made for solve the plastics problem which increased. This plastic is made by using grafting method with use arrowroot and methyl acrylate composition that different. This objective of research is to know the affect of increased in arrowroot to tensile strength and percent elongation and also the affect of amount of methyl acrylate and arrowroot to tensile strength and percent elongation value. For knowing the chemical groups, using by FTIR test which shape of sample is pellet. FTIR analysis shows that mixed between arrowroot and methyl acrylate in 45-50⁰C, only mixed with blending. Grafting is not succeed because propagation termal is not high enough is 60⁰C.

Composition of arrowroot and methyl acrylate that used is 30:70, 35:65, 40:60, 45:55, and 50:50. The result of mechanical test shows that the highest tensile strength value ang percent elongation is in 30:70 composition, that 14,8±2,8 MPa and 5,33±0,08 %. The tensile strength ang percent elongation is similar with the result of FTIR analysis. The tensile strength value is proportional absorbancy of methyl acrylate groups that show the concentration of chemical groups or amount of chemical groups. If the concentration of chemical group increased, the tensile strength will be increased. The percent elongation value is influence of amount of arrowroot groups.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Gugus-Gugus Fungsi Plastik Biodegradabel Metil Akrilat Dan Pati Garut Terhadap Sifat Mekanik”**.

Penulis menyadari bahwa dengan selesainya laporan ini adalah berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika MIPA Universitas Brawijaya Malang.
2. Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si selaku pembimbing I, atas waktu, kesabaran dan nasehat yang diberikan kepada penulis selama penyelesaian Tugas Akhir.
3. Ibu Dra.S.J. Iswarin, APT selaku pembimbing II, atas ilmu, waktu dan nasehatnya yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak dan Ibu penguji yang telah banyak memberi masukan pada tugas akhir saya demi mencapai kesempurnaan.
5. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mengajar selama ini, atas ilmu dan bimbingannya.
6. Ayah, Ibu, Kakak, dan Adik yang telah memberi semangat baik moril maupun materiil serta doanya selama ini.
7. Seluruh Karyawan dan Laboran Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
8. Teman-teman angkatan 2002 yang telah memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas dukungan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, namun penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, Maret 2008-03-14

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
<i>DAFTAR ISI</i>	<i>vii</i>
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik Terurai Secara Alami (Plastik Biodegradabel)	4
2.2 Pati	5
2.2.1 Gambaran umum pati	5
2.2.2 Gelatinasi pati	7
2.3 Garut	7
2.3.1 Tanaman garut	7
2.3.2 Pati garut	9
2.4 Metil Akrilat	10
2.5 Ceric Ammonium Nitrat (CAN).....	11
2.6 Sifat Mekanik Plastik	12
2.6.1 Kuat tarik	12
2.6.2 Persen pemanjangan	12

2.7	Kopolimer Cangkok (<i>grafting</i>).....	13
2.8	FTIR.....	15
2.8.1	Proses serapan inframerah.....	15
2.8.2	Spektrum inframerah.....	16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	20
3.2.1	Alat-alat yang dipergunakan.....	20
3.2.2	Bahan yang dipergunakan.....	20
3.3	Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1	Pembuatan sampel.....	20
3.3.1.1	Sampel uji sifat mekanik.....	20
3.3.1.2	Sampel uji FTIR.....	21
3.3.2	Pengambilan data.....	22
3.4	Analisis Data.....	23
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Bentuk Fisik Sampel Plastik.....	25
4.2	Hasil FTIR (<i>Fourier Transform Infra Red</i>) Sampel Plastik.....	26
4.3	Pengaruh Gugus Fungsi Terhadap Sifat Mekanik.....	28
4.3.1	Pengaruh gugus fungsi terhadap kuat tarik.....	29
4.3.2	Pengaruh gugus fungsi terhadap persen pemanjangan.....	31

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	34
5.2	Saran.....	35

DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur molekul amilosa dan amilopektin.....	6
Gambar 2.2 Tanaman garut.....	8
Gambar 2.3 Proses pembentukan metil akrilat.....	10
Gambar 2.4 Struktur metil akrilat.....	10
Gambar 2.5 Struktur molekul <i>ceric ammonium nitrate</i>	11
Gambar 2.6 Ceric ammonium nitrat.....	11
Gambar 2.7 (a) Batang prismatis yang mengalami tarikan.....	12
(b) Segmen batang sesudah dibebani.....	12
Gambar 2.8 Kopolimer cangkok.....	13
Gambar 2.9 Reaksi <i>grafting</i> monomer akrilat pada pati dengan menggunakan CAN.....	15
Gambar 2.10 Daerah spektrum elektromagnetik.....	16
Gambar 3.1 Sampel uji tarik.....	21
Gambar 3.2 Sampel Uji FTIR.....	22
Gambar 3.3 Ilustrasi uji tarik.....	23
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 4.1 Sampel plastik.....	25
Gambar 4.2 Hasil FTIR pati garut.....	26
Gambar 4.3 Hasil FTIR metil akrilat.....	27
Gambar 4.4 Hasil FTIR plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat.....	27
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kuat tarik dengan komposisi bahan yang dipergunakan.....	30
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara persen pemanjangan dengan komposisi bahan yang dipergunakan.....	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Data sifat mekanik plastik terurai secara alami (plastik biodegradabel) berbahan baku campuran pati garut dan polietilen dengan metode <i>blending</i>	4
Tabel 2.2 Macam-macam plastik terurai.....	5
Tabel 2.3 Kandungan pati garut (tiap 100 gram).....	9
Tabel 2.4 Sifat fisik metil akrilat.....	10
Tabel 2.5 Tabel korelasi spektrum inframerah.....	18
Tabel 3.1 Komposisi bahan yang dipergunakan dalam pembuatan sampel plastik	21
Tabel 4.1 Kesamaan gugus fungsi pada pati garut, metil akrilat, dan sampel plastik.....	28
Tabel 4.2 Nilai absorbansi dari gugus fungsi pada sampel plastik.....	29
Tabel 4.3 Nilai kuat tarik plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat.....	30
Tabel 4.4 Nilai persen pemanjangan plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data dan Nilai Uji Mekanik39
Lampiran 2	Pengolahan Data41
Lampiran 3	Proses Pembuatan Pati Garut43
Lampiran 4	Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan plastik berbahan baku campuran metil akrilat dan pati garut44
Lampiran 5	Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik berbahan baku campuran metil akrilat dan pati garut48
Lampiran 6	Gambar-gambar sampel50
Lampiran 7	Hasil FTIR sampel plastik51



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas semakin meningkat dari tahun ke tahun dan menjadi komoditi perdagangan yang penting karena material plastik mempunyai banyak sifat unggul yaitu: kuat, ringan, transparan, tahan air, serta harganya yang relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat. Plastik yang digunakan saat ini, umumnya plastik konvensional, merupakan plastik sintetik yang terbuat dari bahan kimia yang tidak mudah hancur baik oleh hujan, panas matahari ataupun mikroorganisme yang ada dalam tanah. Oleh karena itu, peningkatan pemakaian plastik konvensional dapat menyebabkan terjadinya penumpukan limbah dalam jumlah yang sangat besar sehingga menyebabkan pencemaran serta kerusakan lingkungan.

Salah satu alternatif untuk menyelamatkan lingkungan dari bahaya pencemaran plastik adalah dengan menggunakan plastik yang dapat terurai secara alami (plastik biodegradabel) sebagai pengganti plastik konvensional. Plastik biodegradabel merupakan plastik yang terbuat dari material yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Material tersebut berupa senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman seperti pati, protein, dan lain-lain serta senyawa yang terdapat dalam hewan seperti selulosa dan lipid.

Penelitian pembuatan plastik yang terurai secara alami (plastik biodegradabel) berbahan baku campuran berbagai macam pati dengan plastik konvensional telah dilakukan oleh mahasiswa fisika. Pembuatan plastik biodegradabel berbahan baku pati garut dilakukan oleh Meilinda (2004) dengan menggunakan metode *blending*. Plastik berbahan baku pati garut memiliki sifat mekanik paling tinggi dibandingkan dengan pati-pati yang lain seperti pati ubi jalar, jagung, dan kentang. Oleh karena itu, penulis memilih pati garut sebagai bahan campuran.

Pati garut merupakan bahan alami yang memiliki sifat dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme. Plastik yang terbuat dari campuran bahan alami dengan plastik konvensional juga akan memiliki sifat terurai (biodegradabel). Degradasi plastik biodegradabel yang dibuat dengan metode *blending* telah dibuktikan oleh Meilinda (2004) yang menunjukkan bahwa massa sampel

plastik sebelum penguburan ke dalam tanah dan sesudah penguburan mengalami pengurangan. Adanya proses hilang massa menunjukkan terjadinya degradasi. Metode lain yang dapat digunakan dalam pembuatan plastik biodegradabel adalah metode *grafting*. *Grafting* (pencangkokan) secara kimia pada polimer sintetik dan polimer alami diharapkan mampu menghasilkan bahan baku kemasan yang tidak tembus oleh air, berkekuatan mekanis, ramah terhadap lingkungan dan mempunyai harga yang lebih ekonomis. Penelitian yang dilakukan oleh Surdia dan Saito (2000) menunjukkan bahwa biodegradasi kopolimerisasi cangkok antara pati dan metil akrilat dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger* menghasilkan perubahan yang berarti. Biodegradasi hanya terjadi pada pati saja, sedangkan metil akrilat tidak terbiodegradasi.

Adanya penelitian ini diharapkan menjadi terobosan pada dunia industri plastik untuk memproduksi plastik yang ramah lingkungan dengan sifat mekanik yang tidak kalah dengan plastik konvensional sehingga dapat mengurangi pemakaian penggunaan plastik konvensional yang membahayakan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah :

- Bagaimana membuat plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat dengan menggunakan metode *grafting*?
- Bagaimana pengaruh komposisi penggunaan pati garut : metil akrilat terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan?
- Bagaimana pengaruh gugus fungsi terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan masalah dalam pembahasan, maka penelitian ini dibatasi pada :

- Plastik konvensional yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah monomer metil akrilat
- Rasio perbandingan antara pati dan metil akrilat berturut-turut adalah 30 : 70, 35 : 65, 40 : 60, 45 : 55, dan 50 : 50
- Pengujian yang dilakukan pada plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat hanya pengujian sifat mekanik saja yaitu uji tarik dan persen pemanjangan tanpa uji biodegradabilitas
- Analisis FTIR hanya digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk tanpa analisis lebih lanjut

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- Membuat plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat dengan metode *grafting*
- Mengetahui dan mempelajari pengaruh komposisi penggunaan pati garut : metil akrilat terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan plastik
- Mengetahui pengaruh gugus fungsi terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat mengatasi masalah sampah plastik yang semakin menumpuk dengan membuat plastik berbahan baku campuran pati garut dan metil akrilat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik Terurai Secara Alami (Plastik Biodegradabel)

Plastik terurai secara alami atau umumnya dikenal dengan plastik biodegradabel adalah plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional, namun dapat hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan karbondioksida. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik terurai secara alami merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan (Pranamuda, 2001).

Plastik yang terurai secara alami dengan bahan dasar tepung dapat terurai oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* dengan jalan memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil penguraian (degradasi) polimer selain menghasilkan air dan karbondioksida, juga menghasilkan senyawa organik lain seperti asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan. (<http://www.pikiranrakyat.com>).

Plastik yang terurai secara alami dapat dibuat baik oleh mikroorganisme ataupun manusia dengan memanfaatkan hasil alam (seperti pati dan protein). Plastik yang terurai secara alami dibuat dengan memanfaatkan sumber daya alam telah dilakukan mahasiswa fisika Universitas Brawijaya. Salah satunya memanfaatkan pati garut. Bahan utama yang digunakan dalam campuran plastik yang terurai secara alami adalah polietilen. Plastik terurai ini dibuat dengan metode *blending*.

Menurut Meilinda (2004), penambahan pati garut pada polietilen dengan menggunakan teknik *blending* menjadikan pemisahan 2 fasa yaitu polietilen dan butiran-butiran pati garut. Nilai kuat tarik sampel plastik yang terurai secara alami cenderung menurun dengan adanya penambahan pati garut. Penurunan kuat tarik ini dapat dilihat pada Tabel 2.1. Nilai persen pemanjangan menunjukkan karakteristik nilai yang hampir sama dengan kuat tarik dimana persen pemanjangan cenderung menurun dari kontrol ke 90:10, 85:15 ke 75:25. Beberapa plastik yang terurai secara alami yang banyak diperdagangkan di luar negeri ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.1 Data sifat mekanik plastik terurai secara alami (plastik biodegradabel) berbahan baku campuran pati garut dan polietilen dengan metode *blending*

Komposisi PE : Pati garut	Kuat tarik (MPa)	Persen Pemanjangan (%)
------------------------------	---------------------	---------------------------

Kontrol	12,43	33,83
90 : 10	11,70	29,63
85 : 15	14,47	50,53
80 : 20	10,99	28,73
75 : 25	10,07	28,60
70 : 30	10,80	35,50

Sumber: (Meilinda, 2004)

Tabel 2.2 Macam-macam plastik terurai secara alami

Pembagian berdasarkan	Nama produk	Bahan
Mikroorganisme	Biopol	Kopolimer PHB dan asam valerik
Sintesis kimia	PLA	PLA
	Plokelton	Polikaprolakton
	Bionol	Alifatik poliester
Hasil alam	Mater Bi	Pati (60%) dan PVA
	Novon	Pati(90-95%) dan polietilen
	Amipol	Pati (100%)

Sumber : <http://www.mindfully.orgPlasticBiodegradable-Plastic.htm>

2.2 Pati

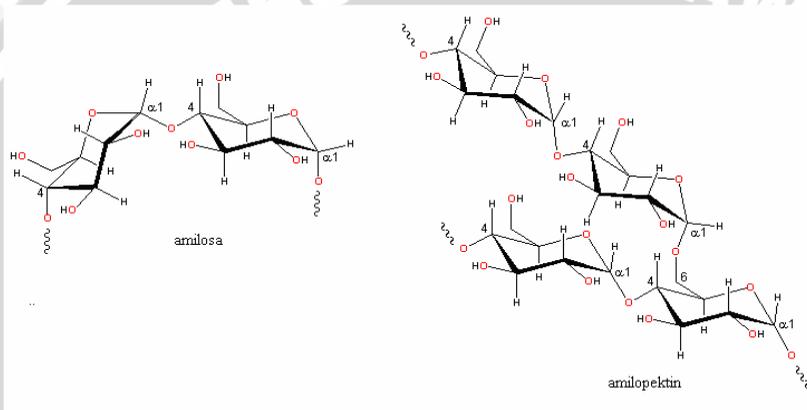
2.2.1 Gambaran umum pati

Pati merupakan polisakarida berbobot molekul tinggi yang disusun oleh molekul-molekul glukosa dan molekul lain. Pati dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan dan disimpan dalam biji (seperti padi dan jagung) atau akar (seperti ketela, garut dan ubi) sebagai tempat menyimpan karbohidrat (Respati, 1980).

Menurut Meyer (1982), granula pati terdiri dari lapisan tipis yang merupakan susunan melingkar dari molekul-molekul pati yang membentuk kristal-kristal kecil yang disebut "*mycelle*". Pati disusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu: amilosa, amilopektin, dan material intermediet seperti lemak dan protein.

Butiran pati mengandung amilosa berkisar 15-30% dan amilopektin berkisar 70-85%. Amilosa merupakan polisakarida linier yang larut dalam air panas dan jika ditambahkan iodin akan terjadi warna biru. Amilosa disusun dari molekul D-glukosa yang berikatan $\alpha(1 \rightarrow 4)$ dalam struktur rantai lurus seperti terlihat pada Gambar 2.1.

Molekul amilosa lengkap dapat terdiri dari beberapa sampai 3000 unit D-glukosa. Amilopektin terdiri dari molekul D-glukosa yang berikatan $\alpha(1\rightarrow4)$ dan mengandung ikatan silang $\alpha(1\rightarrow6)$. Ikatan silang ini menyebabkan struktur molekul amilopektin terlihat bercabang seperti pada Gambar 2.1 (Wilbraham and Matta, 1992). Amilopektin merupakan polisakarida yang tidak larut dalam air panas dan jika ditambahkan iodin akan terjadi warna merah ungu. Molekul amilopektin mempunyai cabang setiap kira-kira 25 satuan glukosa, terjadi ikatan silang $\alpha(1\rightarrow6)$.



Gambar 2.1 Struktur molekul amilosa dan amilopektin (Wilbraham and Michael, 1992)

Pati selain dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat juga digunakan dalam makanan sebagai bahan pengental. Penerapan utama pati di luar bidang pangan adalah sebagai zat perekat untuk memperbaiki kekuatan tenunan dan mutu permukaan kertas (Pine, 1988).

2.2.2 Gelatinasi pati

Gelatinasi adalah proses terbentuknya gel yang diawali dengan pengembangan granula pati. Pengembangan ini terjadi karena kemampuan granula menyerap air. Secara alami pati tidak larut dalam air dingin tetapi menyerap air kira-kira 25-30%. Selama mengembang, granula pati melepaskan molekul amilosa dan beberapa molekul amilopektin yang mempunyai derajat polimerisasi

rendah, kemudian larut, dan meninggalkan granula secara difusi (Meyer, 1982).

Menurut Winarno (1997), peningkatan volume granula pati yang terjadi pada suhu 55-65⁰C merupakan pembengkakan yang sesungguhnya dan setelah pembengkakan ini granula pati dapat kembali pada kondisi semula. Gelatinasi yang dilakukan dengan pemanasan terjadi dalam 3 tahap. Tahap pertama, sebelum dipanaskan, dalam air dingin terjadi imbibisi air 25-30%. Pembengkakan ukuran granula pati bersifat dapat kembali (*reversible*). Tahap kedua, terjadi pada suhu 65⁰C dan terjadi pembengkakan granula pati yang bersifat tidak dapat kembali (*irreversible*). Tahap ketiga, merupakan tahap gelatinasi, dimana granula-granula pati pecah dan melekat, pembengkakan granula yang terjadi adalah maksimum.

Bila suspensi pati dalam air dipanaskan, beberapa perubahan selama terjadinya gelatinasi dapat diamati. Mula-mula suspensi pati yang keruh seperti susu tiba-tiba mulai menjadi jernih pada suhu tertentu, tergantung jenis pati yang digunakan. Suhu gelatinasi tiap pati berbeda. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi gelatinasi pati, diantaranya adalah konsentrasi pati, pH larutan, suhu pemanasan, ukuran granula, dan kandungan amilosa dan amilopektin.

2.3 Garut

2.3.1 Tanaman garut

Maranta arundinacae L. atau *arrowroot* dalam bahasa Indonesia banyak yang menyebutnya tanaman garut, adalah salah satu tanaman umbi-umbian penghasil karbohidrat yang potensial. Pati garut memiliki kualitas yang tinggi dan ukurannya yang sangat halus.



Gambar 2.2 Tanaman garut

Sumber : <http://www.tabloidnova.com/articles.aspx?id=1528.html>

Tanaman ini berasal dari Amerika khususnya daerah tropik, kemudian menyebar ke negara-negara tropik lainnya, seperti Indonesia, India, Sri Lanka dan Filipina. Jenis tanaman ini tumbuh pada ketinggian 0-900 m dpl (di atas permukaan laut), dan tumbuh baik pada ketinggian 60-90 m dpl. Tanah yang lembab dan di tempat-tempat yang terlindung merupakan habitat yang terbaik. Umbinya banyak mengandung tepung pati yang sangat halus dan mudah dicerna untuk makanan bayi dan orang sakit (<http://www.indobiogen.or.id>).

Tanaman garut berakar serabut. Rhizomanya mula-mula tampak berupa batang yang merayap lalu menembus ke dalam tanah dan membengkak menjadi suatu organ berdaging. Rhizoma garut memang khas, yaitu melengkung seperti busur panah, berwarna putih, berdaging, dan terbungkus sisik-sisik yang saling menutupi. Panjangnya sekitar 20-40 cm dengan diameter 2-5 cm.

- Tanaman garut dapat dibedakan menjadi 2, yaitu ;
- ❖ Garut *banana*
Jenis ini memiliki rhizoma berukuran pendek, gemuk, dan tumbuhnya menjalar di permukaan tanah.
 - ❖ Garut *creole*
Jenis ini memiliki rhizoma berukuran panjang, kurus, dan tumbuhnya menembus ke dalam tanah
(<http://www.tabloidnova.comarticles.aspx?id=1528.html>)

2.3.2 Pati garut

Pati garut memiliki beberapa keunggulan yaitu sangat mudah dicerna sehingga cocok untuk makanan bayi, lanjut usia serta selama proses penyembuhan dari sakit berat. Viskositas pati yang tinggi dan butirannya yang halus maka pati garut cocok untuk dijadikan lem kayu lapis. Bahan pati garut biasa diekstrak dari garut yang berumur lebih dari 1 tahun. Sifat fisik dan kimia pati garut menurut Lingga (1992) adalah sebagai berikut :

- Pati garut berwarna putih dan granulanya berbentuk oval dengan diameter rata-rata 50 μm
- Suhu awal gelatinasi adalah 70⁰C
- Mudah mengembang bila terkena panas dengan daya mengembang 54%

Menurut Raymond dan Squerest (1986), kandungan yang banyak terdapat dalam pati garut adalah air dan karbohidrat. Kandungan-kandungan yang lain dapat dilihat pada Tabel 2.3.

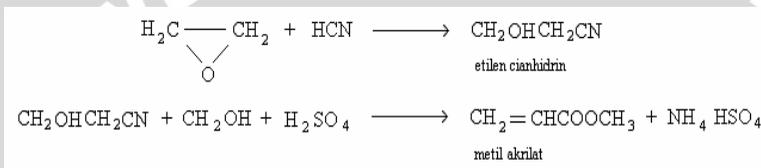
Tabel 2.3 Kandungan pati garut (tiap 100 gram)

Kandungan	Jumlah
Air	13,6 gram
Karbohidrat	85,2 gram
Protein	0,7 gram
Lemak	0,2 gram
Zat kapur	8 miligram
Fosfor	20 miligram
Zat besi	1,5 miligram
Tiamin	0,09 miligram

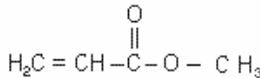
Sumber: Raymond dan Squerest (1986)

2.4 Metil Akrilat

Metil akrilat yang memiliki nama lain *2-propenoic acid methyl ester*, *methyl propenate*, atau *methyl-2-propenate* adalah suatu monomer yang tidak berwarna, mudah terbakar, dan mempunyai bau yang menyengat. Pada umumnya, metil akrilat dipergunakan untuk resin, lapisan kain, serta bahan plastik. Monomer ini mempunyai rumus molekul $C_4H_6O_2$ dengan berat molekul 86,1 dan struktur seperti pada Gambar 2.4. Metil akrilat dibuat dari etilen cianhidrin. Reaksi pembuatan metil akrilat ditunjukkan pada Gambar 2.3(Billmayer,1957).



Gambar 2.3 Proses pembentukan metil akrilat



Gambar 2.4 Struktur metil akrilat

Sumber : <http://www.osha.govdtsslcmethodsorganicorg092org092>

Sifat fisik dari metil akrilat dapat dilihat pada Tabel 2.4.

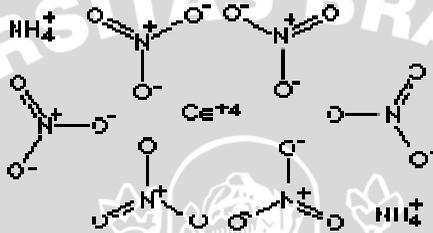
Tabel 2.4 Sifat fisik metil akrilat

Sifat Fisik	Nilai
Densitas (pada suhu 20 ⁰ C)	0,956 g/cm ³
Indeks refraksi (pada suhu 20 ⁰ C)	1,404
Titik cair	80 ⁰ C
Titik beku	-75 ⁰ C
Viskositas (pada suhu 20 ⁰ C)	0,49 MPa
Panas jenis cairan	2,0 kJ/kg ⁰ C
Panas polimerisasi	950 kJ/kg
Tekanan uap (pada suhu 20 ⁰ C)	90,5 mbar

Sumber: (<http://www.basf.comacrylicmonomerspdfsmethacry.pdf>)

2.5 Ceric Ammonium Nitrat (CAN)

Ammonium cerium (IV) nitrate, lebih umum disebut *ceric ammonium nitrate* merupakan zat pengoksidasi yang secara luas digunakan pada sintesis organik dalam analisis kuantitatif. Garam yang larut pada air dan berwarna merah oranye (Gambar 2.6) ini memiliki rumus kimia $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$ dengan berat molekul 548,26. Struktur molekul CAN dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Molekul *Ceric Ammonium Nitrate*

Sumber: <http://www.chemicalland21.com>



Gambar 2.6 *Ceric ammonium nitrat*

Dua komponen yang terdapat pada ceric ammonium nitrat adalah anion $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]^{2-}$ dan pasangan ion (NH_4) . Anion $[\text{Ce}(\text{NO}_3)_6]^{2-}$ dihasilkan dengan menambahkan Ce_2O_3 pada HNO_3 konsentrasi tinggi. Pada reaksi redoks, Ce(IV) diubah menjadi Ce(III), satu elektron diubah, ditandai dengan berubahnya warna larutan dari oranye menjadi kuning pucat. Ceric ammonium nitrat digunakan sebagai zat pengoksidasi.

(<http://www.wikipedia.thefreeencyclopedia.htm>)

2.6 Sifat Mekanik Plastik

2.6.1 Kuat tarik

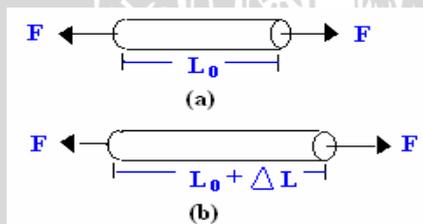
Kuat tarik (*tensile strength*) adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima beban tanpa mengalami patah. Nilai kuat tarik dinyatakan dengan tegangan maksimum sampai bahan menjadi putus, yang disebut *Ultimate Tensile Strength* (UTS) (Vlack, 2001).

Menurut Smith (1985), setiap bahan akan mengalami perubahan bentuk bila mendapat beban. Bila perubahan bentuk ini terjadi, maka gaya internal di dalam bahan tersebut akan menahannya. Gaya internal ini disebut tegangan. Gaya yang dilangsungkan lewat suatu penampang dibagi dengan luas penampang disebut tegangan tarik. Secara matematis dapat ditulis :

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

2.8.2 Persen pemanjangan

Menurut Smith (1985), Bila suatu bahan mengalami tegangan, maka bahan tersebut akan mengalami perubahan bentuk. Ukuran perubahan bentuk ini dikenal sebagai regangan atau pemanjangan. Pada tarikan, regangan dapat diartikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula. Oleh karena itu, regangan tidak memiliki satuan.



Gambar 2.7 (a) Batang prismatis yang mengalami tarikan
(b) Segmen batang sesudah dibebani

Gambar 2.7 menunjukkan sebuah batang panjang L tanpa beban. Bila diberikan beban sebesar W , maka batang akan bertambah panjang sebesar ΔL . Secara matematis, dapat ditulis :

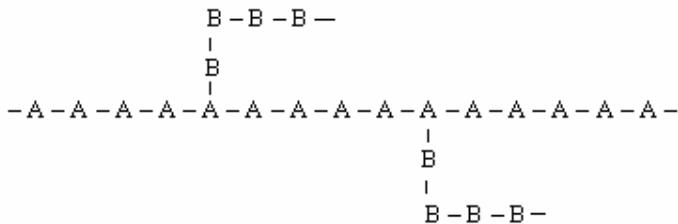
$$\text{Regangan tarik } \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.2)$$

Persen pemanjangan adalah :

$$\text{persen pemanjangan} = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

2.7 Kopolimer Cangkok (*grafting*)

Menurut Georgedian (2004), kopolimer cangkok adalah polimer bercabang dimana percabangannya mempunyai struktur kimia yang berbeda dari rantai utama. Bentuk sederhana dari kopolimer cangkok, yaitu terdiri dari homopolimer utama dengan cabang rantai homopolimer yang berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kopolimer cangkok

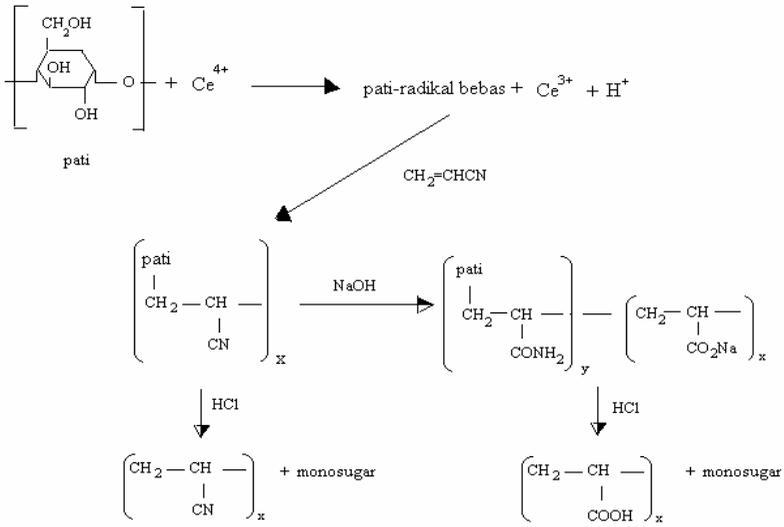
Tipe kopolimer yang berbeda akan menunjukkan karakteristik yang berbeda pula. Kopolimer cangkok dan kopolimer blok biasanya menunjukkan karakteristik bahan dari homopolimer yang digunakan.

Menurut Stevens dan Sopyan (2001), ada tiga metode untuk mempreparasi kopolimer-kopolimer cangkok, yaitu: 1) monomer dipolimerisasi pada suatu polimer dengan percabangan yang terjadi dari transfer rantai, 2) monomer dipolimerisasi dalam hadirnya polimer yang memiliki gugus-gugus fungsional reaktif atau letak-letak yang biasa diaktifkan, misalnya dengan radiasi, 3) dua polimer yang memiliki gugus-gugus fungsional reaktif direaksikan bersama.

Tiga komponen yang diperlukan untuk berlangsungnya pencangkakan lewat transfer rantai adalah polimer, monomer, dan inisiator. Fungsi inisiator adalah untuk mempolimerisasi monomer sehingga membentuk radikal, ion, atau kompleks koordinasi polimerik yang kemudian biasa menyerang polimer asal. Pencangkakan biasanya terjadi pada letak-letak yang biasa menerima reaksi-reaksi transfer, seperti pada karbon-karbon yang bersebelahan dengan ikatan rangkap dua dalam polidiena atau di atas karbon-karbon yang bersebelahan dengan gugus karbonil.

Menurut Geresh et all (2002), *grafting* (pencangkakan) monomer akrilik pada pati atau biopolimer lain dilakukan dengan mempersiapkan bahan yang mempunyai kemampuan tinggi dalam menyerap air. Pencampuran poliakrilat pada biopolimer, khususnya, *grafting* monomer akrilik pada pati akan menghasilkan bahan dengan sifat tidak beracun dan bioadhesif yang tinggi sehingga cocok dimanfaatkan sebagai sistem pengantar obat (*drug-delivery system*). *Grafting* ini membutuhkan inisiator, yaitu *ceric ammonium nitrat* (CAN). Skema *grafting* dapat dilihat pada Gambar 2.9. *ceric ammonium nitrat* berfungsi untuk membuka rantai dari pati sehingga menghasilkan pati dengan rantai yang reaktif. Akrilonitril yang ditambahkan pada pati akan menghasilkan campuran akrilonitril sebagai rantai utama dan pati sebagai percabangannya. Campuran pati dan akrilonitril selanjutnya diberi dua perlakuan. Pertama, penambahan NaOH terlebih dahulu sebelum pemberian HCl. Kedua, penambahan HCl secara langsung tanpa ditambahkan NaOH. Dua perlakuan tersebut akan diperoleh hasil yang tidak sama seperti terlihat pada Gambar 2.9.





Gambar 2.9 Reaksi *grafting* monomer akrilat pada pati dengan menggunakan CAN

(Geresh et al , 2002)

2.8 FTIR (Fourier Transform Infra Red)

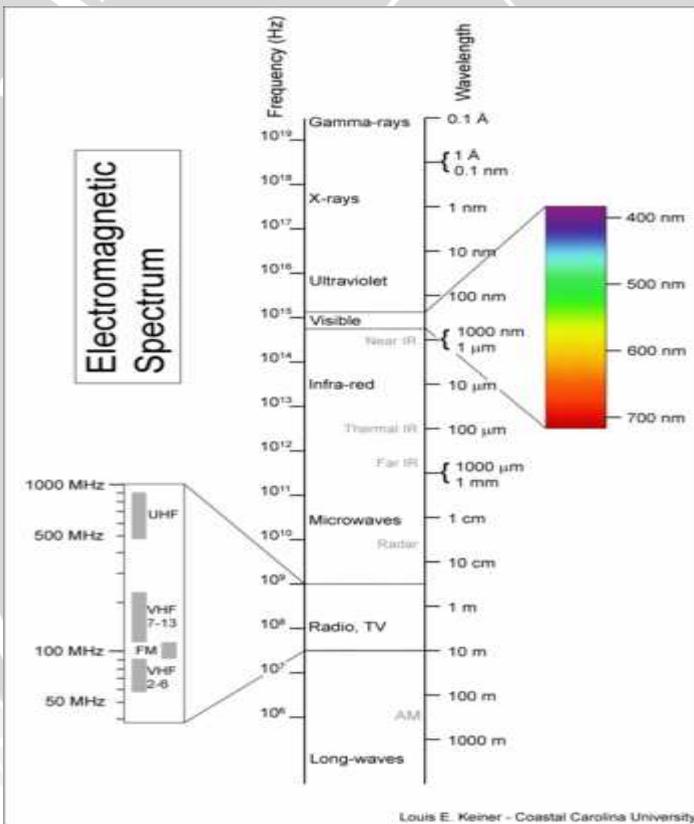
2.8.1 Proses serapan inframerah

Seperti halnya dengan tipe penyerapan energi yang lain maka molekul akan tereksitasi ke tingkatan energi yang lebih tinggi bila mereka menyerap radiasi inframerah. Penyerapan radiasi inframerah merupakan proses kuantisasi. Hanya frekuensi (energi) tertentu dari radiasi inframerah sesuai dengan perubahan energi yang memiliki orde dari 2 hingga 10 Kkal/mol.

Dalam proses penyerapan maka energi yang diserap akan menaikkan amplitudo gerakan vibrasi ikatan dalam molekul. Namun demikian, perlu dicatat bahwa tidak semua ikatan dalam molekul dapat menyerap energi inframerah meskipun frekuensi radiasi tetap sesuai dengan gerakan ikatan. Hanya ikatan yang mempunyai momen dipol dapat menyerap radiasi inframerah.

2.8.2 Spektrum Inframerah

Alat yang dapat menentukan spektrum serapan suatu senyawa disebut spektrofotometer inframerah. Daerah spektrum inframerah terletak pada panjang gelombang yang lebih panjang bila dibandingkan dengan daerah sinar tampak, yang terletak pada panjang gelombang sekitar 400 nm hingga 800 nm. Daerah inframerah terletak pada panjang gelombang yang lebih pendek daripada gelombang mikro, yang mempunyai panjang gelombang lebih besar dari 1 nm. Daerah inframerah ini terletak pada panjang gelombang antara 2,5 μm dan 15 μm (650 cm^{-1} sampai 4000 cm^{-1}). Daerah 0,8 μm hingga 2,5 μm disebut inframerah dekat dan daerah 15 μm hingga 200 μm disebut inframerah jauh.



Gambar 2.10 Daerah spektrum elektromagnetik

Sumber: (http://en.wikipedia.org/wiki/elektromagnetic_spectrum)

Karena setiap tipe ikatan yang berbeda mempunyai sifat frekuensi vibrasi yang berbeda, dan karena tipe ikatan yang sama dalam dua senyawa berbeda terletak dalam lingkungan yang sedikit berbeda, maka tidak ada dua molekul yang berbeda strukturnya akan mempunyai bentuk serapan inframerah atau spektrum inframerah yang tepat sama. Seseorang dapat menyatakan apakah kedua senyawa tersebut identik atau tidak dengan membandingkan spektrum inframerah dari dua senyawa yang diperkirakan identik.

Informasi struktur spektrum inframerah dapat diketahui dari frekuensi atau panjang gelombang dimana berbagai gugus fungsional menyerap. Sebagai pelengkap informasi tersebut, dipakai tabel, yang disebut tabel korelasi inframerah yang memuat informasi dimana berbagai gugus fungsional menyerap. Tabel korelasi yang sederhana diberikan pada Tabel 2.5.



Tabel 2.5 Tabel Korelasi Spektrum Inframerah

Tipe vibrasi	Frekuensi (cm)	Panjang gelombang (μ)	intensitas
C-H alkan (rentangan)	3000-2850	3,33-3,51	s
-CH ₃ (bengkakan)	1450 dan 1375	6,90 dan 7,27	m
-CH ₂ - (bengkakan)	1465	683	m
Alken (rentangan) (serapan keluar bidang)	3100-3000	3,23-3,33	m
	1000-650	10,0-15,3	s
Aromatik (rentangan) (serapan keluar bidang)	3159-3050	3,17-3,28	s
	900-690	11,1-14,5	s
Alkuna	330	3,03	s
Aldehid	2900-2800	3,45-3,57	w
	2800-2700	3,57-3,70	w
C=C alken	1680-1600	5,95-6,25	m-w
Aromatik	1600-1475	6,25 dan 6,78	m-w
C \equiv C alkuna	2250-2100	4,44-4,75	m-w
C=O aldehid	1740-1720	5,75-5,81	s
Keton	1725-1705	5,80-5,87	s
Asam karboksilat	1725-1700	5,80-5,88	s
ester	1750-1730	5,71-5,78	s
Amid	1670-1640	6,00-6,10	s
Anhidrid	1810 dan 1760	5,52 dan 5,68	s
Asam klorid	1800	5,56	s
C-O Alkohol, Ester, Eter, Asam karboksilat, Anhidrid	1300-1000	7,69-10,0	s
O-H alkohol, fenol	3650-3600	2,74-2,78	m
Ikatan -H	3500-3200	2,86-3,13	m
Asam karboksilat	3400-2400	2,94-4,17	m
N-H Amin dan Amida	1640-1550	6,10-6,45	m-s
C-N Amin	1350-1000	7,4-10,0	m-s
C=N Imin	1690-1640	5,92-6,10	w-s
C \equiv N Nitril	2260-2240	4,42-4,46	m
X=C=Y Allen, Keten, Isosianat	2270-1950	4,40-5,13	m-s

Tipe vibrasi	Frekuensi (cm)	Panjang gelombang (μ)	intensitas
N=O Nitro	1550 dan 1350	6,45 dan 7,40	s
S-H Merkaptan	2550	3,92	w
S=O Sulfoksid	1050	9,52	s
Sulfon, Sulfonil Klorid,	1375-1300	7,27-7,69	s
Sulfat Sulfonamid	1200-1140	8,33-8,77	s
C-X Florid	1400-1000	7,14-10,0	s
Klorid	800-600	12,5-16,7	s
Bromid, Iodid	667	15	s

(Sastrohamidjojo, 1994).

Gugus fungsional dapat diketahui dengan melihat vibrasi rentangan karakteristik mereka dalam "daerah frekuensi gugus". Sebagai contoh, $\nu(\text{CH}) = 2980 \text{ cm}^{-1}$ dapat berasal dari $-\text{CH}_3$ atau $-\text{CH}_2-$, tetapi dengan munculnya $\nu(\text{CH})$ pada 1370 cm^{-1} memberikan kejelasan bahwa terdapat gugus metil.

Hal khusus lain yaitu adanya gugus fungsional, $\nu(\text{C}=\text{O})$ pada 1720 cm^{-1} . Adanya gugus karbonil kemungkinan berasal dari senyawa-senyawa: keton, aldehid, ester, anhidrid dan asam karboksilat. Untuk membedakannya dilakukan langkah-langkah berikut. Sebagai contoh, jika senyawa adalah aldehid, maka harus terdapat dua serapan karakteristik $\nu(\text{C}-\text{H})$ pada 2700 cm^{-1} dan 2800 cm^{-1} . Ester, disamping serapan $\text{C}=\text{O}$ terdapat tambahan puncak karakteristik ester pada 1200 cm^{-1} , $\nu(\text{C}-\text{O})$. Dalam hal asam karboksilat adanya serapan yang lebar, $\nu(\text{O}-\text{H})$ pada 3000 cm^{-1} merupakan ciri yang dominan pada spektrum (Sastrohamidjojo, 1994).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Biofisika dan laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika serta laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini di mulai pada bulan September 2006- Februari 2007.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah blender, kompor listrik, panci, gelas beker, termostat, pipet, gelas ukur, kain saring dengan mesh 21 dan 61, oven, *mixer*, timbangan pegas, grenda, fraise, timbangan digital, loyang, kertas pH dan desikator.

3.2.2. Bahan Yang Dipergunakan

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah pati garut, metil akrilat, akuades, *ceric ammonium nitrate*, gas nitrogen, asam nitrat, NaOH, H₂SO₄, dan CaCl₂.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan sampel

3.3.1.1 Sampel uji sifat mekanik

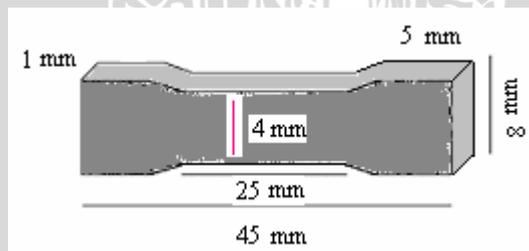
Sampel dibuat dengan tahapan sebagai berikut: pati ditambah akuades dipanaskan pada suhu 90⁰C sampai terbentuk pati gelatin. Pati gelatin yang dihasilkan dicampur dengan metil akrilat sampai merata. Proses ini dilakukan pada suhu 40-45⁰C. Hasil campuran tersebut ditambahkan inisiator untuk membentuk radikal bebas. Inisiator dibuat dengan melarutkan *ceric ammonium nitrate* pada asam sulfat. Pemberian *ceric ammonium nitrate* dilakukan sedikit demi sedikit untuk menghindari terjadinya penggumpalan. Adapun komposisi bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik berbahan baku campuran pati garut dan metil akrilat ini ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Komposisi bahan yang dipergunakan dalam pembuatan sampel plastik

Pati : metil akrilat	jumlah				
	Pati (gram)	Metil akrilat (gram)	CAN (gram)	Akuades (gram)	H ₂ SO ₄ (mL)
30 : 70	30	70	1,352	600	12
35 : 65	35	65	1,352	700	12
40 : 60	40	60	1,352	800	12
45 : 55	45	55	1,352	900	12
50 : 50	50	50	1,352	1000	12

Campuran yang dihasilkan masih dalam keadaan asam, maka perlu ditambahkan NaOH untuk memperoleh sampel dalam keadaan netral pH 7 (Fanta and Otey, 1989). Proses pembuatan sampel diaduk menggunakan mixer dengan kecepatan 700-800 rpm dengan dialirkan nitrogen. Tujuan digunakannya gas nitrogen adalah untuk mengusir kandungan oksigen yang terdapat pada sampel.

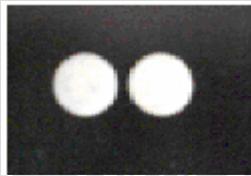
Tahap akhir dari pembuatan ini adalah pembentukan sampel dengan ukuran seperti Gambar 3.1. Plastik yang masih berupa gel dituangkan ke dalam loyang dengan bentuk persegi panjang dan dikeringkan terlebih dahulu kemudian dilakukan pembentukan sampel dengan menggunakan grenda dan fraise. Saat melakukan pembentukan sampel diperlukan ketelitian, mengingat ukuran sampel yang terlalu kecil.



Gambar 3.1 Sampel uji tarik

3.3.1.2 Sampel uji FTIR

Sampel untuk pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dibuat dengan menghaluskan sampel plastik yang sudah kering, dan selanjutnya dibentuk cakram tipis atau pelet. Pelet dibuat dengan mencampur bubuk plastik dengan KBr secara merata. Penggunaan KBr dan bubuk plastik pada semua komposisi pati dan metil akrilat yang telah divariasikan dibuat sama, yaitu dengan perbandingan Plastik:KBr adalah 1:100. Hasil campuran dimasukkan ke dalam tempat khusus kemudian divakumkan untuk melepaskan air. Campuran ditekan beberapa saat pada tekanan 10 ton per satuan luas. Sampel uji FTIR ditunjukkan oleh Gambar 3.2.

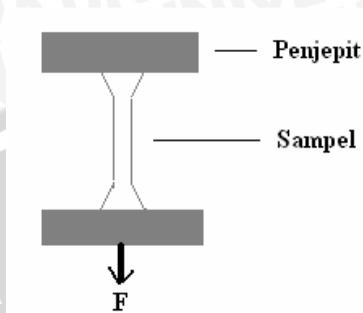


Gambar 3.2 Sampel uji FTIR

Uji FTIR tidak hanya diberikan pada sampel plastik dengan komposisi penggunaan pati:metil akrilat yang berbeda-beda saja, tetapi juga diberikan pada pati garut dan metil akrilat murni (secara terpisah). Perlakuan ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan spektrum yang dihasilkan. Berdasarkan ketiga spektrum yang dihasilkan nantinya dapat diketahui hasil pencampuran yang terjadi antara pati garut dan metil akrilat.

3.3.2 Pengambilan data

Penelitian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari sampel plastik yang telah dibuat. Sifat mekanik tersebut meliputi: nilai kuat tarik dan persen pemanjangan. Prinsip dasar dari pengujian ini adalah dengan memberikan tegangan pada salah satu ujung sampel, dimana kedua ujung sampel dijepit pada alat uji tarik seperti Gambar 3.3 sampai sampel patah. Pemberian tegangan dilakukan dengan memberikan tegangan setiap kelipatan 5N pada sampel dan dicatat perubahan panjang yang terjadi. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk komposisi penggunaan pati yang berbeda.



Gambar 3.3 Ilustrasi uji tarik

Selain nilai kuat tarik dan persen pemanjangan, terdapat data berupa spektrum inframerah. Spektrum ini menunjukkan gugus fungsional yang terbentuk dari pencampuran metil akrilat dan pati sehingga dapat diketahui hasil pencampuran pati garut dan metil akrilat yang dilakukan. Spektrum dihasilkan dengan pengujian menggunakan peralatan spektrofotometer FTIR.

3.4 Analisis Data

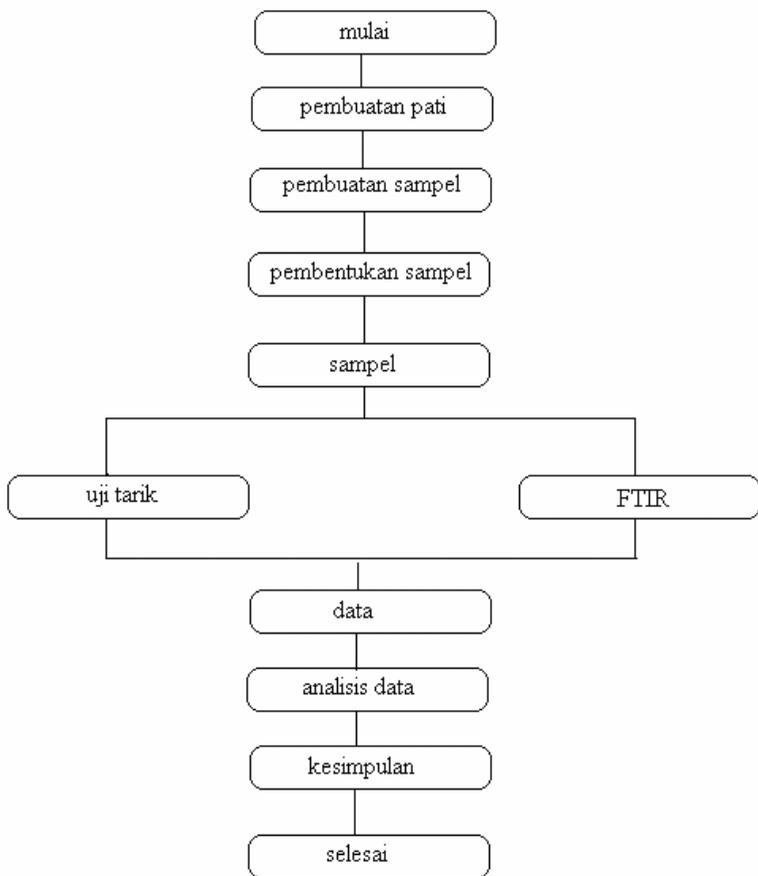
Data yang diperoleh dari pengujian sifat mekanik adalah gaya tarik, luas penampang dan pertambahan panjang. Analisis data dilakukan dengan menghitung dan membandingkan besarnya kuat tarik dan persen pemanjangan untuk sampel dengan komposisi pati yang berbeda.

Analisis data juga dilakukan pada spektrum inframerah yang dihasilkan dari alat spektrofotometer. Analisis dilakukan dengan membaca setiap puncak transmitan sesuai dengan bilangan gelombang yang ada. Selanjutnya dapat diketahui gugus fungsi yang terbentuk pada pencampuran pati garut dengan metil akrilat.

Dalam FTIR, selain diperoleh data berupa spektrum dihasilkan pula nilai % transmitan dan area dari setiap puncak. Dari nilai % transmitan dan area ini dapat dianalisis pengaruh gugus fungsi terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan. Oleh karena pada analisis FTIR nilai yang diketahui adalah %transmittansi sedangkan hubungan kuantitas yang linier dengan konsentrasi adalah nilai absorbansi, maka nilai transmittansi diubah menjadi nilai absorbansi. Nilai absorbansi dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$A = \log 1/T = -\log T \quad (3.1)$$

3.5 Diagram Alir Penelitian

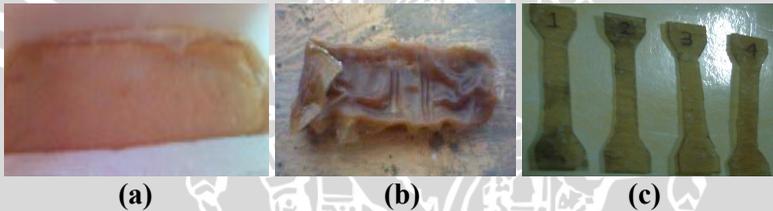


Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Bentuk Fisik Sampel Plastik

Dari penelitian yang dilakukan, sampel plastik dengan bahan baku campuran pati garut dan metil akrilat mempunyai bentuk seperti bubur umbi dan berwarna kuning kecoklatan, seperti terlihat pada Gambar 4.1(a). Sampel plastik yang dihasilkan tidak mempunyai perbedaan yang berarti untuk komposisi pati dan metil akrilat yang berbeda. Perbedaan hanya dapat dilihat pada jumlah atau banyak sedikitnya bubur yang dihasilkan. Apabila pati yang digunakan semakin banyak maka jumlah bubur juga semakin banyak, begitu juga sebaliknya.



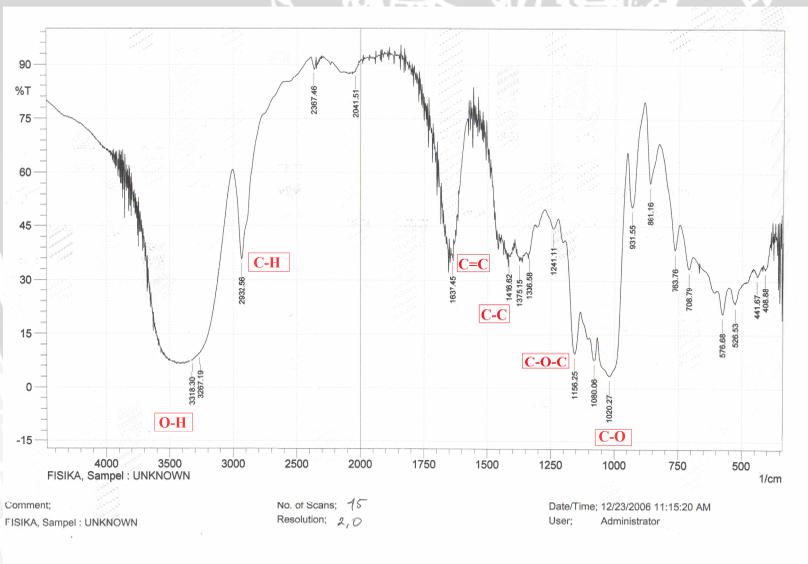
Gambar 4.1 Sampel plastik (a) sampel plastik sebelum pengeringan (b) sampel plastik setelah pengeringan (c) sampel untuk uji tarik

Agar diperoleh sampel plastik dengan ukuran dan bentuk yang sesuai untuk uji tarik (Gambar 4.1(c)), maka sampel dibentuk melalui beberapa proses yaitu: pengeringan, perataan permukaan, dan pembentukan. Proses pengeringan bertujuan untuk mengeluarkan kandungan air yang terdapat di dalam sampel. Sampel yang kering akan mengkerut dan bentuknya menjadi tidak beraturan (Gambar 4.1(b)). Pengerutan ini terjadi sebagai akibat pati yang digunakan digelatinakan terlebih dahulu dengan menggunakan air. Pengerutan yang terjadi menyebabkan plastik tidak dapat dibentuk dengan metode pencetakan plastik pada umumnya, seperti metode *casting* dan injeksi.

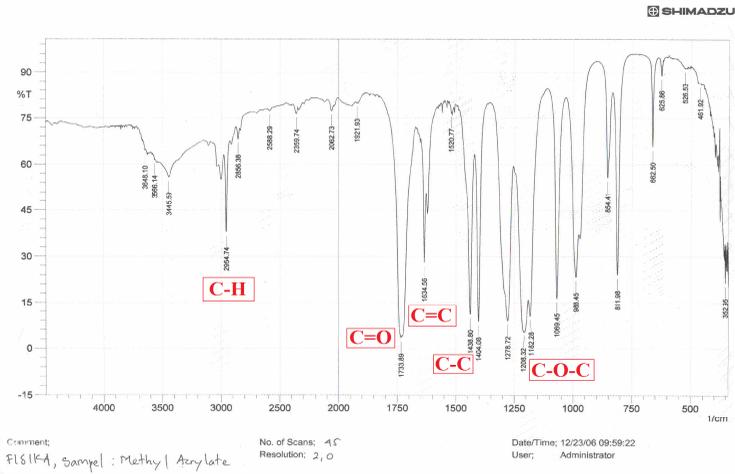
4.2 Hasil FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) Sampel Plastik

Penentuan gugus fungsi pada suatu polimer dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi inframerah. Hasil spektroskopi inframerah yang berupa gugus fungsi ditentukan dalam serapan inframerah dan dilukiskan pada kertas grafik yang telah dikalibrasi. Dalam spektrum inframerah, letak pita disajikan sebagai bilangan gelombang pada sumbu x dan persen (%) transmitan pada sumbu y.

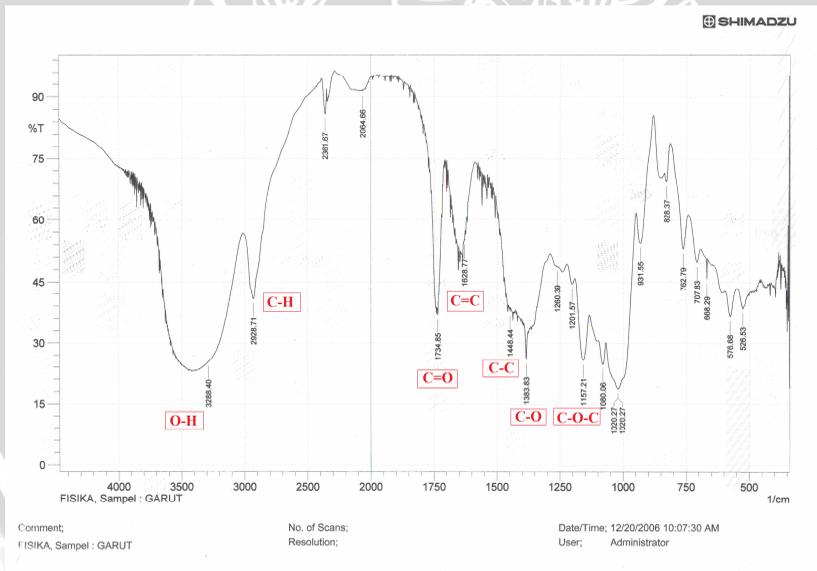
Dari hasil spektroskopi inframerah, dapat diketahui gugus-gugus fungsi yang membentuk bahan tersebut. Gugus fungsi diketahui berdasarkan nilai bilangan gelombang dan bentuk serapan yang merupakan karakteristik bahan pembentuknya. Nilai bilangan gelombang ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Menurut Hartomo (1984), penentuan pita khusus atau gugus fungsi dalam suatu spektrum seharusnya dikukuhkan dengan pemeriksaan bagian pita serapan yang lain. Sebagai contoh, penentuan sebuah pita karbonil pada sebuah ester harus dikukuhkan dengan serapan kuat di daerah serapan C-O ($1300-1100\text{ cm}^{-1}$). Hasil spektroskopi inframerah pati garut, metil akrilat, dan sampel plastik dapat dilihat pada Gambar 4.2, 4.3, 4.4 secara berturut-turut.



Gambar 4.2 Hasil FTIR pati garut



Gambar 4.3 Hasil FTIR metil akrilat



Gambar 4.4 Hasil FTIR plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat

Tabel 4.1 Kesamaan gugus fungsi pada pati garut, metil akrilat dan sampel plastik

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			Gugus Fungsi
Pati Garut	Metil Akrilat	Plastik Biodegradabel	
3318,30	-	3443,66	O-H
2932,56	2954,74	2928,71	C-H
1416,62	1438,80	1448,44	C-C
1375,15	-	1382,82	C-O
-	1733,89	1734,85	C=O
1156,25	1182,28	1157,21	C-O-C
1637,45	1634,56	1628,77	C=C

Berdasarkan Tabel 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa gugus fungsi yang terbentuk pada sampel plastik merupakan gabungan dari gugus fungsi pati garut dan metil akrilat. Gabungan gugus pada spektrum ini dapat dibuktikan dengan adanya kemiripan struktur puncak serapan dan bilangan gelombang antara plastik dan bahan pembentuknya (pati garut dan metil akrilat). Persamaan gugus fungsi dan bilangan gelombang ini menunjukkan bahwa pencampuran antara pati garut dan metil akrilat tidak mengubah struktur molekul kimia dari monomer metil akrilat dan pati garut. Dapat dikatakan bahwa pencampuran yang terjadi merupakan pencampuran secara fisis atau *blending*. Ketidakberhasilan metode *grafting* yang dilakukan pada awal tujuan kemungkinan disebabkan karena penggunaan suhu propagasi yang kurang yang tinggi. Menurut Stevens dan Sopyan(2001), reaksi propagasi metil akrilat terjadi pada suhu 60°C. Dalam penelitian ini reaksi dilakukan pada suhu 40-45°C sehingga pembukaan rantai ikatan tidak terjadi.

4.3 Pengaruh Gugus Fungsi Terhadap Sifat Mekanik

Struktur mikro suatu polimer sangat menentukan sifat bahan atau produk polimer, baik sifat fisik maupun sifat kimia. Mikrostruktur suatu bahan meliputi ikatan, percabangan gugus, komposisi kopolimer, dan lain-lain. Dalam penelitian ini, mikrostruktur yang akan dibahas hanya terbatas pada gugus fungsi yang terbentuk.

4.3.1 Pengaruh gugus fungsi terhadap kuat tarik

Gugus fungsi merupakan bagian suatu molekul yang berfungsi secara kimia. Penentuan gugus fungsi secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan metode spektroskopi inframerah. Spektroskopi inframerah bermanfaat untuk menentukan mikrostruktur maupun gugus fungsi dalam polimer.

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada spektrum FTIR sampel plastik terdapat perbedaan baik %transmittan maupun area setiap puncak dari gugus fungsi yang terbentuk. Menurut Sastromidjojo (1992), metode spektrofotometri mencatat intensitas sinar yang ditransmisikan terhadap intensitas sinar awal yang melalui bahan, hingga diperoleh hubungan antara intensitas yang mencapai detektor dengan konsentrasi komponen dalam bahan. Besarnya intensitas tersebut dinyatakan sebagai transmitansi. Karena hubungan kuantitas yang linier dengan konsentrasi adalah nilai absorbansi, maka nilai transmitansi diubah menjadi nilai absorbansi. Perbedaan nilai absorbansi pada sampel plastik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

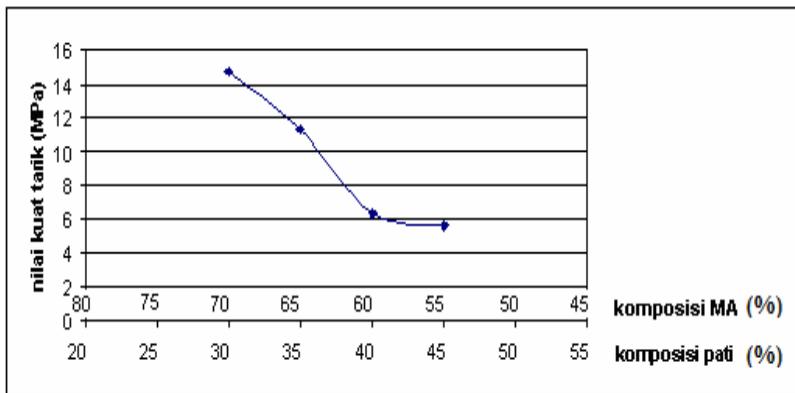
Dengan diketahuinya gugus fungsi yang terdapat dalam bahan, maka dapat diramalkan sifat fisis dan kimia senyawa baru. Salah satunya adalah nilai kekuatan tarik. Kekuatan tarik suatu bahan diukur dengan uji tarik. Pengujian ini merupakan peregangan sebuah bahan uji yang secara kontinyu bertambah panjang sampai akhirnya putus. Beban yang bekerja pada bahan uji serta perubahan panjang yang terjadi dicatat sebagai data. Data kekuatan tarik pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Nilai Absorbansi dari gugus fungsi pada sampel plastik

P:MA	Absorbansi (%)						
	C-H	C-C	C=O	C=C	C-O-C	O-H	C-O
30:70	0,347	0,457	0,461	0,351	0,574	0,546	0,678
35:65	0,375	0,358	0,441	0,333	0,538	0,578	0,543
40:60	0,205	0,345	0,409	0,305	0,297	0,402	0,316
45:55	0,301	0,210	0,384	0,267	0,486	0,434	0,427
50:50	0,357	0,383	0,353	0,275	0,548	0,530	0,475

Tabel 4.3 Nilai kuat tarik plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat

Pati : Metil Akrilat	Kuat Tarik σ (MPa)			$\sigma \pm \delta$ (MPa)
	I	II	III	
30 : 70	15,2	13,4	15,7	$14,8 \pm 2,8$
35 : 65	11,4	12,2	10,2	$11,3 \pm 2,2$
40 : 60	6,2	6,9	5,7	$6,3 \pm 1,7$
45 : 55	5,9	5,2	5,6	$5,6 \pm 1,0$
50 : 50	-	-	-	-



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kuat tarik dengan komposisi bahan yang dipergunakan

Berdasarkan data Tabel 4.3 dan Grafik 4.5 dapat dilihat bahwa semakin banyak pati garut dan semakin sedikit metil akrilat yang digunakan maka semakin rendah nilai kuat tarik yang dihasilkan. Nilai kuat tarik paling besar diperoleh pada perbandingan komposisi pati garut:metil akrilat 30:70 yang mencapai $14,8 \pm 2,8$ MPa dan nilai terendah dapat dilihat pada perbandingan komposisi 45:55 yang mencapai $5,6 \pm 1,0$ MPa. Pada komposisi 50:50 nilai kekuatan tarik tidak dapat diketahui. Penyebabnya adalah sampel dengan komposisi 50:50 sangat rapuh. Proses penjepitan sampel pada alat uji tarik mengakibatkan sampel patah sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan uji tarik.

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa menurunnya nilai kuat tarik berbanding lurus dengan nilai absorbansi pada gugus fungsi metil akrilat. Semakin banyak pati garut dan semakin sedikit metil akrilat yang digunakan maka nilai absorbansi dari gugus fungsi metil akrilat akan semakin menurun. Penurunan nilai absorbansi pada gugus fungsi metil akrilat dapat dilihat pada gugus fungsi C-C, C=O, dan C=C. Dalam analisis FTIR, nilai absorbansi menunjukkan banyaknya gugus fungsi yang terbentuk. Semakin tinggi nilai absorbansi maka rantai yang terbentuk juga semakin panjang sehingga semakin banyak rantai ikatan metil akrilat yang terbentuk maka semakin besar pula nilai kuat tarik. Dari ketiga gugus fungsi metil akrilat tersebut, gugus fungsi C-C mempunyai pengaruh besar terhadap nilai kuat tarik yang dihasilkan. Gugus C-C merupakan rantai utama dalam polimer maka polimer dengan rantai karbon yang panjang mempunyai struktur yang lebih padat dibandingkan dengan rantai karbon yang pendek (Wilbraham dan Matta,1992), sehingga sampel dengan jumlah rantai karbon-karbon yang banyak mempunyai kekuatan tarik yang semakin besar juga.

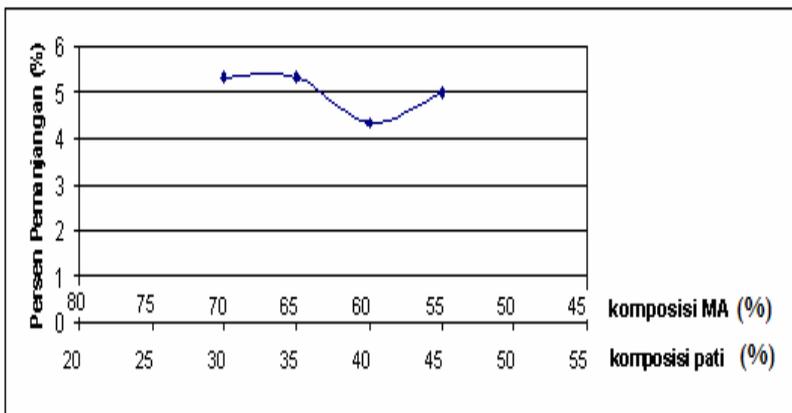
Dapat disimpulkan bahwa kekuatan tarik dipengaruhi oleh gugus fungsi metil akrilat terutama gugus fungsi C-C sedangkan gugus fungsi pati garut berperan kecil pada nilai kuat tarik yang dihasilkan. Polimetil akrilat mempunyai kekuatan tarik yang cukup besar tetapi bersifat kurang elastis sehingga semakin banyak komposisi metil akrilat yang digunakan maka semakin besar nilai kuat tarik yang dihasilkan.

4.3.2 Pengaruh gugus fungsi terhadap persen pemanjangan

Regangan adalah pertambahan panjang yang diukur setelah sampel putus. Regangan pada suatu bahan diakibatkan oleh adanya tegangan. Regangan merupakan ukuran kekenyalan suatu bahan. Persen pemanjangan merupakan regangan maksimum yang dicapai oleh sampel yang dimulai dari deformasi elastis sampai deformasi plastis. Pertambahan panjang pada bahan mengakibatkan penciutan penampang pada daerah deformasi elastis sampai deformasi plastis.

Tabel 4.4 Nilai persen pemanjangan plastik berbahan baku pati garut dan metil akrilat

Pati : Metil Akrilat	Persen pemanjangan ϵ (%)			$\epsilon \pm \delta$ (%)
	I	II	III	
30 : 70	6,00	4,00	6,00	$5,33 \pm 0,08$
35 : 65	4,00	4,00	8,00	$5,33 \pm 0,13$
40 : 60	4,00	6,00	3,00	$4,33 \pm 1,55$
45 : 55	8,00	4,00	3,00	$5,00 \pm 0,11$
50 : 50	-	-	-	-



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara persen pemanjangan dengan komposisi bahan yang dipergunakan

Berdasarkan data pada Tabel 4.4 dan Grafik 4.6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi komposisi pati garut dan semakin rendah metil akrilat yang digunakan, maka nilai persen pemanjangan semakin menurun. Nilai persen pemanjangan terbesar diperoleh pada komposisi 30:70 mencapai $(5,33 \pm 0,08)\%$. Terdapat penurunan yang cukup drastis yaitu pada komposisi 40:60 yang mencapai $(4,33 \pm 1,55)\%$. Berdasarkan analisis FTIR yang dilakukan pada sampel, diketahui bahwa nilai absorbansi dari gugus pati garut pada komposisi 40:60 jauh lebih kecil dibandingkan sampel lain. Semakin kecilnya nilai absorbansi ini menunjukkan bahwa rantai pati garut juga semakin pendek. Sebagaimana telah diketahui, gugus C-O-C, O-H dan C-O merupakan gugus yang menunjukkan karakterisasi pati

garut. Dari gugus-gugus fungsi pati garut tersebut, gugus fungsi C-O-C mempunyai pengaruh besar terhadap nilai persen pemanjangan. Dari struktur rantai pati garut, dapat dilihat bahwa gugus C-O-C merupakan gugus yang menyebabkan pati mempunyai struktur yang bercabang. Oleh karena pati mempunyai struktur rantai yang bercabang maka sampel dengan rantai pati garut yang sedikit akan mempunyai kemampuan meregang yang semakin kecil.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis spektroskopi FTIR yang dilakukan pada penelitian pengaruh gugus fungsi terhadap sifat mekanik plastik dari *grafting* metil akrilat dan pati garut, dapat disimpulkan bahwa pencampuran metil akrilat dan pati garut yang dilakukan pada suhu 40°C - 45°C tidak terjadi pencangkakan (*grafting*) melainkan terjadi secara *blending*. Ketidakterhasilan metode *grafting* ini kemungkinan disebabkan karena penggunaan suhu propagasi yang kurang tinggi yaitu 60°C .

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat mekanik plastik dipengaruhi oleh komposisi penggunaan pati garut dan metil akrilat. Semakin tinggi komposisi pati garut dan semakin rendah metil akrilat yang digunakan maka kuat tarik dan persen pemanjangan yang dihasilkan akan semakin turun. Nilai kuat tarik paling besar terdapat pada sampel dengan komposisi pati garut:metil akrilat 30:70 yang mencapai $14,8 \pm 2,8$ MPa dan nilai kuat tarik terendah terdapat pada komposisi 45:55 yaitu $5,6 \pm 1,0$ MPa. Nilai kuat tarik ini berbanding lurus dengan nilai absorbansi gugus metil akrilat yang menunjukkan banyaknya gugus fungsi yang terbentuk. Besarnya nilai kuat tarik dipengaruhi oleh gugus fungsi C-C yang merupakan rantai utama dalam polimer. Nilai persen pemanjangan paling tinggi diperoleh pada komposisi 30:70 sebesar $5,33 \pm 0,08\%$, dan nilai terkecil $4,33 \pm 1,55\%$ diperoleh pada komposisi 40:60. Dalam analisis FTIR, nilai persen pemanjangan berbanding lurus dengan nilai absorbansi gugus pati garut yang menyatakan banyaknya gugus fungsi pati garut yang terbentuk. Besarnya nilai persen pemanjangan dipengaruhi oleh gugus fungsi C-O-C yang merupakan gugus percabangan pada pati garut. Semakin banyak gugus percabangan pada pati garut maka semakin besar nilai persen pemanjangan.

5.2 SARAN

- Oleh karena kesalahan peneliti dalam penggunaan suhu propagasi, maka pada proses pembuatan sampel plastik yang terurai secara alami (plastik biodegradabel) dengan metode *grafting* sebaiknya memperhatikan suhu propagasi bahan yang digunakan. Untuk penelitian selanjutnya dengan menggunakan bahan yang sama hendaknya suhu propagasi yang digunakan dinaikkan.
- Oleh karena keterbatasan sampel yang dihasilkan dalam penelitian ini dan adanya ketidakberhasilan pada proses uji tarik yang menyebabkan tidak diperolehnya data nilai kuat tarik dan persen pemanjangan pada salah satu komposisi, maka untuk mengetahui kecenderungan nilai kuat tarik dan persen pemanjangan hendaknya komposisi sampel yang dipergunakan diperbanyak.



DAFTAR PUSTAKA

- Billmeyer, F.W., 1957, Textbook of polymer chemistry, Interscience publishers, New york.
- Fanta, G.F dan F. Otey, 1989, Moisture-shrinkable films from starch graft copolymers, USA.
- Farida, L.E., 2005, Uji Viskositas dan Sifat Mekanik Terhadap Polipaduan Polikloroprena-Resin Phenolik, UPT Perpustakaan ITS, Surabaya.
- Geresh, S., Ygal Gilboa, Julia Peisahov, Garik Gdalevsky, Jody Voorspoels, J.P. Remon and Joseph Kost, 2002, Preparation and Characterization of Bioadhesive Grafted Starch Copolymer as Platform For Controlled Drug Delivery, Wiley Periodicas inc, Israel.
- Georgedian, 2004, Principles of Polymerization: fourth Ed, John Willey and Sons, New Jersey.
- Hartono dan V.A Purba, 1986, Spektrometrik senyawa organik. Erlangga, Jakarta.
- Lingga, 1992, Bertanam Umbi-umbian, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Meilinda,R.R., 2004, Studi pemanfaatan pati garut untuk plastik biodegradabel, Universitas Brawijaya, Malang.
- Meyer, L.H., 1982, Food Chemistry, Reinhold Publishing Co, New York.
- Pine, 1988, Kimia organik, ITB, Bandung.
- Pranamuda, H., 2001, Pengembangan bahan plastik biodegradabel berbahan baku pati tropis, Badan pengkajian dan penerapan teknologi, Jakarta.

Raymond, A dan Squerest, 1986, Root and Tubercrop, University of Florida, USA.

Respati, 1980, Pengantar kimia organik, PT Rineka cipta, Jakarta.

Sastromidjodjo, H., 1992, Spektroskopi inframerah, Liberty, Yogyakarta.

Smith, M.J., 1985, Bahan konstruksi dan struktur teknik: edisi kedua, Erlangga, Jakarta.

Stevens, M. dan I. Sopyan, 2001, Kimia polimer, Pradnya paramita, Jakarta.

Surdia, T. dan S. Saito, 2000, Pengetahuan bahan teknik, Pradnya paramita, Jakarta.

Surdia, N.M., Jumar, M. Omposunggu dan P. Arbianto, 2000, Kopolimerisasi Cangkok Pati-Polimetilmetakrilat dan Biodegradasinya, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Vlack, V.L.H., 2001, Elemen-elemen ilmu dan rekayasa material: Edisi keenam, Erlangga, Jakarta.

Wilbraham, A.C. dan M.S. Matta, 1992, Pengantar kimia organik dan hayati, ITB, Bandung.

Winarno, F. G., 1997, Kimia pangan dan gizi, PT. Gramedia pustaka utama, Jakarta.

(<http://www.indobiogen.or.id>) Diakses tanggal 02 Agustus 2006

(<http://www.mindfully.org.PlasticBiodegradable.html>) Diakses tanggal 15 Agustus 2006

(<http://www.basf.com/acrylicmonomerspdfsmethacry.pdf>) Diakses tanggal 22 November 2006

(<http://www.wikipedi.thefreencyclopedia.htm>) Diakses tanggal 22 November 2006

(<http://www.tabloidnova.com/articles.aspx?id=1528.html>) Diakses tanggal 1 Desember 2006

(<http://www.pikiranrakyat.com>) Diakses tanggal 1 Desember 2006

(<http://www.chemicaland21.com/AROKORHI/industrialchem/inorganic/CERIC%20AMMONIUM%20NITRATE.htm>) Diakses tanggal 1 Desember 2006

(<http://www.osha.govdssltcmethodsorganicorg092org092.html>) Diakses tanggal 04 Januari 2007

(http://en.wikipedia.org/wiki/Graft_copolymer) Diakses tanggal 15 Mei 2007

(http://en.wikipedia.org/wiki/elektromagnetik_spectrum) Diakses tanggal 11 Maret 2008



LAMPIRAN 1

Data dan Nilai Uji Mekanik

Tabel 1. Data dan nilai kuat tarik sampel plastik berbahan baku metil akrilat dan pati garut

Komposisi pati:metil akrilat	Sampel ke-	F (N)	A (mm ²)	σ (MPa)
30 : 70	1	60,7	4	15,2
	2	53,7	4	13,4
	3	62,7	4	15,7
	Rata-rata			14,8
	Standar deviasi			2,8
35 : 75	1	45,7	4	11,4
	2	48,7	4	12,2
	3	40,7	4	10,2
	Rata-rata			11,3
	Standar deviasi			2,2
40 : 60	1	24,7	4	6,2
	2	26,7	4	6,9
	3	22,7	4	5,7
	Rata-rata			6,3
	Standar deviasi			1,7
45 : 55	1	23,5	4	5,9
	2	20,7	4	5,2
	3	22,5	4	5,6
	Rata-rata			5,6
	Standar deviasi			1,0
50 : 50	1	-	4	-
	2	-	4	-
	3	-	4	-
	Rata-rata			-
	Standar deviasi			-

Tabel 2. Data dan nilai persen pemanjangan sampel plastik berbahan baku metil akrilat dan pati garut

Komposisi pati:metil akrilat	Sampel ke-	ΔL (mm)	L_0 (mm)	ϵ (%)
30 : 70	1	1,50	25	6,00
	2	1,00	25	4,00
	3	1,50	25	6,00
	Rata-rata			5,33
	Standar deviasi			0,08
35 : 75	1	1,00	25	4,00
	2	1,00	25	4,00
	3	2,00	25	8,00
	Rata-rata			5,33
	Standar deviasi			0,13
40 : 60	1	1,00	25	4,00
	2	1,50	25	6,00
	3	0,75	25	3,00
	Rata-rata			4,33
	Standar deviasi			1,55
45 : 55	1	2,00	25	8,00
	2	1,00	25	4,00
	3	0,75	25	3,00
	Rata-rata			5,00
	Standar deviasi			0,11
50 : 50	1	-	25	-
	2	-	25	-
	3	-	25	-
	Rata-rata			-
	Standar deviasi			-

LAMPIRAN 2

Pengolahan Data

Pengolahan data kuat tarik

Nilai kuat tarik untuk setiap sampel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kuat tarik}(\sigma) = \frac{F_{\max}}{A_0} = \frac{F_{\max}}{l_0 \times t_0}$$

Dimana : F_{\max} = gaya maksimum yang dapat di tahan sampel sebelum sampel patah

l_0 = lebar sampel mula-mula = 4 mm

t_0 = tebal sampel mula-mula = 1 mm

A_0 = luas penampang mula-mula = 4 mm²

F_{\max} merupakan data berulang, dan A_0 merupakan data yang dihitung dari pengukuran tunggal l_0 dan t_0 . Sehingga ralat yang digunakan adalah ralat tidak langsung menggunakan persamaan differensial parsial dari besaran yang diukur. Standar deviasinya adalah:

$$\Delta\sigma = \left| \frac{\partial\sigma}{\partial F_{\max}} \right| |\Delta F_{\max}| + \frac{2}{3} \left(\left| \frac{\partial\sigma}{\partial l_0} \right| |\Delta l_0| + \left| \frac{\partial\sigma}{\partial t_0} \right| |\Delta t_0| \right)$$

Nilai ΔA_0 yang terdapat pada rumus diatas adalah 0,25 mm yang merupakan setengah dari skala terkecil alat ukur yang digunakan, yaitu mistar.

Nilai ΔF_{\max} diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\Delta F_{\max} = \left(\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n(n-1)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Jadi, nilai kuat tarik adalah:

$$\sigma = \bar{\sigma} \pm \Delta\sigma$$

Pengolahan data persen pemanjangan

Nilai persen pemanjangan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}\% \text{ pemanjangan } (\varepsilon_{\max}) &= \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \\ &= \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%\end{aligned}$$

Dimana : ΔL = perubahan panjang yang diperoleh sesudah dan sebelum sampel ditarik (mm)

L_0 = panjang sampel sebelum ditarik = 25 mm

L = panjang sampel setelah ditarik

L_0 merupakan pengukuran tunggal, sedangkan ΔL merupakan data berulang. Dan ralat yang digunakan adalah ralat tidak langsung menggunakan persamaan differensial parsial dari besaran yang diukur. Standar deviasinya adalah:

$$\Delta \varepsilon = \left| \frac{\partial \varepsilon}{\partial \Delta L} \right| |\Delta(\Delta L)| + \frac{2}{3} \left| \frac{\partial \varepsilon}{\partial L_0} \right| |\Delta L_0|$$

Nilai ΔL_0 yang terdapat pada rumus diatas bernilai 0,25mm yang merupakan setengah skala terkecil alat ukur yang digunakan, yaitu mistar.

Nilai $\Delta(\Delta L)$ didapatkan dengan rumus:

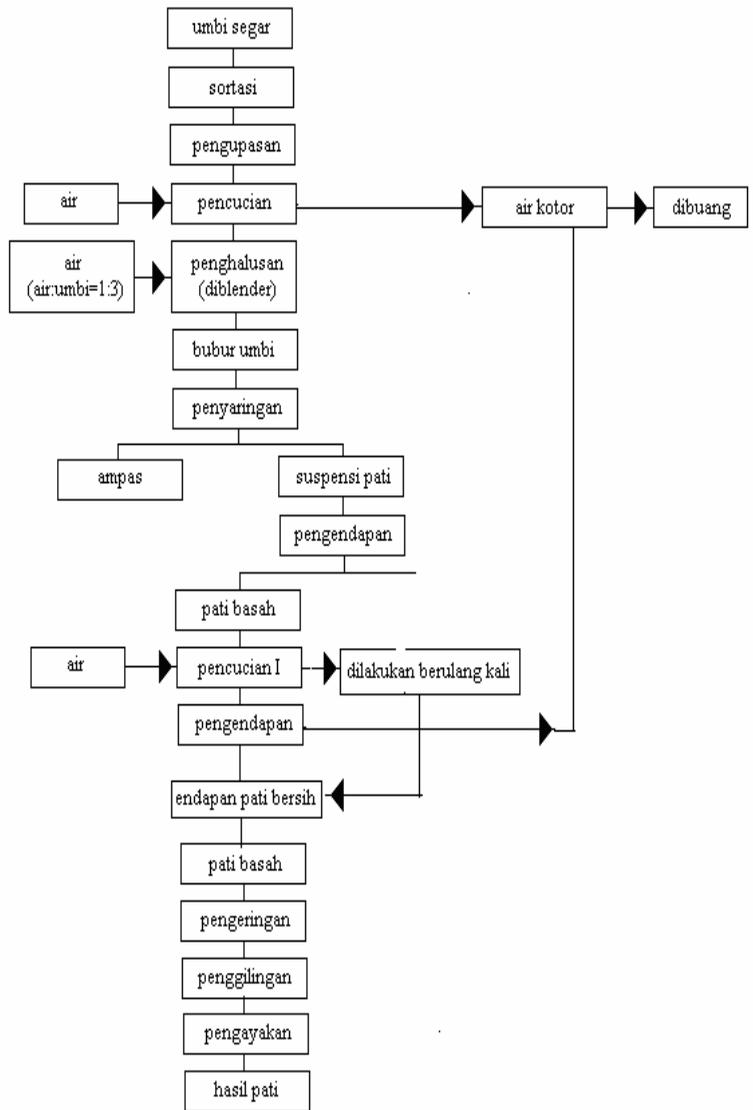
$$\Delta(\Delta L) = \left(\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n(n-1)} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Jadi, nilai persen pemanjangan adalah:

$$\varepsilon = \bar{\varepsilon} \pm \Delta \varepsilon$$

LAMPIRAN 3

Proses Pembuatan Pati Garut



Gambar 3.1 Alur pembuatan pati garut

LAMPIRAN 4

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan plastik berbahan baku campuran metil akrilat dan pati garut



Gambar 4.1. Oven



Gambar 4.2. Timbangan digital



Gambar 4.3. Gelas ukur, tabung reaksi, pipet, dan spatula



Gambar 4.4 Kompur listrik, mixer dan termostat



Gambar 4.5 Grenda



Gambar 4.6 Fraise



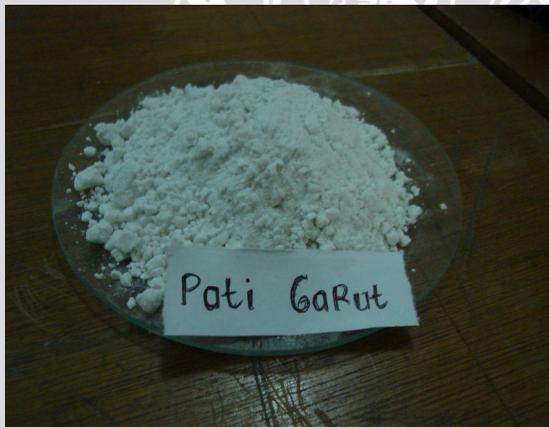
Gambar 4.7 Alat Uji Tarik

LAMPIRAN 5

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan plastik berbahan baku campuran metil akrilat dan pati garut



Gambar 5.1 *ceric ammonium nitrate*



Gambar 5.2 Pati garut



Gambar 5.3 Metil akrilat, NaOH, asam nitrat (*nitric acid*), dan kertas pH

LAMPIRAN 6

Gambar-gambar sampel



Komposisi 30:70



Komposisi 35:65



Komposisi 40:60



Komposisi 45:55



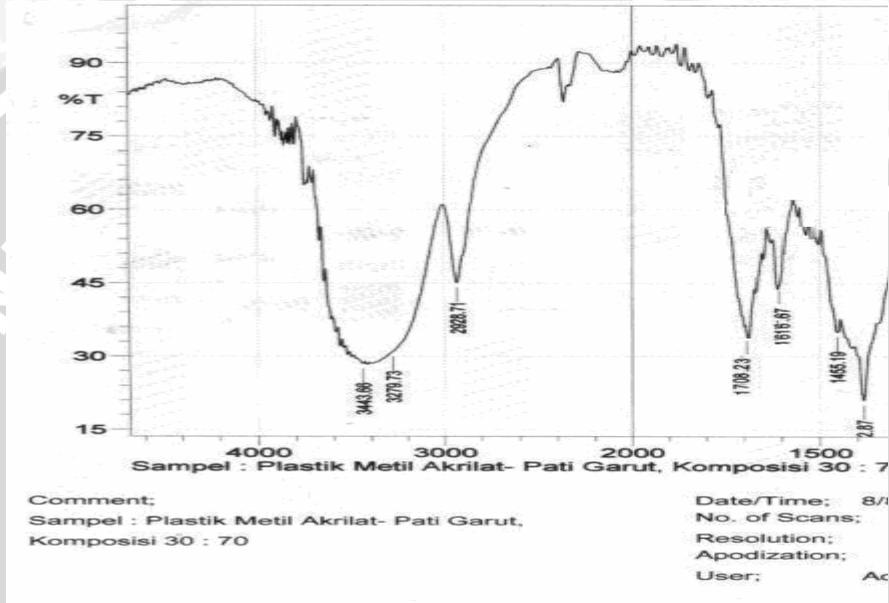
Komposisi 50:50

Gambar 6.1 Sampel plastik biodegradabel pati-metil akrilat

LAMPIRAN 7

Hasil FTIR Plastik Biodegradabel

- Komposisi 30:70



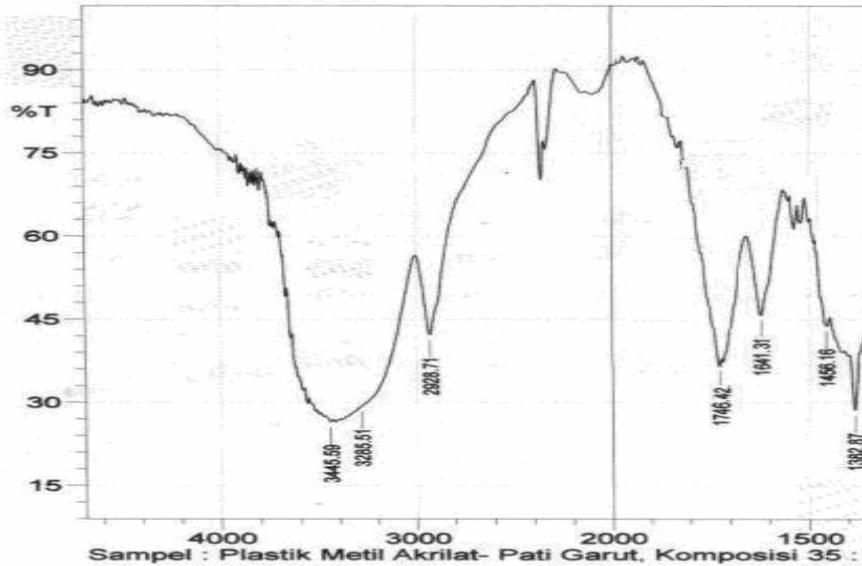
Tabel 7.1 Hasil analisis spektrum FTIR untuk komposisi 30:70



	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	399.24	39.407	3.166	407.92	395.38	4.858	0.282
2	522.67	40.405	5.231	551.6	495.67	20.332	1.29
3	576.68	38.561	7.779	602.71	551.6	18.723	1.645
4	607.54	45.753	1.185	657.68	602.71	15.688	-0.158
5	707.83	57.716	9.316	740.61	691.43	9.238	1.296
6	761.83	61.233	21.275	811.98	740.61	7.89	3.304
7	854.41	77.05	17.245	878.52	811.98	5.079	3.604
8	933.48	52.02	12.964	947.95	878.52	12.667	3.19
9	1020.27	20.331	20.235	1067.53	948.91	66.749	21.03
10	1080.06	25.87	4.44	1132.14	1067.53	33.756	1.778
11	1157.21	26.697	13.518	1194.82	1132.14	29.232	4.959
12	1382.87	20.974	13.196	1407.94	1349.11	31.599	4.366
13	1455.19	34.949	5.429	1487.98	1446.51	16.16	1.241
14	1616.67	44.588	5.575	1664.45	1641.31	13.688	0.62
15	1708.23	34.573	12.9	1761.85	1722.31	7.393	1.942
16	2926.71	45.008	19.98	3002.96	2475.46	79.195	13.852
17	3279.73	30.893	0.214	3281.65	3003.92	104.64	4.849
18	3443.66	28.439	0.573	3458.13	3431.13	14.628	0.12

- Komposisi 35:65





Comment;

Sampel : Plastik Metil Akrilat- Pati Garut,
Komposisi 35 : 65

Date/Time;

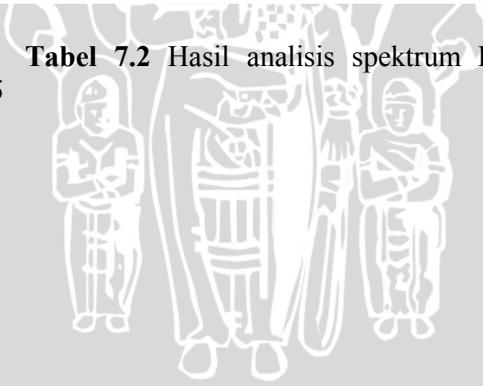
No. of Scans;

Resolution;

Apodization;

User;

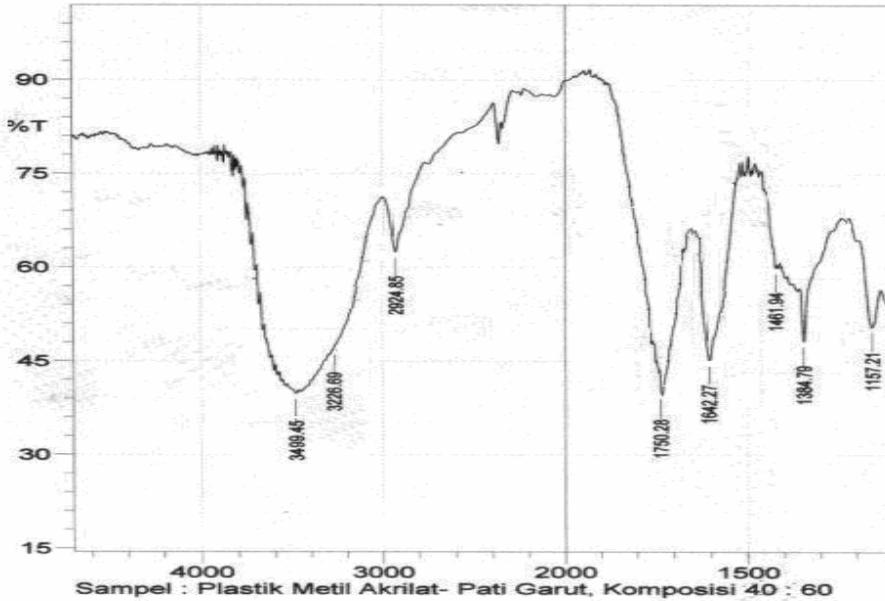
Tabel 7.2 Hasil analisis spektrum FTIR untuk komposisi 35:65



Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are	
1	397.31	37.591	9.753	408.88	386.7	8.292	1.068
2	524.6	42.988	3.961	549.67	499.53	17.358	0.884
3	576.68	41.829	6.065	596.93	549.67	16.316	1.222
4	618.14	42.952	8.24	658.65	596.93	18.491	1.238
5	707.83	59.265	7.468	741.58	693.36	8.806	1.036
6	761.83	62.85	18.723	815.83	741.58	7.874	2.932
7	851.51	79.803	15.489	878.52	815.83	4.112	2.862
8	933.48	54.465	11.84	947.95	878.52	11.749	2.85
9	1019.31	24.678	18.719	1066.56	948.91	58.991	17.251
10	1080.06	29.175	2.918	1092.6	1067.53	12.89	0.511
11	1157.21	28.992	7.65	1194.82	1135.03	28.101	2.608
12	1382.87	28.632	11.974	1396.37	1282.57	40.053	2.54
13	1456.16	43.808	0.455	1497.62	1455.19	14.171	0.09
14	1641.31	46.452	1.523	1643.24	1586.34	7.761	0.23
15	1746.42	36.232	0.774	1761.85	1744.49	1.674	0.049
16	2928.71	42.21	18.131	3002	2391.57	102.505	13.888
17	3285.51	29.335	0.097	3286.48	3002.96	117.594	7.351
18	3445.59	26.443	0.569	3465.84	3435.95	17.112	0.157

- **Komposisi 40:60**





Comment;

Sampel : Plastik Metil Akrilat- Pati Garut,
Komposisi 40 : 60

Date/Time; 8/8/2007

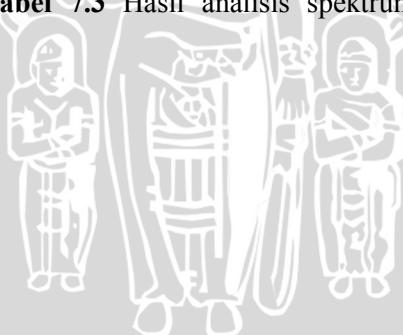
No. of Scans;

Resolution;

Apodization;

User; Administ

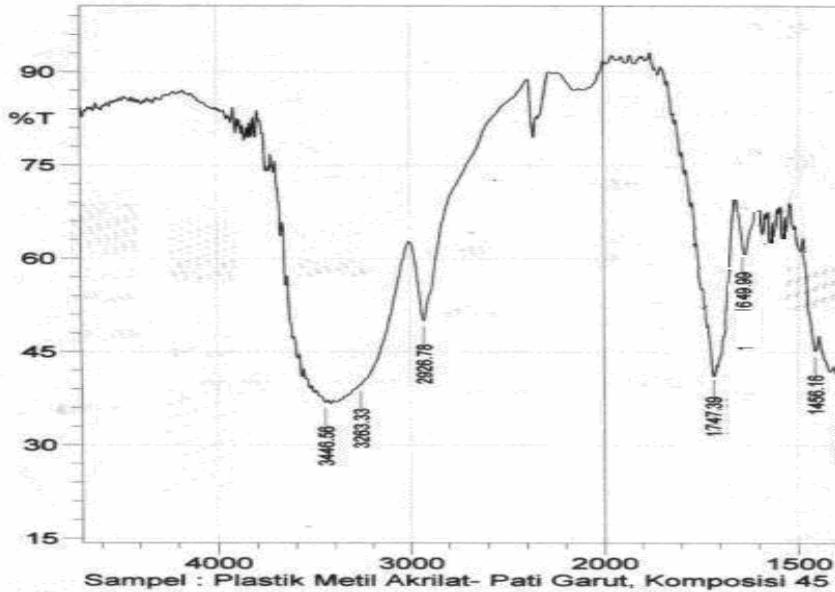
Tabel 7.3 Hasil analisis spektrum FTIR untuk komposisi 40:60



	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	399.24	60.187	5.251	406.95	384.77	4.318	0.418
2	524.6	60.986	3.871	548.71	503.39	9.058	0.556
3	574.75	60.088	5.713	595.96	548.71	9.442	0.863
4	606.57	65.167	1.879	644.18	595.96	8.04	0.239
5	707.83	72.911	6.126	739.65	693.36	5.124	0.749
6	761.83	74.314	14.19	814.87	739.65	5.104	2.028
7	854.41	83.816	11.308	878.52	814.87	3.254	2.026
8	933.48	67.785	7.976	947.95	878.52	8.148	1.979
9	1022.2	45.612	14.377	1068.49	947.95	34.545	9.031
10	1080.06	50.085	3.087	1099.35	1068.49	8.837	0.382
11	1157.21	50.426	9.022	1194.82	1134.07	15.434	2.073
12	1384.79	48.977	9.453	1396.37	1348.15	11.562	1.014
13	1461.94	45.206	0.569	1485.09	1460.98	11.896	0.065
14	1642.27	49.523	1.348	1645.17	1639.38	7.402	0.028
15	1750.28	39.005	0.408	1759.92	1749.32	1.414	0.026
16	2924.85	62.434	11.423	2997.17	2765.73	36.522	7.095
17	3226.69	57.527	0.081	3227.65	3012.6	40.451	0.223
18	3449.45	39.609	0.387	3456.2	3438.84	5.261	0.037

- **Komposisi 45:55**





Comment;

Sampel : Plastik Metil Akrilat- Pati Garut,
Komposisi 45 : 55

Date/Time;
No. of Scans
Resolution;
Apodization;
User;

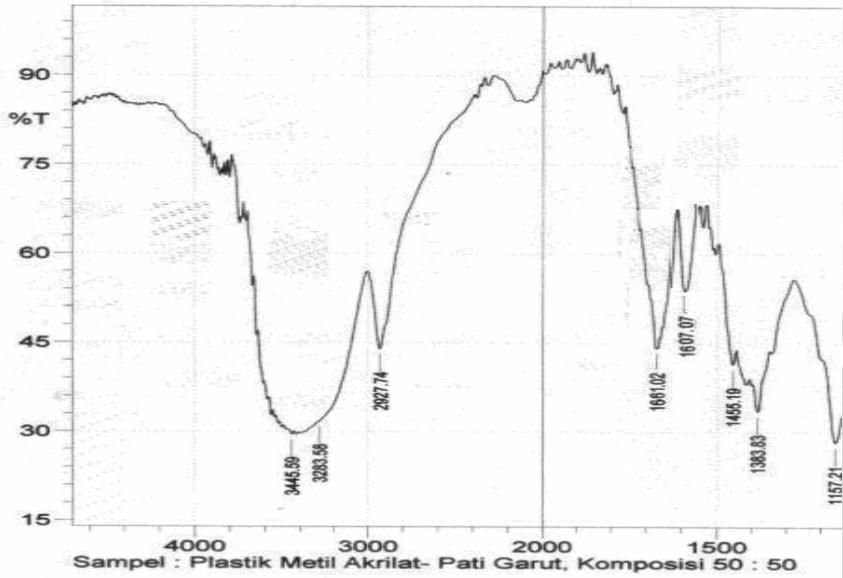
Tabel 7.4 Hasil analisis spektrum FTIR untuk komposisi 45:55



	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	398.27	45.044	2.004	400.2	386.7	4.152	0.084
2	522.67	46.761	4.427	547.75	501.46	14.276	0.846
3	575.71	44.849	6.618	602.71	547.75	17.09	1.237
4	617.18	48.158	5.286	647.07	602.71	12.141	0.555
5	707.83	62.086	8.07	740.61	691.43	8.119	1.087
6	761.83	65.524	18.383	813.9	740.61	7.102	2.819
7	853.44	77.776	15.117	877.55	813.9	4.565	2.771
8	933.48	54.005	10.409	947.95	877.55	12.722	2.74
9	1020.27	27.645	17.022	1067.53	947.95	56.005	15.405
10	1081.03	32.672	2.787	1094.53	1067.53	12.622	0.463
11	1157.21	32.329	8.413	1279.68	1136.03	48.821	2.515
12	1381.9	37.443	6.179	1397.33	1350.08	17.864	1.262
13	1456.16	61.714	5.778	1497.62	1446.51	4.247	1.242
14	1649.99	54.054	4.141	1664.45	1642.27	6.126	0.43
15	1747.39	41.311	1.124	1760.89	1745.46	1.239	0.054
16	2926.78	50.054	15.888	3002	2391.57	86.32	11.285
17	3263.33	39.696	0.094	3264.3	3002.96	82.077	3.515
18	3446.56	36.846	0.638	3465.84	3432.09	14.494	0.127

- **Komposisi 50:50**





Comment:

Sampel : Plastik Metil Akrilat- Pati Garut,
Komposisi 50 : 50

Date/Time: 8/8/2007

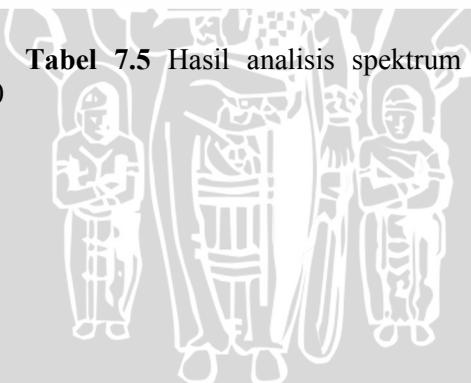
No. of Scans:

Resolution:

Apodization:

User: Adminis

Tabel 7.5 Hasil analisis spektrum FTIR untuk komposisi 50:50



	Peak	Intensity	Corr. Inte	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Are
1	397.31	38.165	12.892	408.88	384.77	8.473	1.429
2	521.71	41.869	4.397	548.71	503.39	16.017	0.939
3	575.71	40.394	6.458	597.89	548.71	17.455	1.294
4	617.18	43.015	5.9	690.47	602.71	23.857	0.298
5	707.83	58.516	8.78	740.61	690.47	9.413	1.315
6	761.83	62.565	19.346	813.9	740.61	7.977	3.121
7	854.41	77.055	16.329	878.52	813.9	4.697	3.014
8	932.52	51.68	12.095	947.95	878.52	13.197	3.022
9	1020.27	24.102	17.45	1066.56	947.95	61.197	17.277
10	1081.03	29.014	2.618	1094.53	1067.53	13.979	0.479
11	1157.21	28.319	8.174	1278.72	1135.03	54.223	2.71
12	1383.83	33.488	6.319	1398.3	1350.08	20.354	1.6
13	1455.19	41.379	5.867	1496.66	1445.55	15.862	1.375
14	1607.07	53.102	4.292	1665.42	1640.35	1.035	0.573
15	1661.02	44.398	0.269	1746.42	1735.81	0.8	0.025
16	2927.74	43.907	16.622	3000.07	2390.6	101.896	12.842
17	3283.58	31.75	0.091	3284.55	3001.03	110.691	5.856
18	3445.59	29.534	0.643	3469.7	3433.06	19.198	0.163

