



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**MODIFIKASI POLI PROPILENA SEBAGAI POLIMER KOMPOSIT
BIODEGRADABEL DENGAN BAHAN PENGISI P Ali PISANG DAN
SORBIIOL SEBAGAI PLASTISIZER**

SKRIPSI



**ELY SULISTYA NINGSIH
07135036**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Banyak hal yang telah berubah

Banyak hal yang telah kutemukan

Banyak hal yang telah kudapatkan

Banyak makna yang tak bisa kumengerti

Tapi semua adalah proses kehidupan yang harus kulalui

Suka duka, air mata dan canda tawa adalah kenangan terindah

dari perjalanan ini yang akan selalu tersimpan dalam memori kehidupan

Ya Allah,, ini adalah sebetulnya karya kecil hambamu

Semoga Engkau memberkahi segala ilmu dan pengetahuan yang telah hamba peroleh selama ini. Ya Allah tambahilah ilmu pengetahuanku dan berilah aku pengertian yang sempurna.

Untuk Ayah dan Mamak (Syaiful Bahri dan Mudawamah) terimakasih untuk setiap untaian do'a, semangat, motivasi dan perjuangannya hingga mampu mengantarkan anakmu ini menjadi sarjana.

Untuk Mbakku Heny Lidya Rahmawati, makasih sudah menjadi kakak sekaligus teman berbagi cerita, semoga kita bisa mengukir jejak kehidupan yang terbaik untuk keluarga dan agama.

Untuk adikku Rahma Noviyanti dan Muhammad Ihsan, belajar itu tidak hanya dari buku tapi banyak hal disekitar kita yang bisa dipelajari, semoga cita-citanya bisa tercapai ya dek, dan semoga kita bisa menjadi kebanggaan ayah dan mamak.

Untuk Bapak Drs. Sri Mulyadi Dt. Basa, M.Si dan Ibu Dra. Yuli Yetri, M.Si terimakasih atas bimbingannya selama penyelesaian skripsi ini, selalu ada semangat baru setiap bertemu dengan bapak dan ibu.

Untuk seluruh keluarga besar ely terimakasih atas dukungan dan motivasinya sehingga ely bisa menyelesaikan kuliah, semoga silaturahmi ini tetap terhubung dimanapun kita berada.

Untuk Relativitas'07 terimakasih ya buat persahabatan selama ini, Henny, osna, iin, geby, Resty, yani, rizka, aci, Susi, adel, adek, sumar, Novi, isil, hamdi, uci, adi, ayu, oos, indy, nela, rima, oya, incim, ani, engrid, riri, izam, Acan, Ega, Galuh, Ijep, Nanda, Faisal, semoga kesuksesan menghampiri kita semua. Buat kakak dan yona akhirnya kita bisa wisuda bareng, semoga indah nya persahabatan ini tak lekang oleh jarak dan waktu.

Untuk sahabat di FSI FMIPA, terimakasih atas pembelajaran dan ukhuwah selama ini, tarbiyah bukan segala-galanya tapi segala-galanya berawal dari tarbiyah.

"bila nanti kita jauh berpisah

jadikan rabithah pengikatnya

jadikan do'a ekspresi rindu

semoga kita bersua di surga"

Ya Allah aku memohon kepadaMu kebaikan seluruhnya,

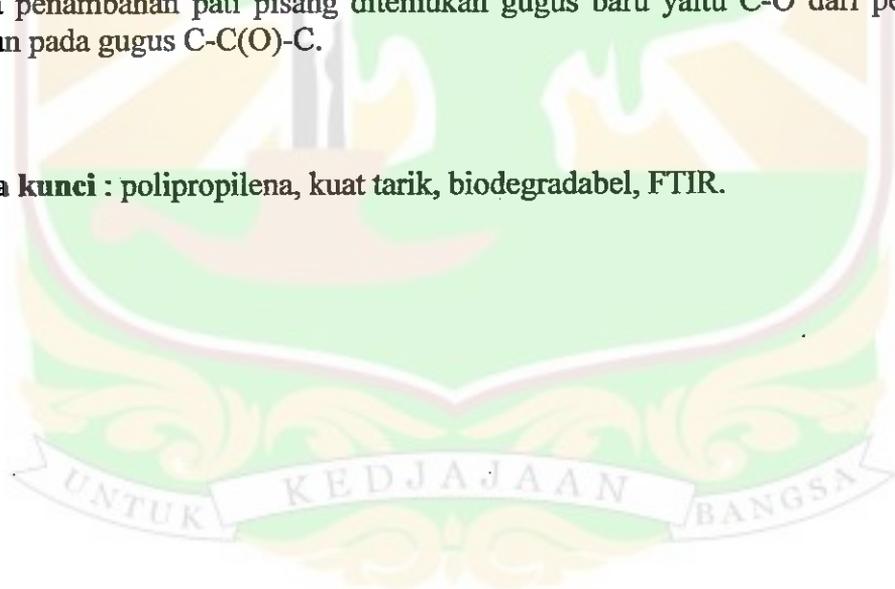
baik yang sekarang maupun yang akan datang. Baik yang aku ketahui maupun yang tidak aku ketahui. Aku berlindung kepada Mu dari kejelekan seluruhnya yang sekarang dan yang akan datang, yang aku ketahui dan yang tidak aku ketahui.

MODIFIKASI POLIPROPILENA SEBAGAI KOMPOSIT BIODEGRADABEL DENGAN BAHAN PENGISI PATI PISANG DAN SORBITOL SEBAGAI PLASTISIZER

Abstrak

Penelitian tentang modifikasi polipropilena sebagai polimer komposit biodegradabel dengan bahan pengisi pati pisang dan sorbitol sebagai plastisizer telah dilakukan. Untuk mengetahui kualitas komposit yang dihasilkan maka dilakukan analisis uji kuat tarik dan kuat lentur, uji FTIR dan uji biodegradasi. Hasil analisis uji menunjukkan bahwa dari 5 jenis komposit yang dirancang, komposit dengan penambahan pati 2 gram memiliki sifat mekanik yang terbaik dimana nilai kuat tarik : 2,11 MPa dengan nilai modulus elastis : 45,78 MPa, dan nilai kuat lentur : 26,20 MPa. Hasil analisis uji biodegradasi menunjukkan lama penguburan optimum yaitu selama 40 hari dimana nilai persen massa yaitu 29,44 % dan degradabilitas 0.007 mg/hari. Dari hasil analisa FTIR terlihat gugus fungsi yang ditemukan yaitu O-H, C=C, C-C(O)-C, dan C-H. Setelah dilakukan penguburan tanpa penambahan pati pisang tidak ditemukan gugus baru, namun pada penambahan pati pisang ditemukan gugus baru yaitu C-O dari pemutusan ikatan pada gugus C-C(O)-C.

Kata kunci : polipropilena, kuat tarik, biodegradabel, FTIR.

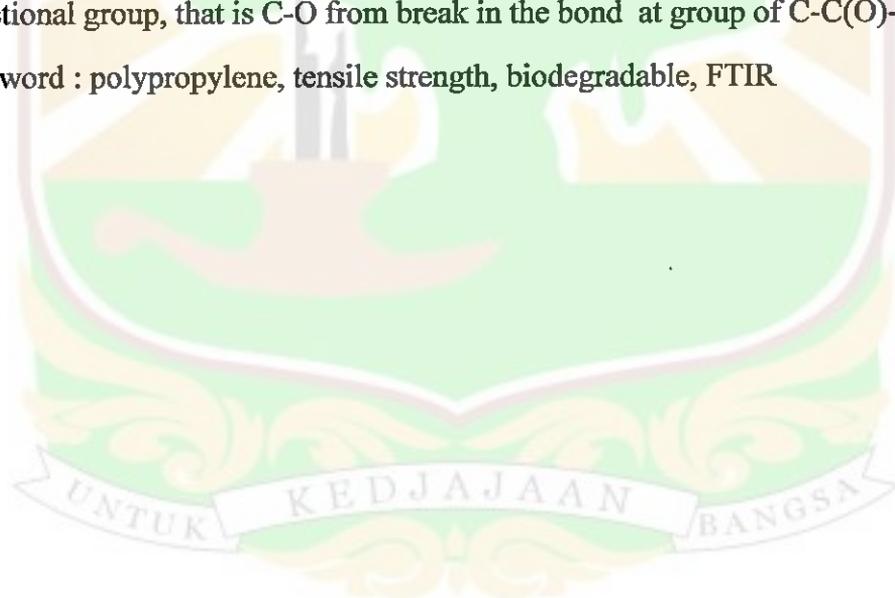


POLYPROPYLENE MODIFICATION AS BIODEGRADABLE COMPOSITE WITH BANANA STARCH AS FILLER AND SORBITOL AS PLASTISIZER

Abstract

Research about modification of polipropilena as composite polymer of biodegradabel with banana starch as materials filler and sorbitol as plastisizer have been done. The characterization were done by tensile test, flexure test, FTIR and biodegradable test. The result of test analysis showed that from 5 composites type which designed, for the best mechanic characterization is shown by composite with addition of starch 2 gram where tensile strength value : 2,11 MPa with elastic modulus value : 45,78 MPa, and flexural strength value : 26,20 MPa. The result of biodegradation analysis showed that the optimum obsequies for 40 days where showed weight loss percentage 29,44 % and degradability is 0.007 mg/days. From result of analysis of FTIR was found functional group O-H, C=C, C-C(O)-C, and C-H. After obsequies without addition of banana starch not be found new functional group, but with addition of banana starch was found new functional group, that is C-O from break in the bond at group of C-C(O)-C.

Keyword : polypropylene, tensile strength, biodegradable, FTIR



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada nabi Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari zaman yang kejahiliahn ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan seperti saat ini.

Selesainya penulisan skripsi ini tidak terlepas oleh bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga besar penulis yang telah memberikan dorongan yang sangat besar kepada penulis.
2. Bapak Drs. Sri Mulyadi Dt Basa, M. Si dan Ibu Dra. Yuli Yetri, M. Si selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan, semangat dan masukan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Alwis Abbas, bapak Afdhal Muttaqin, M.Si dan bapak Zulfi, M.Si selaku penguji yang telah memberikan petunjuk, arahan, kritik dan saran dalam penulisan skripsi.
4. Ketua Jurusan Fisika dan seluruh staf pengajar yang telah berbagi ilmu, pemahaman dan pengalamannya, serta seluruh pegawai akademis dilingkungan jurusan Fisika atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.

5. Bapak Prof.Dr.-Ing.H.Hairul Abral, Bapak Rusdi Rusli, M.Si, ibu Rina, dan Asisten Laboratorium Metalurgi Mekanik yang telah membantu pengambilan data serta memberikan izin pemakaian alat-alat dan ruangan untuk penelitian ini.
6. Teman-teman Relativitas 07 atas segala bantuan, kerjasama dan semangatnya.
7. Keluarga besar FSI FMIPA Universitas Andalas untuk semua dukungan dan motivasinya,
8. Dan semua pihak yang membantu penulis untuk menyelesaikan studi di Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi menjadi lebih baik. Mudah-mudahan skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi penulis maupun bagi pembaca.

Padang, Juli 2012

Ely Sulistya Ningsih

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Plastik.....	5
2.2 Plastik Polipropilena	6
2.3 Pati Pisang.....	8
2.4 Pelmastis	10
2.5 Komposit.....	11
2.6 Degradasi Polipropilena.....	11
2.7 Plastik Biodegradabel	12

2.8 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradabel	14
2.9 Karakterisasi Gugus Fungsi	17
2.10 Karakterisasi Biodegradasi	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat Penelitian	19
3.2.2 Bahan	22
3.3 Tata Laksana Penelitian	23
3.4 Teknik Pengujian	25
3.4.1 Uji Kuat Tarik.....	25
3.4.2 Uji Kuat Lentur.....	26
3.4.3 Uji Biodegradabel.....	26
3.4.4 Karakterisasi FTIR.....	26
3.5 Tahapan Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Analisa Karakterisasi Mekanik	30
4.1.1 Uji Kuat Tarik	30
4.1.2 Uji Kuat Lentur	32
4.2 Hasil Pengujian Biodegradasi	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA44
LAMPIRAN-LAMPIRAN..... 47

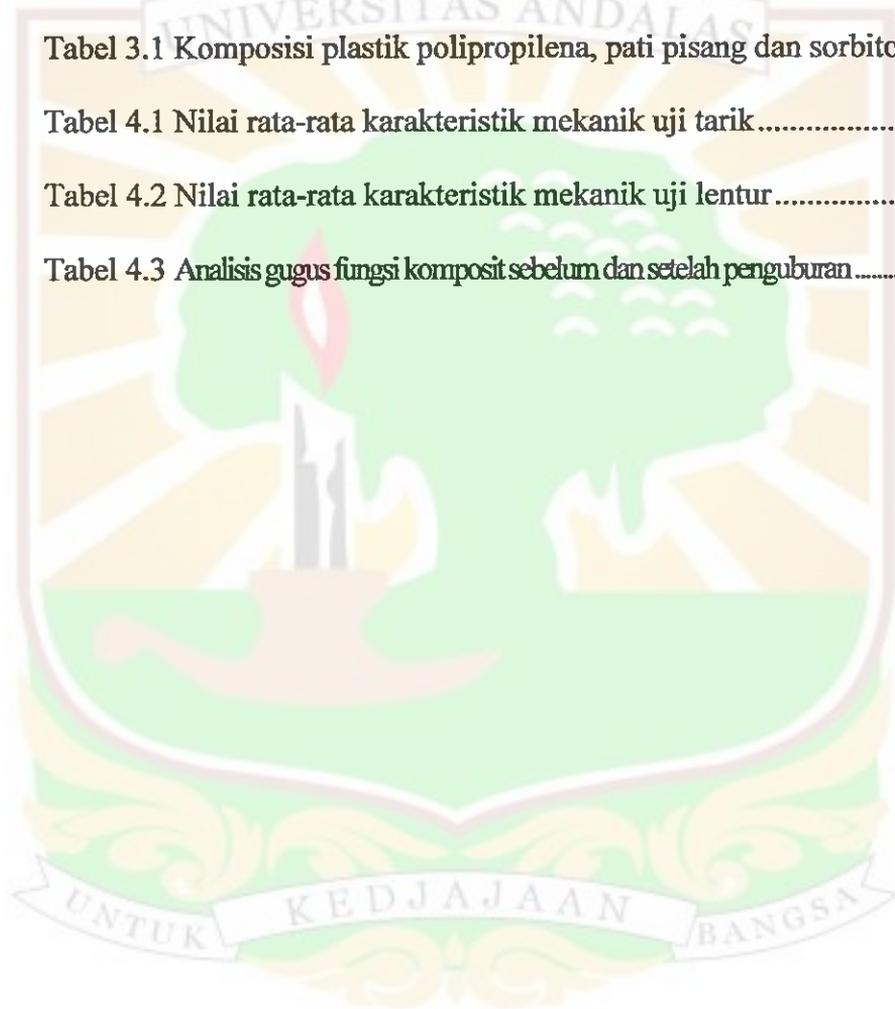


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur polipropilena	7
Gambar 2.2 Simbol daur ulang polipropilena.....	8
Gambar 3.1 Timbangan digital	19
Gambar 3.2 Blender panasonic	20
Gambar 3.3 COM-TEN <i>Testing Machine 95T series</i>	21
Gambar 3.4 Mesin uji lentur (<i>flexure</i>) tiga titik.....	21
Gambar 3.5 Mikroskop metalurgi trinokuler	22
Gambar 3.6 Plastik polipropilena kemasan air minum bekas.....	22
Gambar 3.7 Pisang kepok	23
Gambar 3.8 Sorbitol.....	23
Gambar 3.9 Spesimen uji kuat tarik berdasarkan ASTM D638	24
Gambar 3.10 Spesimen uji kuat lentur berdasarkan ASTM D790	24
Gambar 3.11 Tahapan pembuatan pati pisang kepok	26
Gambar 3.12 Tahapan pelaksanaan penelitian.....	27
Gambar 4.1 Grafik hubungan rata-rata kuat tarik dengan variasi massa pati.....	31
Gambar 4.2 Grafik hubungan rata-rata kuat lentur dengan variasi massa pati.....	33
Gambar 4.3 Grafik hubungan rata-rata persen massa per 10 hari.....	34
Gambar 4.4 Grafik hubungan nilai degradabilitas per hari.....	35
Gambar 4.5 Grafik hubungan persen massa dengan variasi massa pati ...	36
Gambar 4.6 Sampel sebelum dan setelah penguburan 40 hari	37

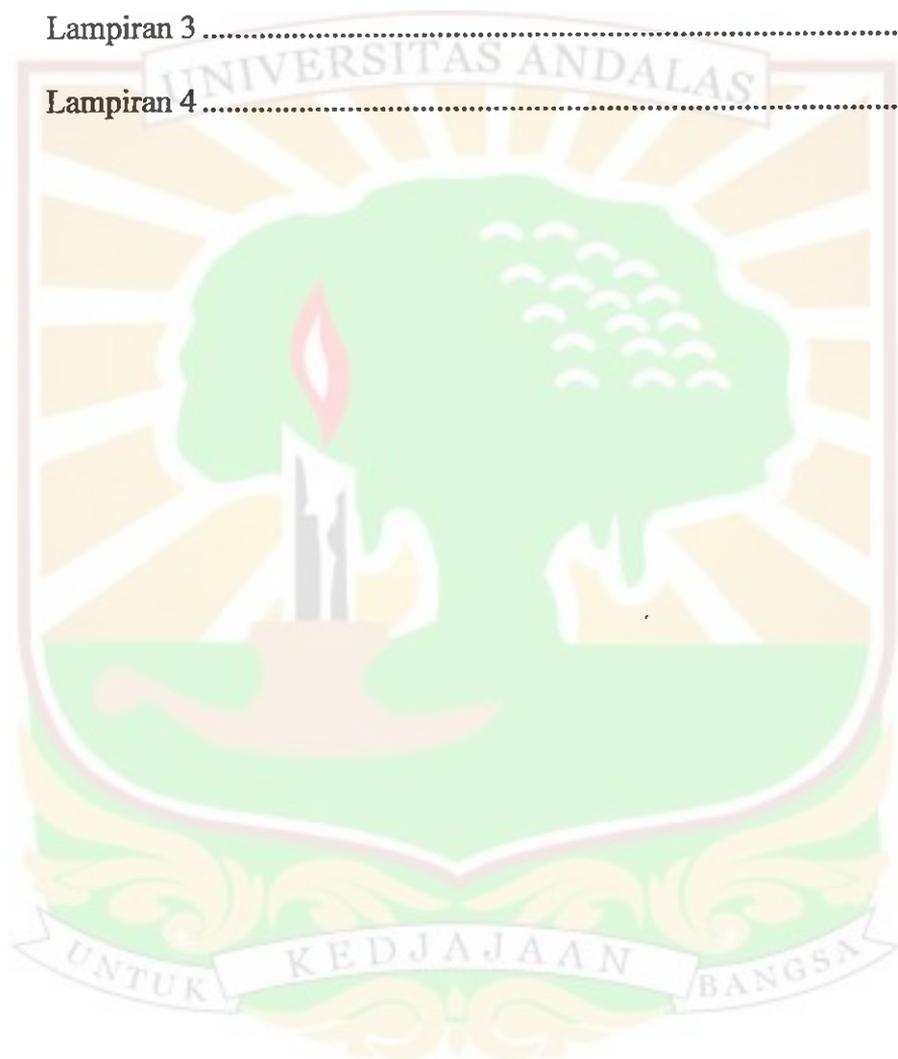
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat fisika polipropilena.....	7
Tabel 2.2 Sifat fisika dan kimia tepung pisang dari beberapa varietas.....	9
Tabel 2.3 Komposisi kimia dari pati pisang	9
Tabel 3.1 Komposisi plastik polipropilena, pati pisang dan sorbitol.....	25
Tabel 4.1 Nilai rata-rata karakteristik mekanik uji tarik.....	31
Tabel 4.2 Nilai rata-rata karakteristik mekanik uji lentur.....	31
Tabel 4.3 Analisis gugus fungsi komposit sebelum dan setelah penguburan.....	39



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	49
Lampiran 2	52
Lampiran 3	54
Lampiran 4	57



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada hal
ASTM	<i>American Society for Testing Machine</i>	24
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>	3
P	Pati Pisang Kepok	29
PE	Polietilena	29
PP	Polipropilena	13
S	Sorbitol	29
LAMBANG		
σ_t	Kuat tarik	15
ε	Regangan (<i>strain</i>)	15
σ_l	Kuat lentur	16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Plastik merupakan salah satu bahan polimer kimia yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia, hal ini dikarenakan plastik memiliki keunggulan dibandingkan bahan polimer lain diantaranya ringan namun kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif lebih murah. Setiap tahun produksi plastik selalu meningkat, menurut Inaplas produksi plastik terutama polipropilena pada tahun 2010 sebanyak 540.000 ton dan meningkat ditahun 2011 menjadi 800.000 ton.

Dengan peningkatan kebutuhan plastik mengakibatkan peningkatan jumlah limbah plastik. Menurut Azkha (2006) limbah yang diproduksi di kota Padang dalam satu hari rata-rata sebanyak 500 ton dan sekitar 12 % dari total sampah yang dihasilkan merupakan sampah plastik. Hal ini menimbulkan permasalahan karena sampah yang dibuang tidak dibedakan jenisnya sehingga proses pendaurulangan pada jenis sampah plastik tidak terjadi secara maksimal. Berbeda dengan sampah jenis lain yang dapat hancur oleh mikroba, seperti sampah tanaman maupun sampah rumah tangga, sampah plastik merupakan produk polimer sintesis yang tidak dapat terdegradasi secara alamiah oleh mikroba. Hal ini disebabkan karena struktur kimia plastik yang mempunyai bobot molekul tinggi dan pada umumnya memiliki rantai ikatan yang kuat sehingga plastik membutuhkan waktu yang lama terurai di alam.

Agar proses biodegradasi terhadap polimer bisa terjadi, maka polimer tersebut harus dimodifikasi. Modifikasi bisa dilakukan dengan dua cara, pertama dengan membuatnya dari monomer yang tidak tahan terhadap mikroba, dan kedua dengan menambahkan aditif atau gugus yang biodegradabel ke dalam polimer sintetis. Proses pembuatan polimer biodegradabel dengan cara pertama telah banyak dilakukan tapi hasilnya kurang kompetitif secara ekonomi karena harga monomer yang mahal serta ketersediaanya juga terbatas (Deswita dkk, 2007). Pati merupakan polimer alami yang bersifat biodegradabel. Dengan menambahkan pati ke dalam polimer sintesis maka diharapkan plastik yang dihasilkan dapat terdegradasi secara alami. Plastik biodegradabel berbahan dasar pati dapat didegradasi oleh bakteri dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer akan menghasilkan karbon dioksida dan air, serta menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehid yang tidak berbahaya bagi lingkungan.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit polimer biodegradabel dengan menggunakan plastik polipropilena kemasan air minum bekas sebagai matriks dan menambahkan bahan pengisi berupa pati pisang kepok (*Musa paradisiacal*). Penambahan pati ke dalam plastik sintesis akan mengurangi kekuatan mekaniknya sehingga dibutuhkan penambahan bahan pemlastis untuk kembali meningkatkan sifat mekaniknya. Sorbitol merupakan pemlastis yang efektif karena memiliki kelebihan mampu untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler (Harahap, 2009). Menurut Elvi (2010)

penambahan 10 gram sorbitol dapat meningkatkan nilai mekanik dari plastik biodegradabel.

Untuk mengetahui sifat fisis dari sampel yang dihasilkan maka dilakukan pengujian karakteristik mekanik berupa uji kuat tarik dan uji kuat lentur. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui nilai modulus elastis dari plastik yang dihasilkan, sedangkan uji lentur untuk mengetahui ketahanan bahan terhadap benturan. Untuk mengetahui gugus fungsi yang dihasilkan maka akan dilakukan pengujian FTIR. Selain itu akan dilakukan uji biodegradabel dengan cara mengubur sampel pada media tanah dengan lama penguburan 60 hari dengan variasi waktu 6 kali, selanjutnya dihitung kehilangan massa sampel selama penguburan, serta degradasi yang terjadi perhari. Sampel yang telah terdegradasi selanjutnya dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100x untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada permukaan sampel.

1.2 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Mengetahui nilai kuat tarik dan kuat lentur komposit plastik biodegradabel campuran pati pisang, polipropilena bekas dan sorbitol.
- b. Mengetahui degradabilitas komposit plastik campuran pati pisang, plastik polipropilena bekas dan sorbitol.

1.3 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pengembangan ilmu bahan plastik biodegradabel untuk mengatasi masalah lingkungan berupa pencemaran yang diakibatkan oleh limbah plastik polipropilena. Selain itu

penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan plastik biodegradabel dari campuran polipropilena bekas dan pati pisang dengan penambahan sorbitol sebagai pemlastis yang dapat terurai oleh mikroorganisme dan memiliki sifat mekanik yang baik.

1.4 Batasan masalah

- a. Polimer yang digunakan adalah plastik polipropilena kemasan air minum bekas yang berbentuk gelas.
- b. Bahan pemlastis yang digunakan adalah sorbitol (gula jagung) sebanyak 3 gram untuk masing-masing sampel.
- c. Bahan pengisi yang digunakan yaitu pati pisang kepok.
- d. Parameter yang diuji adalah kuat tarik, kuat lentur, uji FTIR dan biodegradabel sampel.
- e. Perbandingan massa antara plastik polipropilena bekas dan pati pisang adalah 30 gr : 0 gr, 30 gr : 2 gr, 30 gr : 3 gr, 30 gr : 4 gr dan 30 gr : 5 gr.
- f. Waktu penguburan sampel selama 60 hari.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Plastik

Penemuan dan pembuatan plastik, pertama kali dilaporkan oleh Dr. Montgomerie pada tahun 1843, yaitu oleh penduduk Malaya dengan cara memanaskan getah karet kemudian dibentuk dengan tangan dan dijadikan sebagai gagang pisau. Pada tahun 1845 J. Pelouze berhasil mensintesa selulosa nitrat.

Cetakan bahan plastik yang pertama, dipatenkan oleh J.L. Baldwin pada tanggal 11 Februari 1862 yang disebut dengan *molds for making daguerreo type cases*. Cetakan ini kemudian digunakan secara luas untuk membentuk bahan-bahan plastik yang terdiri dari campuran getah karet dengan berbagai bahan pengisi, humektan dan pemplastik. Tahun 1920 Dr. Leo Hendrik Baekeland (Belgia) menemukan reaksi antara fenol dan formaldehida yang menghasilkan bakelite, dan penemuan ini dianggap sebagai awal industri plastik.

Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang. Bila rantai tersebut dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak yang menyerupai tumpukan jerami disebut dengan *amorf*, jika teratur hampir sejajar maka disebut dengan *kristalin* dengan sifat yang lebih keras dan tegar.

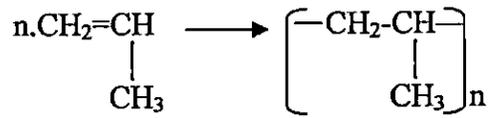
Plastik merupakan bahan polimer yang banyak digunakan dalam kehidupan manusia. Sesuai perkiraan Industri Plastik dan Olefin Indonesia (INAPlas) disebutkan, kebutuhan plastik masyarakat Indonesia di tahun 2002

sekitar 1,9 juta ton kemudian meningkat menjadi 2,1 juta ton di tahun 2003. Sementara kebutuhan plastik dalam negeri di tahun 2004 diperkirakan mencapai 2,3 juta ton. Ini berarti sudah berpuluh-puluh ton plastik yang telah diproduksi dan digunakan masyarakat (Huda, 2007). Hal ini mengakibatkan banyaknya limbah plastik karena plastik yang dibuat berasal dari polimer sintesis yang tidak dapat terurai oleh mikroorganisme. Polimer sintesis merupakan jenis polimer yang dibuat melalui polimerisasi dari monomer-monomer polimer, salah satu jenis polimer sintesis yaitu polipropilena. Sedangkan polimer non sintesis atau polimer alam merupakan polimer yang terbentuk secara alami di alam. Contoh polimer alami yaitu karet, karbohidrat, protein, selulosa dan wol.

2.2 Plastik Polipropilena

Polipropilena atau polipropena (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil, alat tulis berbagai tipe, perlengkapan laboratorium, penguas suara, komponen otomotif dan uang kertas polimer (Lubis, 2009). Polipropilena pertama kali di polimerisasi oleh Dr. Karl Rehn di Jerman pada tahun 1951 dan ditemukan kembali oleh Giulio Natta pada tahun 1954.

Polipropilena terdiri dari banyak monomer propilen dalam rantai kombinasi. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk ikatan propilena menjadi polipropilena.



Gambar 2.1 Struktur Polipropilena

Polipropilena mempunyai nama dagang Bexophane, Dynafilm, Luparen, Escon, Olefane dan Profax. Sifat-sifat dan penggunaannya sangat mirip dengan polietilena, yaitu ringan, mudah dibentuk, tembus pandang dan jernih dalam bentuk film, tapi tidak transparan dalam bentuk kemasan kaku. Tidak mengalami *stress cracking* oleh perubahan kondisi lingkungan, tahan terhadap sebagian besar senyawa kimia kecuali pelarut aromatik dan hidrokarbon klorida dalam keadaan panas. Sifat fisika dari plastik polipropilena dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat Fisika Polipropilena

Sifat Fisika	Nilai
Kuat Tarik	0.95 - 1.30 N/mm ²
Kuat <i>impact</i>	3.0 - 30.0 Kj/m ²
Koefisien Ekspansi termal	100 - 150 x 10 ⁻⁶
Titik didih	80 °C (176 °F)
Titik leleh	160 °C (320 °F)
Temperature Gelas (atactic)	-20 °C (-4 °F)
Temperaur Gelas (isotactic)	100 °C (212 °F)
Densitas	0.905 g/cm ³

(Sumber : <http://www.plasticmoulding.ca/polymers/polypropylene.htm>)

Polipropilena yang diproduksi dalam bentuk lembaran telah digunakan untuk produksi *stationary folder*, pengemasan dan kotak penyimpanan. Polipropilena sangat umum digunakan untuk pencetakan plastik dengan cara

disuntikkan ke dalam cetakan dalam keadaan meleleh, sehingga terbentuk berbagai macam bentuk yang kompleks dengan biaya produksi yang relatif murah. Di bidang industri polipropilena daur ulang di simbolkan seperti pada gambar 2.2



Gambar 2.2 simbol daur ulang polipropilena
Sumber : www.recyclelogos.org/recycling-symbols

2.3 Pati Pisang

Pisang merupakan tanaman hortikultura yang penting karena potensi produksinya yang cukup besar dan produksi pisang berlangsung tanpa mengenal musim. Kedudukan tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub divisio : *Angiospermae*
Kelas : *Monocotyledonae*
Ordo : *Scitaminae*
Famili : *Musaceae*
Sub famili : *Muscoideae*
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiacal*

Salah satu alternatif dari pemanfaatan pisang yaitu dapat diolah menjadi pati. Pati adalah karbohidrat yang ditimbun di dalam tanaman dan sebagai sumber energi pada makanan. Pati terdiri dari rantai molekul-molekul glukosa yang panjang dengan 2 jenis yaitu amilosa yang terdiri dari rantai molekul glukosa yang panjang dan lurus, dan amilopektin yang terdiri dari rantai molekul glukosa yang lebih pendek dan bercabang. Komposisi amilosa dan amilopektin dalam pati berbeda pada setiap bahan makanan. Kandungan amilopektin umumnya lebih banyak dibandingkan dengan amilosa. Pada buah pisang kandungan amilosa sebanyak 20,5% dan amilopektin 79,5%. Sifat fisika dan kimia tepung pisang dari beberapa varietas dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sifat fisika dan kimia tepung pisang dari beberapa varietas

Varietas	Warna	Kadar air(%)	Kadar asam(%)	Karbohidrat(%)
Kepok	Putih	6,08	1,85	76,47
Nangka	Putih coklat	6,09	0,85	79,84
Ambon	Putih abu-abu	6,26	1,04	78,99
Raja bulu	Putih coklat	6,24	0,84	76,47
Ketan	Putih abu-abu	6,24	0,78	75,33
Lampung	Putih	8,39	0,49	70,10
Siam	Kuning coklat	7,62	1,00	77,13

(Sumber : Murtiningsih dan Imam Muhajir, 1988)

Komposisi kimia dari pati pisang dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Komposisi kimia dari pati pisang

Komponen	Jumlah (%)
Pati	92,87 ± 1,09
Protein	0,11 ± 0,01
Lipid	0,03
Abu	0,044 ± 0,017
Amilosa	55,42 ± 0,98

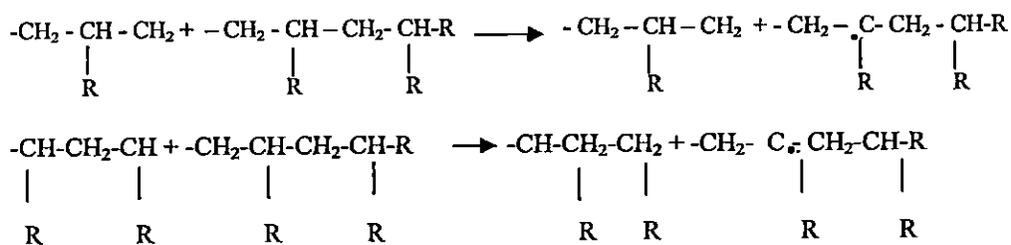
(Sumber : AHT-ONG, 2002)

Berdasarkan cara pemanfaatannya, buah pisang digolongkan ke dalam dua golongan yaitu *banana* dan *plantain*. *Banana* adalah golongan pisang yang dimakan dalam bentuk segar setelah buahnya masak, contohnya antara lain pisang ambon, pisang raja sereh, pisang raja bulu dan lain-lain. *Plantain* adalah golongan pisang yang dimakan setelah diolah terlebih dahulu, contohnya antara lain pisang kepok, pisang siam, pisang kapas, pisang rotan, dan lain-lain. Golongan *plantain* memiliki daging buah dengan kandungan pati tinggi (17 %), rasa manis yang kurang, dan membutuhkan pengolahan lebih lanjut.

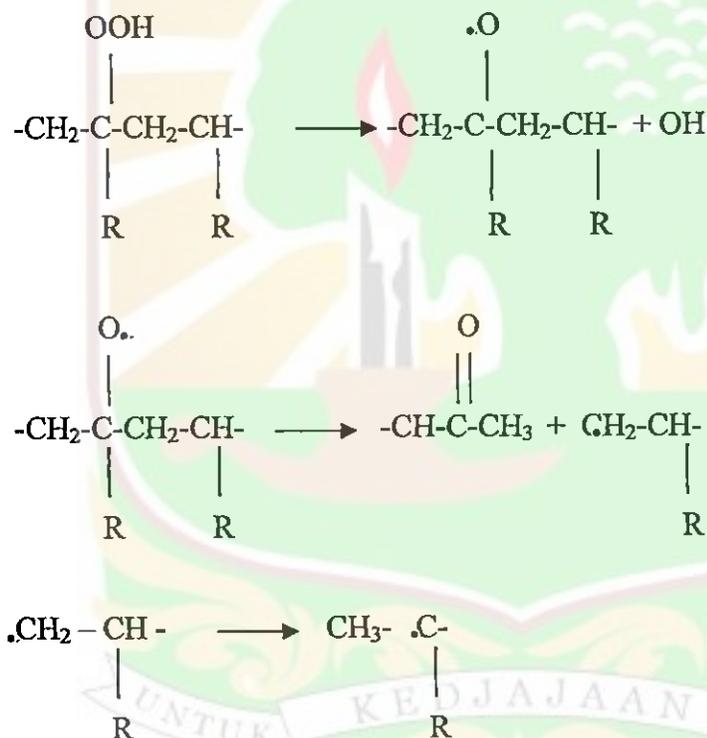
Pada penelitian ini jenis pisang yang digunakan adalah pisang kepok (*Musa paradisiacal*). Pati pisang kepok memiliki keunggulan dibandingkan pisang lain yaitu warnanya lebih putih dibandingkan dengan pati dari jenis pisang lain. Untuk menghasilkan pati yang baik sebaiknya digunakan buah pisang yang muda dengan tingkat kematangan $\frac{3}{4}$ penuh, kira-kira 80 hari setelah berbunga, hal ini dikarenakan pada kondisi demikian merupakan saat pembentukan pati maksimum dan kandungan karbohidrat yang cukup tinggi (Prabawati,2008).

2.4 Pemplastis

Pemplastis adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan dengan maksud untuk memperlemah kekakuan dari polimer. Selain itu pemplastis juga mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanik bahan polimer seperti kekuatan tarik, sifat listrik, suhu alir dan temperature transisi kaca (T_g). Pada daerah di atas T_g , bahan polimer menunjukkan sifat fisik dalam keadaan lunak (*soft*) seperti karet, sebaliknya di bawah T_g polimer dalam keadaan sangat



Bila terdapat oksigen, degradasi polipropilena pada suhu tinggi akan menghasilkan polipropilena hidroparoksida, yang selanjutnya akan lebih mudah terbiodegradasi dengan mudah. Reaksinya adalah sebagai berikut :



2.7 Plastik biodegradabel

Plastik yang beredar di masyarakat saat ini sebagian besar berbahan polimer sintesis yang berasal dari minyak bumi. Plastik sintetik (non-biodegradabel) sangat berpotensi menjadi material yang mengancam kelangsungan makhluk hidup di bumi ini. Untuk menyelamatkan lingkungan dari

bahaya plastik, saat ini telah dikembangkan plastik biodegradabel, artinya plastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Plastik biodegradabel terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan.

Salah satu jenis plastik yang banyak diteliti dan dikembangkan adalah plastik campuran dari bahan nonbiodegradabel dengan bahan biodegradabel. Pencampuran tersebut merupakan salah satu alternatif yang mungkin untuk diterapkan walaupun tidak terdegradasi secara sempurna. Biodegradabel plastik yang berbasis pati dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

- a. Mencampur pati dengan plastik konvensional (PE atau PP) dalam jumlah kecil (10% - 20%)
- b. Mencampur pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL, dalam komposisi yang sama (50%)
- c. Menggunakan proses ekstruksi untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti kedelai, gliserol, lignin dan sebagainya sebagai plastisizer (Flieger, 2003).

Biodegradasi material organik, terutama polimer alam seperti selulosa, lignin, atau karet alam, dapat terjadi akibat serangan secara mikrobiologis terhadap material tersebut. Mikroorganisme mempunyai kemampuan memproduksi bermacam-macam enzim yang dapat bereaksi dengan polimer alam. Reaksi enzimatik terhadap polimer merupakan suatu proses kimiawi dimana mikroorganisme memperoleh sumber makanan dari polimer. Fenomena

biodegradasi terhadap material organik, termasuk polimer, terlihat dari fakta bahwa dalam siklus makanan di alam, secara langsung atau tidak, cepat atau berangsur-angsur, material yang ada akan berkurang jumlahnya, artinya material inilah yang sebagian atau seluruhnya digunakan sebagai sumber nutrisi oleh mikroorganisme. Studi tentang biodegradasi dapat dilakukan dalam lingkungan yang sesungguhnya yaitu dipendam dalam tanah atau dilakukan dengan metode simulasi. (Rohaeti, 2009). Dengan penambahan pati polimer sintesis maka ada kemungkinan pati akan dimakan oleh mikroorganisme sehingga plastik yang terbentuk akan lebih cepat hancur.

2.8 Karakterisasi sifat mekanik plastik biodegradabel

Kualitas plastik biodegradabel yang dihasilkan dapat ditentukan dengan melakukan karakterisasi. Beberapa karakterisasi yang dapat menentukan kualitas plastik biodegradabel adalah karakterisasi sifat mekanik, karakterisasi gugus fungsi dengan FTIR, karakterisasi sifat termal meliputi titik leleh dan titik transisi kaca dengan DSC serta karakterisasi derajat kristalinitas (Juari, 2006). Temperatur titik transisi kaca merupakan temperatur pertengahan dalam selang transisi proses pembentukan struktur padat. Dibawah temperatur ini material akan menjadi getas seperti gelas, dan pada temperatur yang lebih tinggi ia cenderung untuk meleleh seperti cairan yang memiliki viskositas tinggi. Pada umumnya temperatur transisi kaca polimer tergantung pada volume bebas polimer, gaya tarik antar molekul, mobilitas internal rantai, dan kekakuan rantai polimer (Rohaeti, 2009).

Sifat mekanik adalah sifat yang menyatakan kemampuan bahan dalam menerima beban tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan tersebut. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak, dari pengujian tersebut akan dihasilkan data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

a. Kuat Tarik

Uji tarik adalah salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan mengetahui kekuatan bahan apabila diberikan gaya tarik. Dengan melakukan uji tarik dapat diketahui reaksi bahan terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana bahan bertambah panjang. Sifat kekuatan tarik (σ_t) dipelajari dengan mengamati bahan yang diberikan tegangan, karena selama di bawah pengaruh tegangan spesimen mengalami perubahan bentuk (deformasi) maka secara praktis kekuatan tarik diartikan sebagai besarnya beban maksimum (F_{maks}) yang dibutuhkan untuk memutuskan spesimen bahan dibagi dengan luas penampang semula (A_0) (Sitorus, 2008). Umumnya kekuatan tarik polimer lebih rendah dari baja yaitu 70 kg.f/mm^2 . Bila suatu bahan ditarik sampai putus maka akan didapatkan data gaya tarikan dan pertambahan panjang. Dari hasil pengujian akan didapatkan grafik hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*).

Stress :

$$\sigma_t = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (\text{pers. 2.1})$$

dimana :

$$F_{maks} = \text{Beban tarik (N)}$$

A_0 = Luas penampang (mm^2)

σ_t = kuat tarik (stress) (Nmm^{-2})

Strain :

$$\varepsilon = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (\text{pers 2.2})$$

dimana : ε = Regangan (*Strain*)

l_0 = Panjang mula-mula spesimen sebelum pembebanan (mm)

Δl = Pertambahan panjang (mm)

Hubungan antara *stress* dan *strain* dirumuskan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (\text{pers. 2.3})$$

dimana : E = Modulus Elastisitas atau *Modulus Young* (Nm^{-2})

σ = *Stress* (Nm^{-2})

ε = *Strain*

b. Kuat Lentur

Kuat lentur atau kekuatan bending adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi besar. Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Kuat lentur dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.4:

$$\sigma_t = \frac{3WL}{2bh^2} \quad (\text{pers 2.4})$$

dimana :

σ_{ℓ} = kuat lentur (Nmm^{-2})

W = beban (N)

L = jarak tumpuan (mm)

b = lebar (mm)

h = tebal (mm)

2.9 Karakterisasi gugus fungsi

Untuk mengkarakterisasi gugus fungsi pada senyawa organik digunakan Spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infra Red). Pada spektroskopi ini, spektrum infra merah terletak pada daerah dengan panjang gelombang dari 0,78 sampai $1000\mu\text{m}$ atau bilangan gelombang dari 12800 sampai 1cm^{-1} . Instrumentasi spectrum inframerah dibagi kedalam tiga jenis radiasi, yaitu inframerah dekat (bilangan gelombang $1280\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$), inframerah pertengahan (bilangan gelombang $4000\text{-}200\text{ cm}^{-1}$) dan inframerah jauh (bilangan gelombang $200\text{-}10\text{cm}^{-1}$). Spektrofotometer FTIR termasuk dalam kategori inframerah pertengahan (bilangan gelombang $4000\text{-}200\text{ cm}^{-1}$). Dengan membandingkan spectrum inframerah dari dua senyawa dari dua senyawa yang diperkirakan identik maka dapat ditentukan senyawa tersebut identik atau tidak. Pelacakan tersebut lazim disebut dengan bentuk sidik jari (finger print) dari dua spectrum inframerah. Jika puncak spektrum inframerah kedua senyawa pada bilangan gelombang tertentu sama maka dalam banyak hal dua senyawa tersebut identik. Pola pada daerah sidik jari pada pengamatan sangat berbeda satu dengan lainnya, karenanya hal ini

dapat digunakan untuk mengidentifikasi senyawa tersebut. Penetapan secara kualitatif dapat dilakukan dengan membandingkan tinggi puncak (transmitasi) pada panjang gelombang tertentu yang dihasilkan oleh zat yang diuji dan zat standar. Dalam ilmu material analisa ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya reaksi ataupun interaksi antara bahan-bahan yang dicampurkan. Selain itu intensitas gugus yang terdeteksi dapat menentukan jumlah bahan yang bereaksi atau yang terkandung dalam campuran (Sitorus, 2009).

2.10 Karakterisasi Biodegradasi

Metode kuantitatif yang paling sederhana untuk mengkarakterisasi terjadinya biodegradasi suatu polimer adalah dengan menentukan kehilangan massa dan degradabilitas material polimer (Owen, 1995; Hatakeyama, 1995). Kehilangan massa ditentukan dengan cara menimbang massa polimer sebelum dan setelah proses biodegradasi selama selang waktu tertentu. Persen kehilangan massa sesungguhnya dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\text{persen massa} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \% \quad (\text{pers.2.5})$$

dimana : W_i = massa sampel sebelum proses biodegradasi

W_f = massa sampel sesudah proses biodegradasi

Degradabilitas dapat menunjukkan kemudahan terdegradasinya suatu bahan polimer, dapat ditentukan dengan cara membagi persen massa terhadap waktu biodegradasi seperti ditunjukkan pada persamaan :

$$\text{degradabilitas} = \frac{\text{persen massa}}{\text{waktu}} \quad (\text{pers. 2.6})$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan November 2011 sampai bulan Juli 2012. Pembuatan dan pencetakan sampel dilakukan di Limau Manis, Padang. Pengujian kuat tarik dan kuat lentur dilakukan di Laboratorium Metalurgi Mekanik Jurusan Teknik Mesin, Universitas Andalas. Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Jurusan Kimia, Universitas Andalas. Foto permukaan dilakukan di Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Universitas Andalas.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian .

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Timbangan digital

Untuk menimbang massa pati pisang, sorbitol dan polipropilena. Timbangan yang akan digunakan adalah *Electronic Balance Model Lutren GM-300P*.



Gambar 3.1 Timbangan digital

b. Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengayak pati pisang yang telah dikeringkan.

c. Blender

Digunakan untuk menghancurkan pisang mentah agar menjadi bubur.



Gambar 3.2 Blender panasonic

d. Kualiti besi

Untuk melelehkan plastik polipropilen bekas dan pencampuran dengan pati dan sorbitol.

e. Kompor

Digunakan untuk memanaskan sampel.

f. Sendok kayu

Digunakan untuk mengaduk sampel.

g. Mesin Uji Tarik Mini

Pengujian tarik dilakukan dengan *COM-TEN Testing Machine 95T series* seperti pada gambar 3.3.

Spesifikasi alat uji tarik yaitu :

Merk : *COM-TEN Testing machine 95T series*

Kapasitas maksimum : 5000 pounds

Range kecepatan : 0,06 – 3 inchi/menit

Load cell : *S-block load cell*

Kontrol pengujian

: Otomatis dengan *com-touch* total kontrol



Gambar 3.3 COM-TEN *Testing Machine 95T series*

h. Mesin Uji Lentur (*Flexure*)

Mesin uji lentur (*flexure*) merupakan mesin uji tarik mini *COM-TEN Testing Machine* yang dimodifikasi pada bagian penjepit spesimennya. Peralatan penjepit spesimen diganti dengan peralatan *flexure* tiga titik. Bentuk dari alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Mesin Uji Lentur (*Flexure*) Tiga Titik

- i. Mikroskop metalurgi trinokuler dengan perbesaran 100 X

Digunakan untuk melihat struktur permukaan komposit biodegradabel.



Gambar 3.5 Mikroskop metalurgi trinokuler

- j. Spektrofotometer FTIR

Digunakan untuk mengkarakterisasi gugus fungsi yang dihasilkan.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Plastik polipropilena kemasan air minum bekas



Gambar 3.6 Plastik polipropilena kemasan air minum bekas

2. Pisang kepok



Gambar 3.7 Pisang kepok

3. Sorbitol.



Gambar 3.8 Sorbitol

3.3. Tata laksana penelitian

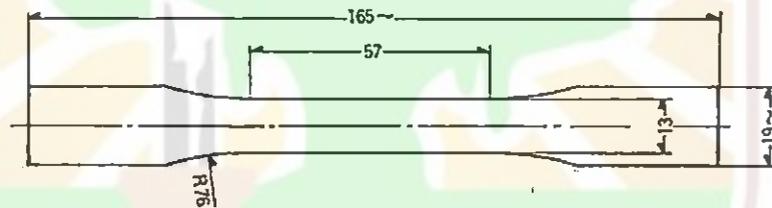
a. Pembuatan pati pisang

Proses pembuatan pati pisang yaitu buah pisang kepok mentah dilepaskan dari tandannya satu persatu, kemudian dikupas dan dicuci. Daging buahnya direndam dalam air, lalu dipotong-potong dan diblender menjadi bubur buah. Untuk memudahkan penghancuran, ditambahkan air dengan perbandingan 1 : 1. Selanjutnya bubur buah disaring yang hasilnya disebut dengan filtrat I, ampas yang tersisa ditambah air dengan perbandingan 1:1 dan disaring kembali hasilnya disebut filtrat II. Filtrat I dan filtrat II selanjutnya digabung

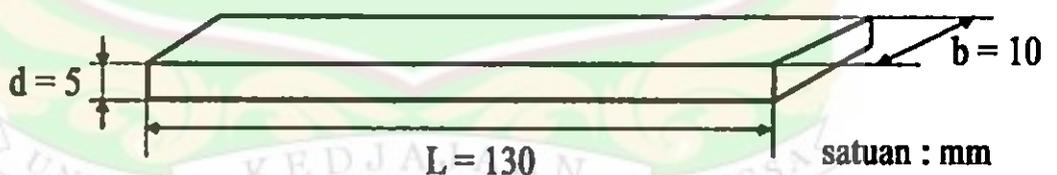
dalam satu wadah dan didiamkan selama 6 - 8 jam agar pati mengendap. Setelah mengendap bagian yang jernih dibuang dan pati hasil pengendapan dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 1 hari. Apabila pati sudah kering selanjutnya pati diayak dan pati pisang siap digunakan.

b. Pembuatan Cetakan

Pada penelitian ini cetakan yang digunakan terbuat dari seng. Ukuran cetakan untuk uji kuat tarik adalah sesuai dengan standar alat uji ASTM D 638. Untuk uji tarik sampel dibuat seperti pada gambar 3.9 dan sampel uji lentur dibuat seperti gambar 3.10



Gambar 3.9 Spesimen Uji kuat tarik berdasarkan ASTM D638



Gambar 3.10 Spesimen Uji kuat lentur berdasarkan ASTM D790

c. Pembuatan Komposit

Pencampuran plastik polipropilena bekas, pati pisang dan sorbitol dilakukan secara manual dengan menggunakan wadah dari kualiti besi yang dipanaskan di atas kompor. Pertama masukkan polipropilena ke dalam kualiti dan dibiarkan sampai mencair, setelah mencair pati pisang dan sorbitol

dimasukkan dan diaduk menggunakan sendok kayu sampai bahan tercampur rata. Campuran plastik kemasan polipropilena, pati pisang dan sorbitol yang telah merata selanjutnya dituang ke dalam cetakan. Setelah membeku di dalam cetakan maka sampel dikeluarkan dan sampel siap untuk diuji.

Pada penelitian ini akan dibuat 5 variasi massa pati pisang sedangkan massa polipropilena dan massa sorbitol tetap, ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi plastik polipropilena, pati pisang dan sorbitol

Plastik polipropilena (gram)	Pati pisang (gram)	Sorbitol (gram)
30	0	3
30	2	3
30	3	3
30	4	3
30	5	3

Jumlah sampel untuk pengujian kuat tarik sebanyak 15 sampel, uji lentur sebanyak 15 sampel, dan uji biodegradabel sebanyak 45 sampel.

3.4. Teknik Pengujian

3.4.1. Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik akan dilakukan menggunakan *COM-TEN Testing Machine 95T series*. Sebelum dilakukakn pengujian sampel diukur lebar dan ketebalannya selanjutnya kedua ujung spesimen dijepit pada alat uji tarik. Selanjutnya komputer dinyalakan dan buka program tentang pengujian kuat tarik, masukkan data nilai lebar dan ketebalan sampel setelah itu nyalakan mesin penguji dan klik start pada komputer. Pada saat sampel patah klik tombol stop. Dari hasil pengujian akan

didapatkan grafik hubungan stress dan strain. Selanjutnya dari data yang didapatkan dapat ditentukan nilai modulus elastisitas dari komposit biodegradabel.

3.4.2. Uji Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur menggunakan standar pengujian ASTM D790. Cara pengujian hampir sama dengan pengujian kuat tarik namun pada pengujian kuat lentur sampel diletakkan pada penyangga dimana jarak antara titik-titik pada penyangga yaitu 103 mm, selanjutnya klik start pada komputer maka perlahan-lahan pembebanan akan bergerak turun menekan sampel hingga patah. Pada saat sampel patah klik stop dilayar komputer dan gaya yang dihasilkan pada saat sampel patah merupakan gaya maksimum, nilai kuat lentur dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

3.4.3. Uji biodegradabel

Uji biodegradabel dilakukan dengan cara sampel dikubur di dalam tanah selama 60 hari dengan pengamatan setiap 20 hari sekali. Setelah itu diamati perubahan fisis yang terjadi pada permukaan sampel menggunakan mikroskop metalurgi trinokuler. Dari penguburan yang telah dilakukan selanjutnya ditentukan persen massa kehilangan berat sampel selama penguburan dan ditentukan nilai degradabilitas perhari.

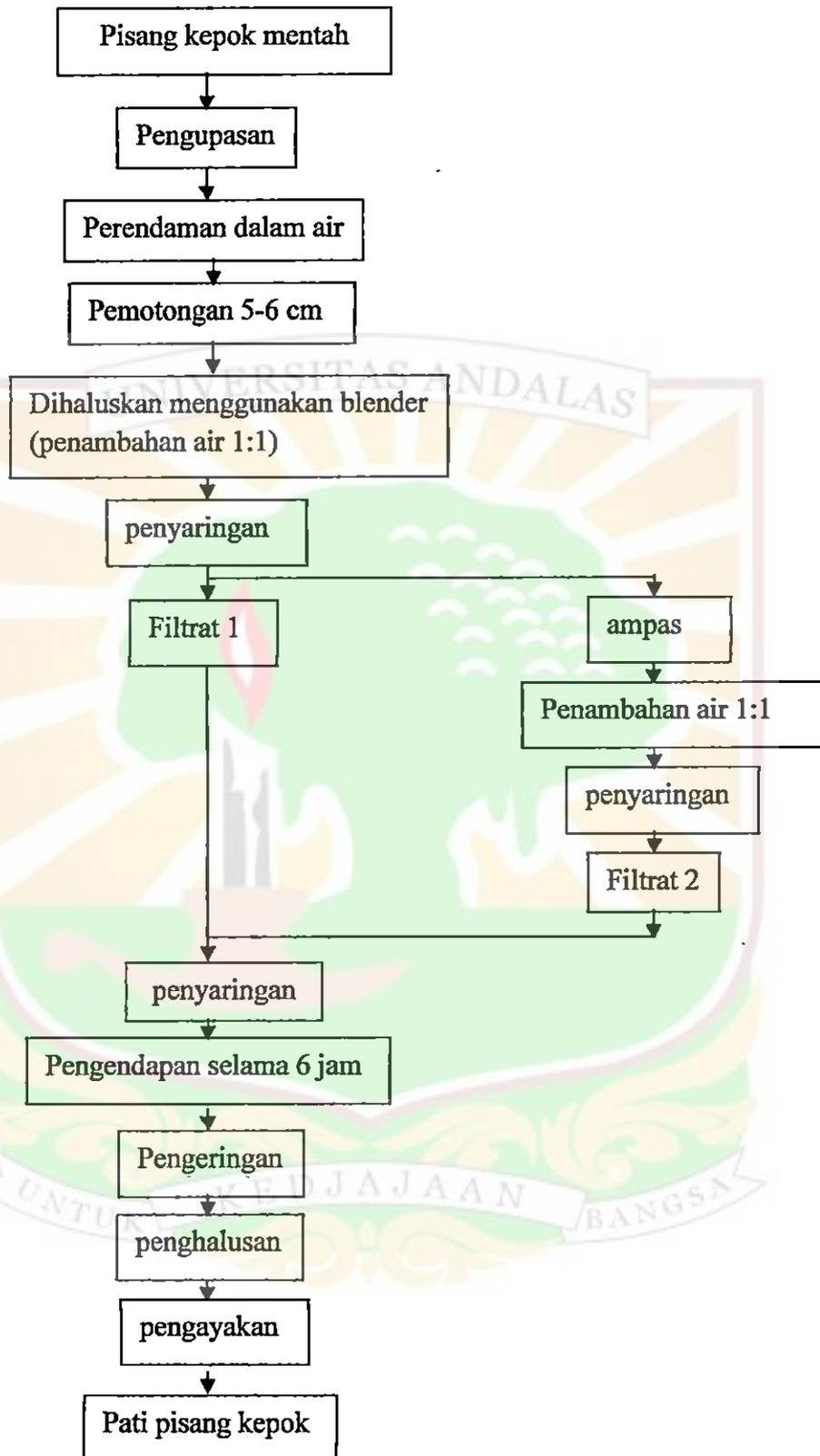
3.4.3. Karakterisasi FTIR

Pengujian dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR. Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil

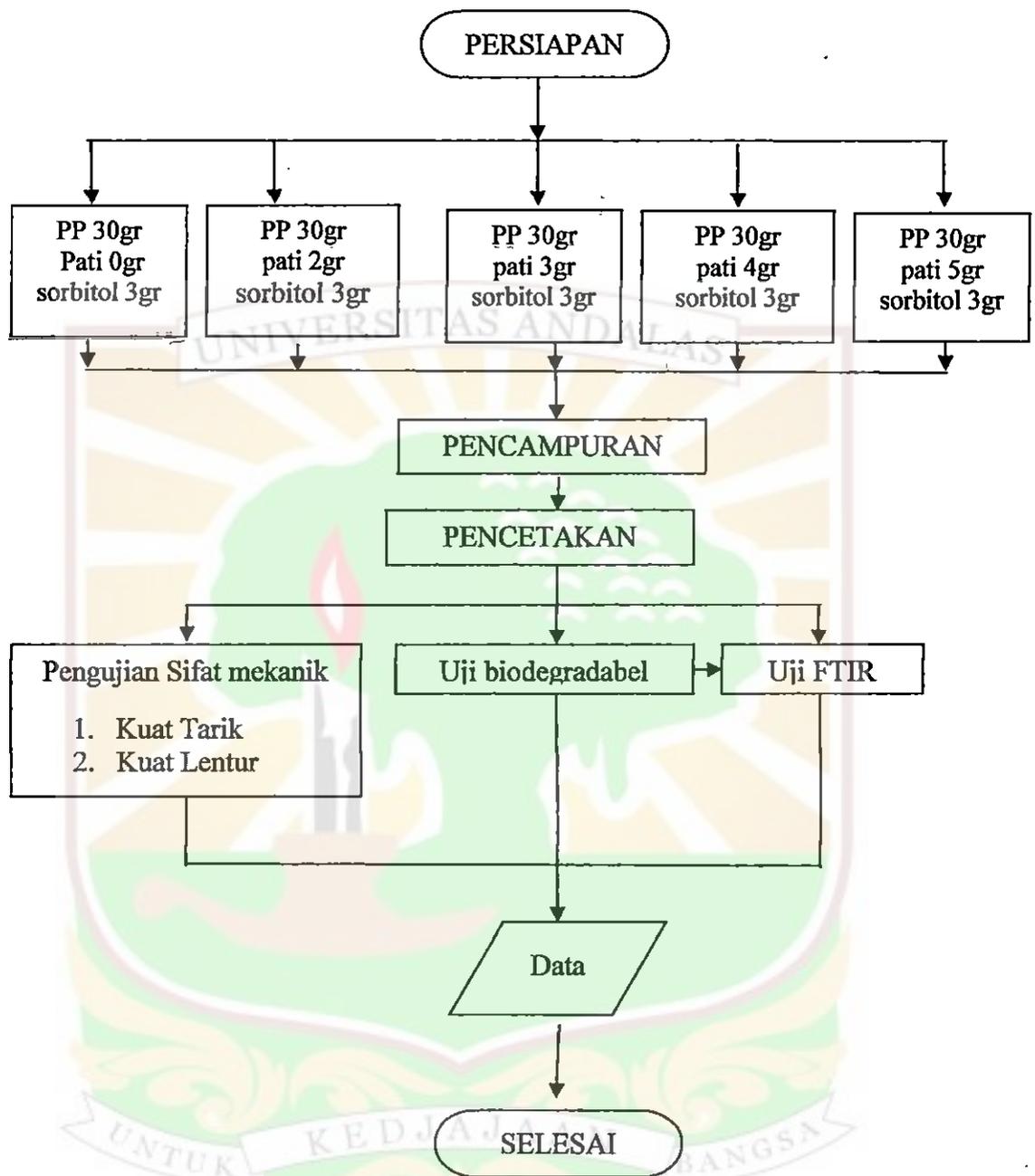
spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pen trasmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}). Karakterisasi dilakukan untuk melihat dan mengetahui ikatan yang terjadi antara plastik polipropilena dengan pati pisang dan sorbitol. Selain itu dilakukan perbandingan gugus fungsi yang terbentuk sebelum dan setelah penguburan.

3.5. Tahapan Penelitian

Tahapan pembuatan pati pisang ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 3.11. Pelaksanaan penelitian secara garis besar ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 3.12.



Gambar 3.11 Tahapan pembuatan pati pisang kepok



Gambar 3.12 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa karakterisasi mekanik

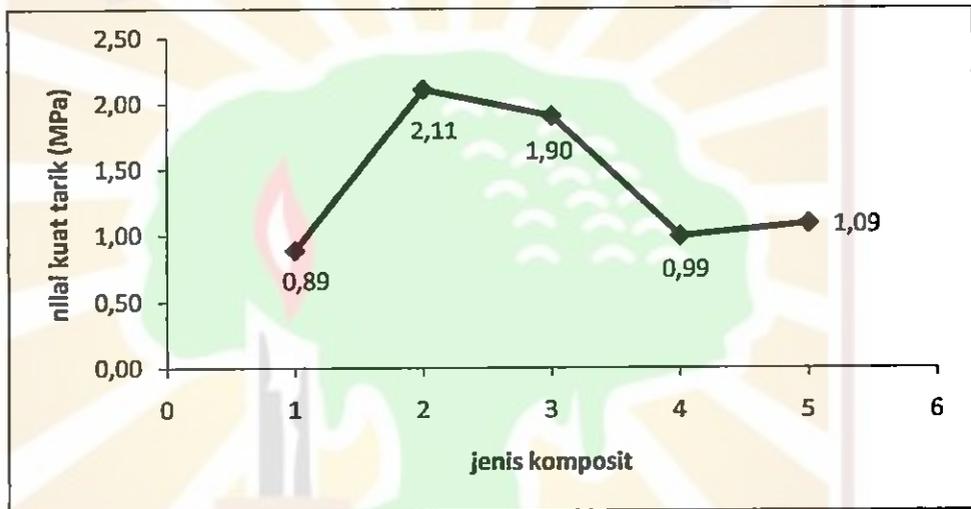
Analisa karakterisasi mekanik komposit polipropilena dengan variasi komposisi pengisi yang berbeda merupakan faktor terpenting untuk menentukan sifat mekanis bahan yang diinginkan. Dengan menentukan nilai karakteristik mekaniknya maka dapat diketahui komposisi bahan terbaik sehingga dapat diaplikasikan pada pembuatan berbagai macam bahan yang menggunakan propilena sebagai bahan dasar. Penentuan karakteristik mekanik dapat dilakukan dengan melakukan berbagai macam pengujian diantaranya uji kuat tarik dan uji kuat lentur, pengujian ini menggunakan standar yang telah ditetapkan yaitu menggunakan standar ASTM D 638 untuk uji kuat tarik dan ASTM D 790 untuk uji kuat lentur.

4.1.2 Uji kuat tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan menggunakan Universal Testing Machine (UTM) dengan merek *COM-TEN Testing Machine 95T series*. Dari hasil pengujian didapatkan grafik nilai kuat tarik (*stress*) dan regangan (*strain*) sehingga dapat ditentukan nilai modulus elastisnya menggunakan persamaan 2.3. Contoh perhitungan kuat tarik terdapat pada lampiran 1. Nilai rata-rata hasil pengujian tersaji pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai rata-rata karakteristik mekanik uji kuat tarik

Jenis komposit	Kuat tarik (MPa)	Regangan	Modulus Elastis (MPa)
Polipropilena + sorbitol + Pati 0 gram	0.89	0.01	73.92
Polipropilena + sorbitol + Pati 2 gram	2.11	0.05	45.78
Polipropilena + sorbitol + Pati 3 gram	1.91	0.06	31.75
Polipropilena + sorbitol + Pati 4 gram	0.99	0.04	25.32
Polipropilena + sorbitol + Pati 5 gram	1.09	0.03	36.17



Gambar 4.1 Grafik hubungan rata-rata kuat tarik dengan variasi massa pati

Dari grafik terlihat bahwa nilai kuat tarik paling besar terdapat pada sampel dengan penambahan pati 2 gram yaitu sebesar 2,11 MPa dimana nilai modulus elastisitasnya yaitu 45,78 MPa. Pada komposit dengan penambahan massa pati pisang terjadi penurunan kuat tarik dimana penambahan pati sebanyak 3 gram mengakibatkan terjadinya penurunan kuat tarik menjadi 1,91 MPa dan nilai modulus elastisitasnya menjadi 31,75 MPa, dan menurun menjadi sebesar 0,99 MPa untuk penambahan pati sebanyak 4 gram dengan modulus elastisitas sebesar 25,32 MPa, sedangkan penambahan pati sebanyak

5 gram nilai kuat tariknya meningkat kembali menjadi 1,09 MPa dan modulus elastisitasnya yaitu 36,17 MPa.

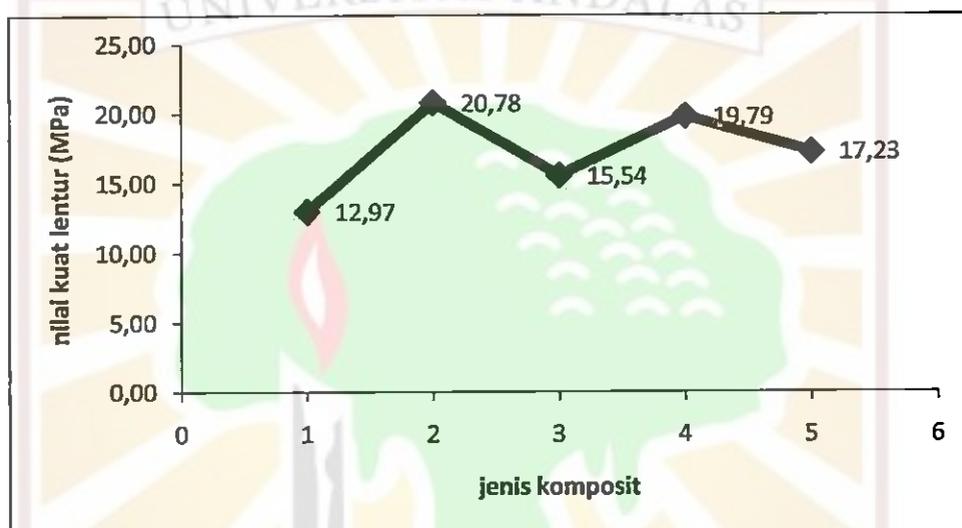
Nilai kuat tarik dipengaruhi oleh banyaknya penambahan pati, semakin banyak komposisi pati yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya semakin menurun, hal ini disebabkan karena sifat plastisnya yang menurun. Selain itu pengaruh dari pencampuran komposit juga akan menentukan nilai kuat tarik, semakin merata tercampur maka akan semakin kuat ikatannya. Pada penambahan pati sebesar 5 gram nilai kuat tariknya kembali meningkat, hal ini kemungkinan diakibatkan ikatan kimia yang terbentuk cenderung lebih kuat sehingga nilai kuat tariknya juga meningkat. Nilai kuat tarik paling rendah justru terdapat pada komposit tanpa penambahan pati yaitu sebesar 0,89 MPa dengan nilai modulus elastisitas sebesar 73,92 MPa, hal ini disebabkan adanya lubang atau pori pada sampel yang sudah tercetak sehingga pada waktu pengujian sampel tersebut mudah sekali patah, karena pembuatan sampel dicetak tanpa mesin pres sehingga sulit untuk menghilangkan pori yang terbentuk.

4.1.2 Uji kuat lentur

Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mendapatkan besarnya gaya yang dibutuhkan sehingga dapat ditentukan nilai kuat lentur dari sampel dengan menggunakan persamaan 2.4. Contoh perhitungan kuat lentur terdapat pada lampiran 1 dan hasil rata-rata kuat lentur tersaji pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 1 Nilai rata-rata karakteristik mekanik uji kuat lentur

No	Jenis komposit	Nilai kuat lentur (MPa)
1	Polipropilena + sorbitol + Pati 0 gram	12.97
2	Polipropilena + sorbitol + Pati 2 gram	20.78
3	Polipropilena + sorbitol + Pati 3 gram	15.54
4	Polipropilena + sorbitol + Pati 4 gram	19.79
5	Polipropilena + sorbitol + Pati 5 gram	17.23



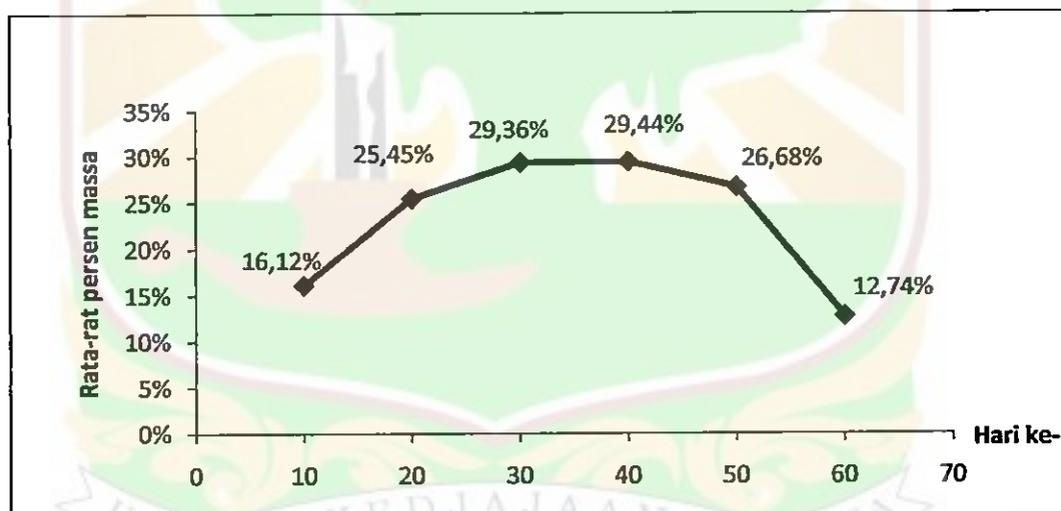
Gambar 4.2 Grafik hubungan nilai rata-rata kuat lentur dengan variasi massa pati

Berdasarkan grafik terlihat bahwa nilai kuat lentur terbesar terdapat pada sampel dengan penambahan pati 2 gram yaitu sebesar 20,78 MPa, selanjutnya sampel dengan penambahan pati 4 gram sebesar 17,79 MPa, sampel dengan penambahan pati 5 gram sebesar 17,23 MPa, sampel dengan penambahan pati 3 gram sebesar 15,54 MPa dan yang nilai kuat lentur terendah terdapat pada sampel tanpa penambahan pati yaitu sebesar 12,97 MPa. Perbedaan nilai kuat lentur ini disebabkan terdapat pori pada bagian dalam dari sampel dan ketika dilakukan pengujian bagian yang berpori ini lebih cepat patah, hal ini mengakibatkan nilai kuat lentur yang dihasilkan juga bervariasi. Selain itu penambahan pati ke dalam

komposit mengakibatkan penurunan kuat lentur semakin banyak pati ditambahkan maka akan semakin berkurang sifat kelenturan dari komposit yang dihasilkan.

4.2 Hasil Pengujian Biodegradasi

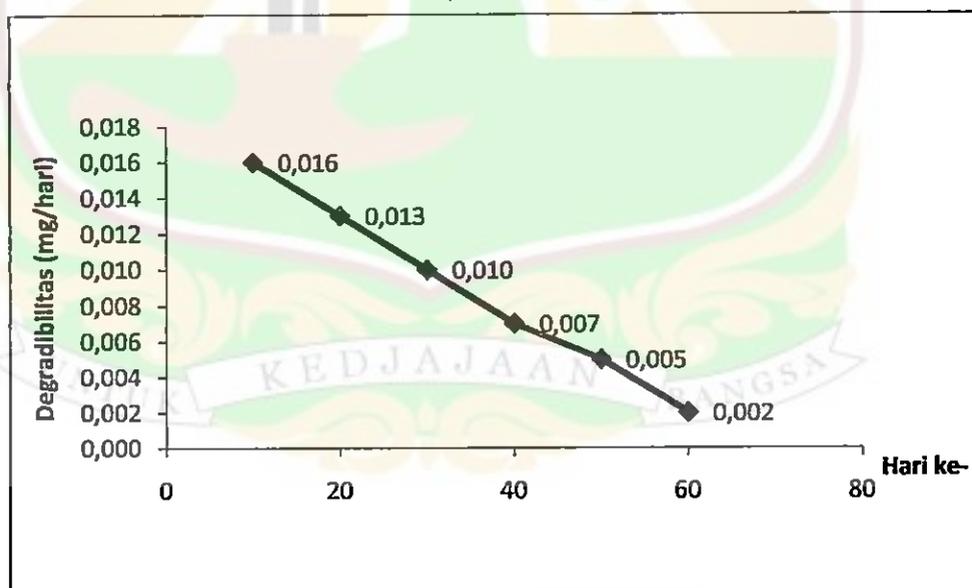
Uji biodegradasi dilakukan dengan mengkaji pengaruh lama penguburan terhadap persen kehilangan berat sampel, analisa permukaan sampel sebelum dan setelah dilakukan penguburan serta analisa gugus fungsi menggunakan spektrofotometer FTIR. Terjadinya biodegradasi ditandai dengan pemutusan rantai polimer yang ditunjukkan oleh kehilangan berat yang dihitung menggunakan persamaan 2.5. Besarnya nilai rata-rata persen massa tersaji pada gambar 4.3. Contoh perhitungan dan data biodegradasi terdapat pada lampiran 3.



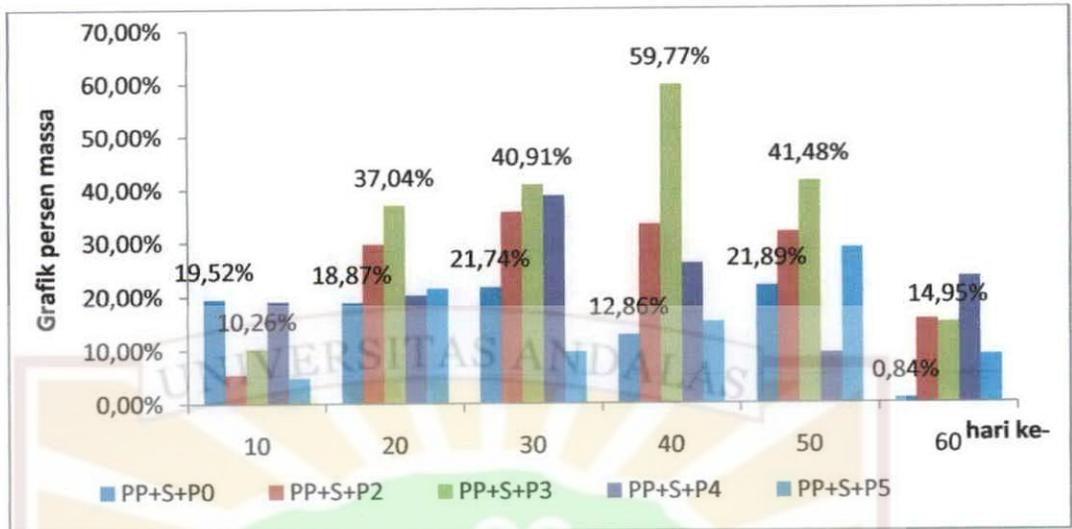
Gambar 4.3 Grafik hubungan rata-rata persen massa setiap 10 hari hingga hari ke-60

Pada penguburan 10 hari diperoleh nilai persen massanya sebesar 16,12 %, grafik ini terus meningkat pada penguburan hingga 40 hari dimana nilai yang diperoleh yaitu sebesar 25,45% untuk penguburan 20 hari, 29,44 % untuk penguburan selama 30 hari dan nilai tertinggi diperoleh pada penguburan 40 hari

yaitu sebesar 29,44 %. Peningkatan nilai persen massa ini menunjukkan bahwa penambahan pati mengakibatkan komposit yang terbentuk lebih disukai mikroba sehingga banyak terbentuk celah dan pori yang mengakibatkan berkurangnya massa komposit setelah dilakukan penguburan. Pada penguburan hari ke-50 terjadi penurunan nilai persen massa yaitu menjadi 26.68%, hal yang sama juga terjadi pada penguburan selama 60 hari dimana persen massa berkurang drastis menjadi 12,74 %. Hal ini ditunjukkan oleh grafik degradibilitas pada gambar 4.4, dimana semakin lama penguburan maka nilai degradibilitas juga akan menurun. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa penurunan laju biodegradasi dapat disebabkan oleh bagian molekul polimer yang dapat diserang oleh mikroorganisme semakin sedikit karena bagian permukaan polimer telah jenuh tertutupi oleh produk biodegradasi (Rohaeti, 2009).



Gambar 4.4 Grafik hubungan nilai degradibilitas per hari

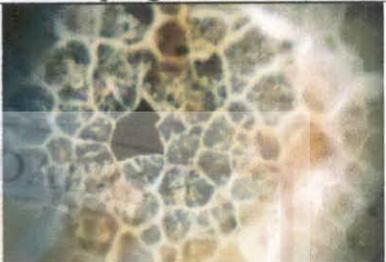
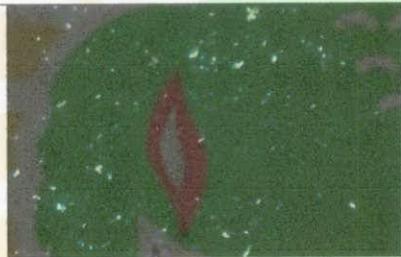
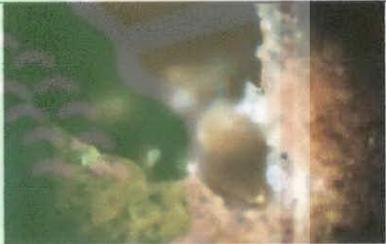
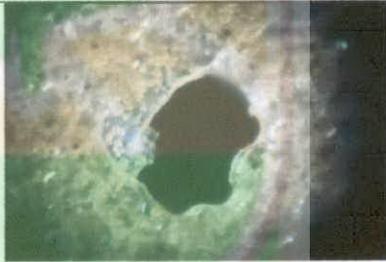
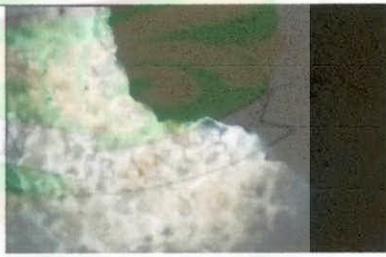
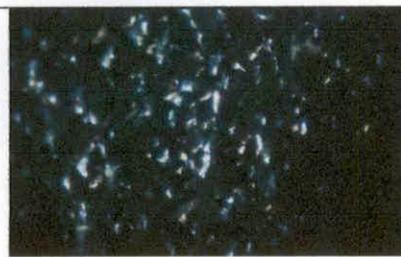


Gambar 4.5 Grafik hubungan persen massa dengan variasi massa pati

Dari gambar 4.5 terlihat bahwa nilai persen massa tertinggi untuk masing-masing sampel yaitu sampel dengan penambahan pati sebanyak 3 gram dengan lama penguburan 40 hari, dan sampel dengan persen massa terendah yaitu sampel tanpa penambahan pati dengan lama penguburan 60 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pati sampai pada batas tertentu akan semakin mudah terdegradasi. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai macam faktor diantaranya ketersediaan mikroba di dalam tanah, semakin banyak mikroba yang menyukai komposit yang dibuat maka akan semakin cepat terdegradasi, sebaliknya walaupun jumlah mikroba banyak namun jika tidak menyukai komposit yang terbentuk maka degradasinya juga akan lama.

Untuk analisa struktur permukaan sebelum dan setelah penguburan dilakukan foto optik menggunakan mikroskop metalurgi trinokuler dengan perbesaran 100 X. Sampel yang difoto merupakan sampel dengan lama penguburan 40 hari, dari hasil biodegradasi terlihat bahwa sampel dengan

lama penguburan 40 hari merupakan sampel yang paling banyak kerusakannya. Hasil dari foto tersebut ditunjukkan pada gambar 4.6.

Sampel	Sebelum penguburan	Setelah penguburan
PP+S+P 0 gram		
PP+S+P 2 gram		
PP+S+P 3 gram		
PP+S+P 4 gram		
PP+S+P 5 gram		

Gambar 4.6 Sampel sebelum dan setelah penguburan 40 hari

Dari gambar 4.6 terlihat bahwa terjadi kerusakan pada sampel setelah dilakukan penguburan, hal ini menunjukkan bahwa penambahan pati dan pemplastis mengakibatkan komposit yang terbentuk disukai oleh mikroba sehingga banyak terbentuk celah dan pori pada permukaan sampel yang dikubur pada tanah. Banyaknya celah dan pori yang terbentuk bergantung pada banyak atau tidaknya mikroba menyerang komposit yang dikubur, semakin banyak pati yang disukai oleh mikroba maka semakin cepat degradasi terjadi. Pada penguburan hari ke-40 merupakan penguburan paling optimum ditunjukkan oleh kerusakan yang terjadi pada sampel lebih banyak sehingga nilai persen massanya tinggi. Gambar lain terdapat pada lampiran 3.

4.3 Analisis FTIR

Hasil pengujian spektrum FTIR terdapat pada lampiran 4, dan hasil analisis gugus fungsi sebelum dan setelah penguburan terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Analisis gugus fungsi komposit sebelum dan setelah penguburan

No	Senyawa	Sebelum penguburan		Setelah penguburan	
		Bilangan gelombang	Gugus Fungsi	Bilangan gelombang	Gugus Fungsi
1	PP+S	3425.92	O-H	3389.28	O-H
		2920.66; 2841.6; 2724.92	C-H	2920.66	C-H
		1644.02	C=C	1644.98	C=C
		1375.96	CH ₃	1375.96	CH ₃
		1161.9	C-C(O)-C	1161.90	C-C(O)-C
2	PP+S+P 2gram	3438.46	O-H	3401.82	O-H
		2922.59	C-H	2922.45	C-H
		1644.98	C=C	1642.09	C=C
		1376.93	CH ₃	1378.85	CH ₃
		1161.9	C-C(O)-C	1081.87	C-O
3	PP+S+P 3gram	3447.13	O-H	3383.50	O-H
		2922.59	C-H	2923.56	C-H
		1649.8	C=C	1644.98	C=C
		1375.96	CH ₃	1377.89	CH ₃
		1162.87	C-C(O)-C	1081.87	C-O
4	PP+S+P 4gram	3447.13	O-H	3407.60	O-H
		2922.59	C-H	2923.56	C-H
		1647.87	C=C	1645.95	C=C
		1375.96	CH ₃	1375.96	CH ₃
		1161.9	C-C(O)-C	1152.26	C-O
5	PP+S+P 5gram	3507.88	O-H	3409.53	O-H
		2923.56	C-H	2922.59	C-H
		1649.8	C=C	1646.91	C=C
		1376.93	CH ₃	1375.96	CH ₃
		1162.87	C-C(O)-C	1154.19	C-O

Dari spektrum PP+Sorbitol sebelum dilakukan penguburan, memberikan informasi pada bilangan gelombang 3425.92 cm⁻¹, menunjukkan adanya gugus

OH. Bilangan gelombang $1644. \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus $\text{C}=\text{C}$. Bilangan gelombang 2920.66 cm^{-1} , 2841 cm^{-1} , 2724 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH yang didukung oleh sidik jari 1375.96 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH_3 . Pada bilangan gelombang 1161.9 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus $\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{C}$. Setelah dilakukan penguburan tidak ditemukan adanya gugus baru, namun intensitas gugus fungsi yang dihasilkan melemah. Pada gugus fungsi OH intensitas panjang gelombangnya menurun menjadi 3389.28 cm^{-1} . Pada gugus $\text{C}=\text{C}$ menjadi 1644.98 cm^{-1} . Pada gugus CH hanya ditemukan 1 puncak serapan yaitu pada bilangan gelombang 1644.96 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1169.9 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus $\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{C}$. Hasil ini menunjukkan adanya ikatan yang terbentuk antara polipropilena dengan sorbitol. Melemahnya ikatan setelah penguburan menunjukkan bahwa penambahan sorbitol dapat terdegradasi oleh mikroba. Hal ini didukung oleh foto permukaan pada sampel yang menunjukkan adanya pori setelah dilakukan penguburan.

Pada spektrum campuran polipropilena dan sorbitol dengan penambahan pati 2 gram sebelum penguburan memberikan informasi bilangan gelombang 3438.46 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus OH. Pada bilangan gelombang 1644.98 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus $\text{C}=\text{C}$. Pada bilangan gelombang 2922.59 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH yang dibuktikan adanya sidik jari pada bilangan gelombang 1376.93 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan CH_3 . Pada bilangan gelombang 1161.9 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi $\text{C}-\text{C}(\text{O})-\text{C}$, setelah dilakukan penguburan memberikan informasi bilangan gelombang 3401.82 cm^{-1} yang menunjukkan gugus OH, bilangan gelombang

1641.09 cm^{-1} menunjukkan gugus C=C. Pada bilangan gelombang 2926.45 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus CH yang ditandai dengan ikatan CH_3 pada bilangan gelombang 1378.85 cm^{-1} . Setelah dilakukan penguburan tidak ditemukan gugus C-C(O)-C, namun ditemukan gugus fungsi baru yaitu gugus C-O pada bilangan gelombang 1081.87 cm^{-1} . Hasil ini menunjukkan terjadi pemutusan rantai C yang mengakibatkan komposit lebih cepat terdegradasi.

Dari puncak serapan yang dihasilkan terlihat bahwa terjadi peningkatan pada gugus OH. Peningkatan gugus OH seiring dengan penambahan massa pati, hal ini menunjukkan bahwa terjadi pencampuran antara polipropilena, sorbitol dan pati, dimana semakin bertambah pati maka semakin tinggi intensitas penyerapan gugus OH, dengan tingginya nilai gugus OH maka akan mempercepat terjadinya degradasi komposit yang dihasilkan hal ini terlihat dari foto struktur permukaan dimana pada penambahan 5 gram pati pisang setelah dilakukan penguburan maka semakin banyak kerusakan yang terjadi pada komposit. Faktor lain yang mempengaruhi terjadinya degradasi oleh mikroba adalah adanya mikroorganisme, ketersediaan oksigen, jumlah ketersediaan air, temperature, lingkungan kimia (pH, elektrolit, dan lain-lain) (Sitorus, 2009).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai karakteristik mekanik dapat dilihat pada nilai kuat tarik dan kuat lentur yang dihasilkan. Nilai kuat tarik maksimum terdapat pada komposit dengan penambahan pati sebanyak 2 gram yaitu sebesar 2,11 MPa dengan nilai modulus elastis sebesar 45,78 MPa, sedangkan nilai kuat tarik minimum terdapat pada sampel dengan penambahan pati sebanyak 4 gram yaitu sebesar 0,99 MPa dengan nilai modulus elastis yaitu 25,32 MPa. Dari literatur nilai kuat tarik polipropilen berada pada rentang 0,95 MPa - 1,30MPa, hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi ikatan antara sorbitol sebagai pemlastis dengan polipropilena, sehingga meningkatkan nilai kuat tarik dari polipropilena. Sedangkan kuat lentur maksimum terdapat pada komposit dengan penambahan pati sebanyak 2 gram yaitu sebesar 20,78 MPa. Berdasarkan nilai karakteristik mekanik diketahui bahwa komposisi yang terbaik untuk pembuatan plastik biodegradabel dari campuran plastik polipropilen, sorbitol dan pati pisang kepok yaitu komposit dengan penambahan pati pisang kepok sebanyak 2 gram.
2. Penambahan pati dapat mengakibatkan kekuatan mekanik komposit yang terbentuk menjadi menurun namun dengan penambahan pati akan membuat komposit lebih disukai mikroba sehingga plastik lebih cepat terurai, hal ini terlihat pada hasil foto permukaan komposit yang lebih

banyak terdapat pori setelah dilakukan penguburan pada media tanah. Lama penguburan optimum yaitu 40 hari ditunjukkan oleh besarnya nilai persen massa yang dihasilkan yaitu sebesar 29, 44 % dan nilai degradabilitas yaitu sebesar 0.007 mg/hari.

3. Dari hasil pengujian FTIR diketahui bahwa ikatan yang terbentuk merupakan ikatan hidrogen terlihat dari gugus fungsi yang dihasilkan yaitu gugus O-H. Puncak-puncak serapan yang dihasilkan merupakan hasil penyerapan dari campuran antara polipropilen, sorbitol dan pati pisang dimana gugus fungsi yang dihasilkan yaitu C=C, C-C(O)-C, O-H, C-H. Setelah dilakukan penguburan ditemukan gugus fungsi baru yaitu C-O dari pemutusan rantai C pada gugus C-C(O)-C. Hasil analisis FTIR ini menunjukkan bahwa komposit yang dihasilkan bersifat biodegradabel.

5.2 Saran

- Untuk meminimalisir pori yang terbentuk dari hasil cetakan maka disarankan untuk melakukan pengepresan pada waktu mencetak sampel.
- Hendaknya dilakukan isolasi terhadap lokasi dimana sampel dikuburkan.

DAFTAR PUSTAKA

- AHT-ONG, Duangdao. dan Kanjana., 2002, Thermal Properties and Moisture Adsorption of LDPE/Banana Starch Biocomposite Film, *Journal of metal, materials and minerals*, vol.12 no.1 pp. 1-10.
- Azkha, N., 2006, Analisis Timbunan, Komposisi dan Karakteristik Sampah di Kota Padang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol.1, No.1 Padang.
- Darni, Yuli. Chici A. dan Sri Ismiyati D., 2008, Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*, Universitas Lampung.
- Deswita, Aloma K.K. Sudirman. dan Indra Gunawan., 2007, Modifikasi Polietilen sebagai Polimer Komposit Biodegradabel untuk Bahan Kemasan, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Tangerang.
- Elvi, Maria., 2011, Pengaruh Penambahan Gula Jagung Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Plastik Campuran Polypropylene Bekas dan Pati Sagu, *Skripsi*, Jurusan Fisika Unand, Padang.
- Flieger MM. Kantorova A. dan Prell T., 2003, *Biodegradable Plastic From Renewable Sources*, *J Folia Microbiol* 48910:22-44.
- Harahap, A.P., 2009, Pelapisan Melon Menggunakan Film Edibel dari Pati Ubi Kayu dengan Penambahan Sorbitol sebagai Zat Pemlastis, *skripsi*, Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Huda, Thorikul. dan Feris Firdaus., 2007, Karakteristik Fisiokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi* Vol. 4 No 2. Yogyakarta.
- Juari. 2006., Pembuatan dan Karakterisasi dari Poly-3-Hidroksialkanoat (Pha) yang Dihasilkan *Ralstonia Eutropha* pada Hidrolisat Pati Sagu dengan

Penambahan Dimetil Ftalat (Dmf), *Skripsi*, Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Lubis, Misri Yanti., 2009, Pembuatan Komposit Kayu Plastik dari Serat Kayu Kelapa Sawit dan Polipropilena dengan Menggunakan Polipropilena yang Dimodifikasi dengan Asam Akrilat sebagai Bahan Penghubung. *Tesis*, PPs Universitas Sumatera Utara, Medan.

Murtiningsih. dan Imam Muhajir., 1988, Pengaruh Cara Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Beberapa Varietas Pisang, *Penelitian Hortikultura*, No.1, Vol.5.

Prabawati, Sulusi. Suyanti. dan Dondy A Setyabudi., 2008, Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.

Pranamuda, Hardaning. 2001, Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahanbaku Pati Tropis, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.

Rohaeti, Eli., 2009, *Karakterisasi Biodegradasi Polimer*, FMIPA UNY, Yogyakarta

Sitorus, Antonius., 2009, Penyediaan Film Mikrokomposit PVC Menggunakan Pemplastis Stearin dengan Pengisi Pati dan Penguat Serat Alam. *Tesis*, PPs Universitas Sumatera Utara, Medan.

Spink WP. dan Waychoff WF., 1958, Plastisizer Dalam Frados J(ed) *Modern Plastic Encyclopedia Issue*, *Hildrent Press inc*, New York.

Surdia. dan Saito., 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Ward, I.M. and D.W Hadley., 1993, *An introduction on the mechanical properties of solid polymers*, Wiley, New York.

<http://www.plasticmoulding.ca/polymers/polypropylene.htm>, diakses tanggal 18

Februari 2012 jam 17.00 WIB





LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

A. Contoh perhitungan nilai kuat tarik

Diketahui :

Lebar : 12,9 mm

Tebal : 6,7 mm

Gaya : 72,061 N

Panjang awal : 57 mm

Pertambahan panjang : 0,711 mm

Ditanya : a. kuat tarik

b. Modulus elastisitas

Jawab :

$A_0 = \text{lebar} \times \text{tebal}$

$$= 12,9 \text{ mm} \times 6,7 \text{ mm}$$

$$= 86,43 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F_{\text{maks}}}{A_0}$$

$$\sigma_t = \frac{72,061 \text{ N}}{86,43 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_t = 0,887 \text{ Nmm}^{-2}$$

$$\sigma_t = 0,89 \text{ MPa}$$

Jadi nilai kuat tarik (stress) adalah 0,89 MPa

Regangan = pertambahan panjang / panjang awal

$$= 0,711 \text{ mm} / 57 \text{ mm}$$

$$= 0,012$$

Modulus elastisitas = stress / strain

$$= 0,89 / 0,012$$

$$= 73,92 \text{ MPa}$$

Jadi nilai modulus elastisitanya adalah 73,92 MPa

Data pengujian nilai kuat tarik

No	Panjang	Lebar	Tebal	Gaya	Luas	Strees	Strain	Modulus elastis
1	57	12.9	6.7	72.061	86.43	0.887	0.012	73.91667
2	57	13.2	6	166.808	79.2	2.106	0.046	45.78261
3	57	15.5	8.6	253.992	133.3	0.06	1.905	0.031496
4	57	14.4	7.5	56.937	108	0.86	0.037	23.24324
5	57	12.2	7.2	102.753	87.84	1.123	0.041	27.39024
6	57	13.5	8.6	105.422	116.1	1.085	0.03	36.16667

B. Contoh perhitungan kuat lentur

Diketahui :

Panjang (L) : 103 mm

Lebar (b) : 14,6 mm

Tebal (h) : 6,5 mm

Gaya (W) : 59.61 N

Ditanya : nilai kuat lentur ?

Jawab :

$$\sigma_t = \frac{3WL}{2bh^2}$$

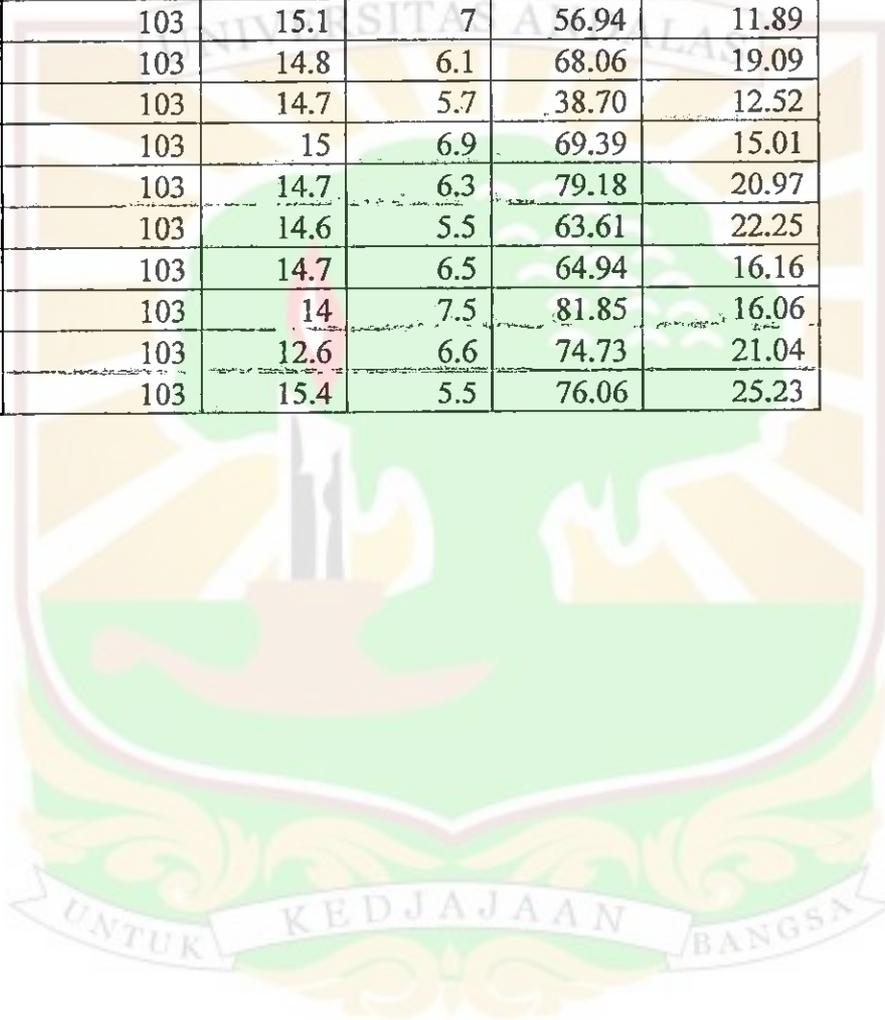
$$\sigma_t = \frac{3 \times 59,61 \times 103}{2 \times 14,6 \times (6,5)^2}$$

$$\sigma_t = 14,93 \text{ MPa}$$

Jadi nilai kuat lenturnya adalah 14,93 MPa.

Data pengujian kuat lentur

no	Panjang (L)	lebar (b)	tebal (h)	W (gaya)	kuat lentur
1	103	14.6	6.5	59.61	14.93
2	103	14.9	8.1	69.39	10.97
3	103	14.2	7.9	74.73	13.03
4	103	13.55	5.9	73.40	24.04
5	103	14.4	6.1	91.63	26.42
6	103	15.1	7	56.94	11.89
7	103	14.8	6.1	68.06	19.09
8	103	14.7	5.7	38.70	12.52
9	103	15	6.9	69.39	15.01
10	103	14.7	6.3	79.18	20.97
11	103	14.6	5.5	63.61	22.25
12	103	14.7	6.5	64.94	16.16
13	103	14	7.5	81.85	16.06
14	103	12.6	6.6	74.73	21.04
15	103	15.4	5.5	76.06	25.23



LAMPIRAN 2

Contoh Perhitungan nilai persen massa dan degradibilitas

Diketahui :

Massa sebelum penguburan (W_i) : 14,81 gram

Massa sesudah penguburan (W_f) : 8,74 gram

Pengurangan massa : 6,07 gram

Ditanya : persen massa ?

Jawab :

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

$$\text{persen massa} = \frac{14,81 - 8,74}{14,81} \times 100 \%$$

$$\text{persen massa} = 40,99 \%$$

degradibilitas = persen massa / waktu

jika lama penguburan 10 hari maka :

$$\text{degradibilitas} = 40,1 \% / 10$$

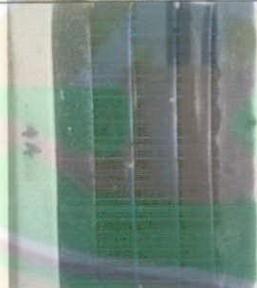
$$\text{degradibilitas} = 4,10 \text{ mg / hari}$$

Data Nilai Persen Massa Dan Degradibilitas

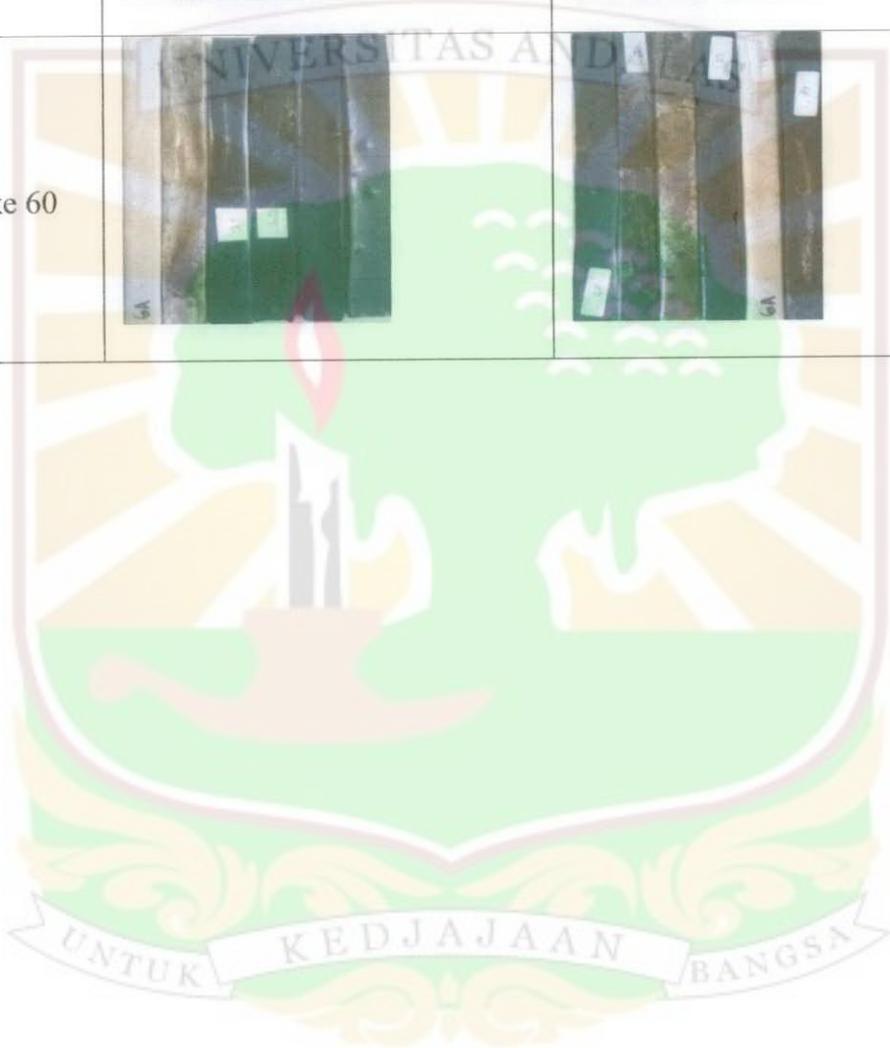
hari ke-	Wi	Wf	pengurangan massa	persen massa (%)	degradibilitas
10	14.81	8.74	6.07	40.99	4.10
	11.32	10.70	0.62	5.48	0.55
	10.62	9.53	1.09	10.26	1.03
	11.43	9.25	2.18	19.07	1.91
	9.58	9.12	0.46	4.80	0.48
20	10.76	8.73	2.03	18.87	0.94
	13.33	9.38	3.95	29.63	1.48
	13.50	8.50	5.00	37.04	1.85
	12.62	10.07	2.55	20.21	1.01
	10.19	8.00	2.19	21.49	1.07
30	11.50	9.00	2.50	21.74	0.72
	13.10	8.42	4.68	35.73	1.19
	11.00	6.50	4.50	40.91	1.36
	13.82	8.46	5.36	38.78	1.29
	11.10	10.03	1.07	9.64	0.32
40	11.66	10.16	1.50	12.86	0.32
	11.30	7.53	3.77	33.36	0.83
	11.00	5.27	5.73	52.09	1.30
	11.32	8.37	2.95	26.06	0.65
	9.30	7.89	1.41	15.16	0.38
50	12.20	9.53	2.67	21.89	0.44
	13.45	9.17	4.28	31.82	0.64
	11.50	6.73	4.77	41.48	0.83
	13.14	11.91	1.23	9.36	0.19
	11.48	8.17	3.31	28.83	0.58
60	9.47	9.39	0.08	0.84	0.01
	11.52	9.73	1.79	15.54	0.26
	9.30	7.91	1.39	14.95	0.25
	10.11	7.74	2.37	23.44	0.39
	9.30	8.47	0.83	8.92	0.15

LAMPIRAN 3

Foto sampel sebelum dan sesudah dikubur

Lama penguburan	Sebelum	Sesudah
Hari ke 10		
Hari ke 20		
Hari ke 30		
Hari ke 40		

<p>Hari ke 50</p>		
<p>Hari ke 60</p>		



LAMPIRAN 4

Data Pengujian FTIR



Infrared Spectroscopy

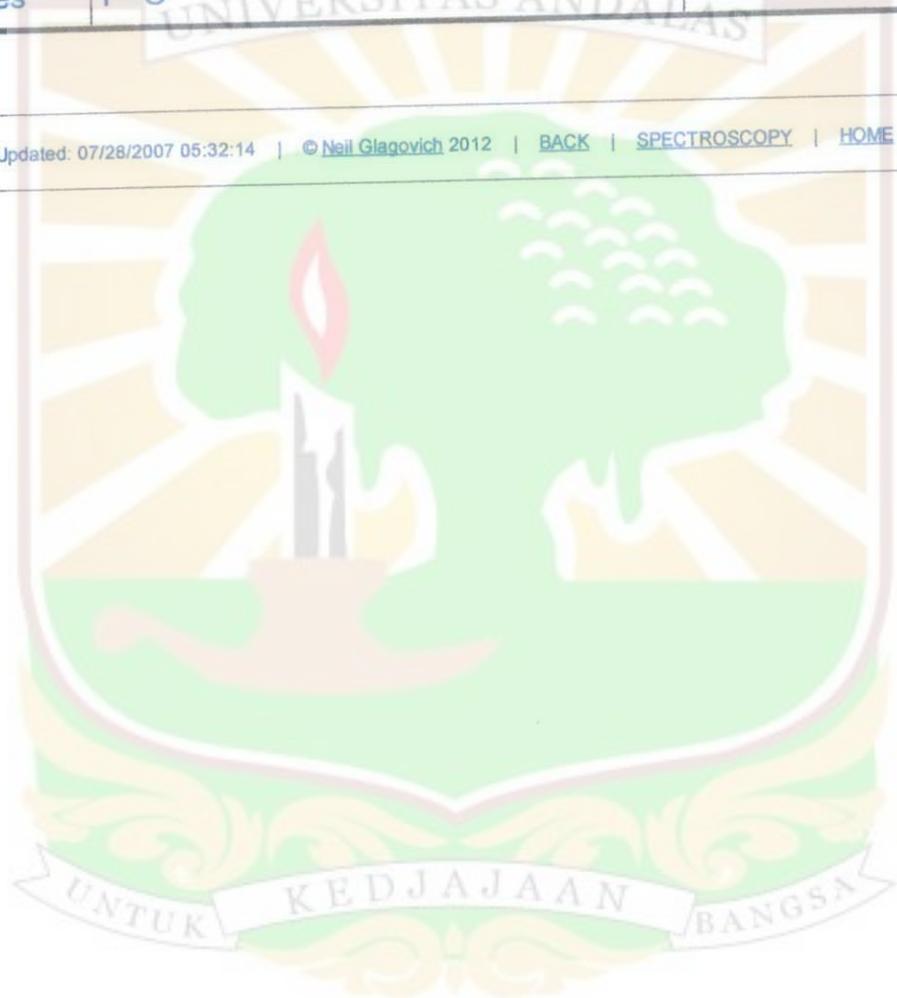
IR Absorptions for Representative Functional Groups

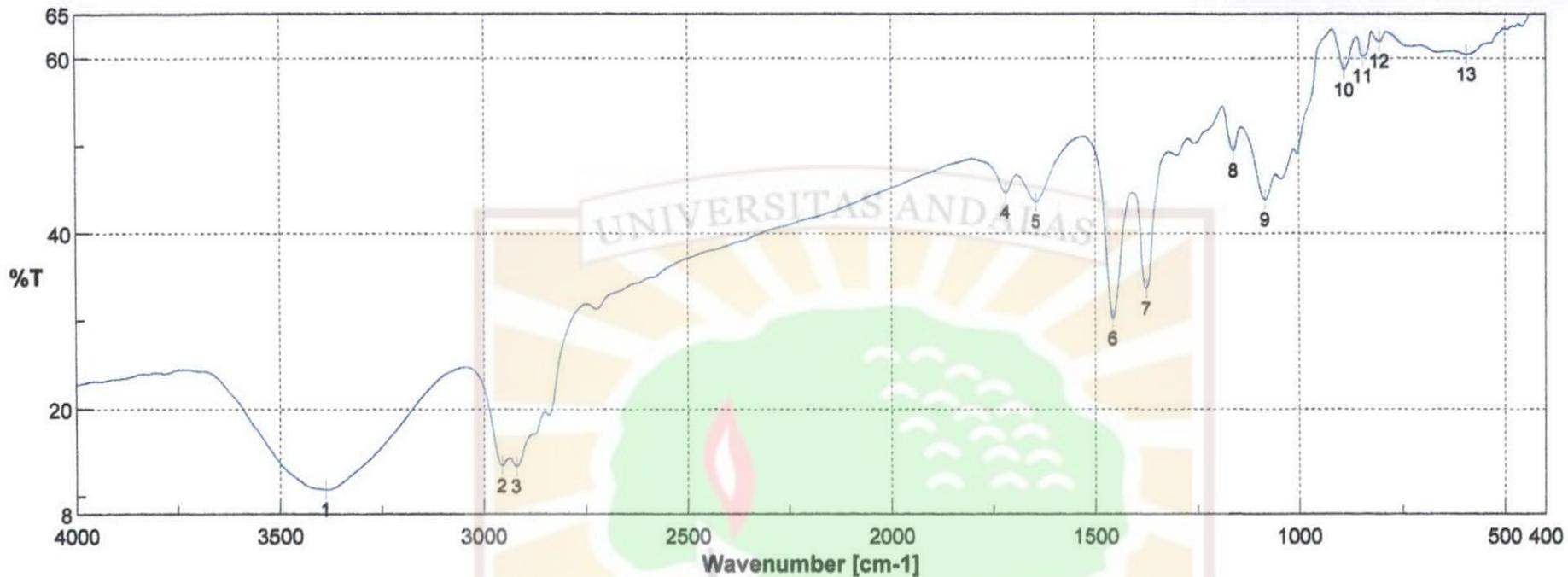
Functional Group	Molecular Motion	Wavenumber (cm ⁻¹)
alkanes	C-H stretch	2950-2800
	CH ₂ bend	~1465
	CH ₃ bend	~1375
	CH ₂ bend (4 or more)	~720
alkenes	=CH stretch	3100-3010
	C=C stretch (isolated)	1690-1630
	C=C stretch (conjugated)	1640-1610
	C-H in-plane bend	1430-1290
	C-H bend (monosubstituted)	~990 & ~910
	C-H bend (disubstituted - E)	~970
	C-H bend (disubstituted - 1,1)	~890
	C-H bend (disubstituted - Z)	~700
alkynes	acetylenic C-H stretch	~3300
	C,C triple bond stretch	~2150
	acetylenic C-H bend	650-600
aromatics	C-H stretch	3020-3000
	C=C stretch	~1600 & ~1475
	C-H bend (mono)	770-730 & 715-685
	C-H bend (ortho)	770-735
	C-H bend (meta)	~880 & ~780 & ~690
alcohols	C-H bend (para)	850-800
	O-H stretch	~3650 or 3400-3300
ethers	C-O stretch	1260-1000
	C-O-C stretch (dialkyl)	1300-1000
aldehydes	C-O-C stretch (diaryl)	~1250 & ~1120
	C-H aldehyde stretch	~2850 & ~2750

	C=O stretch	~1725
ketones	C=O stretch	~1715
	C-C stretch	1300-1100
carboxylic acids	O-H stretch	3400-2400
	C=O stretch	1730-1700
	C-O stretch	1320-1210
	O-H bend	1440-1400
esters	C=O stretch	1750-1735
	C-C(O)-C stretch (acetates)	1260-1230
	C-C(O)-C stretch (all others)	1210-1160
acid chlorides	C=O stretch	1810-1775
	C-Cl stretch	730-550
anhydrides	C=O stretch	1830-1800&1775-1740
	C-O stretch	1300-900
amines	N-H stretch (1 per N-H bond)	3500-3300
	N-H bend	1640-1500
	C-N Stretch (alkyl)	1200-1025
	C-N Stretch (aryl)	1360-1250
	N-H bend (oop)	~800
amides	N-H stretch	3500-3180
	C=O stretch	1680-1630
	N-H bend	1640-1550
	N-H bend (1°)	1570-1515
alkyl halides	C-F stretch	1400-1000
	C-Cl stretch	785-540
	C-Br stretch	650-510
	C-I stretch	600-485
nitriles	C,N triple bond stretch	~2250
isocyanates	-N=C=O stretch	~2270
isothiocyanates	-N=C=S stretch	~2125
imines	R ₂ C=N-R stretch	1690-1640
nitro groups	-NO ₂ (aliphatic)	1600-1530&1390-1300

	-NO ₂ (aromatic)	1550-1490&1355-1315
mercaptans	S-H stretch	~2550
sulfoxides	S=O stretch	~1050
sulfones	S=O stretch	~1300 & ~1150
sulfonates	S=O stretch	~1350 & ~11750
	S-O stretch	1000-750
phosphines	P-H stretch	2320-2270
	PH bend	1090-810
phosphine oxides	P=O	1210-1140

Last Updated: 07/28/2007 05:32:14 | © Neil Glagovich 2012 | [BACK](#) | [SPECTROSCOPY](#) | [HOME](#)

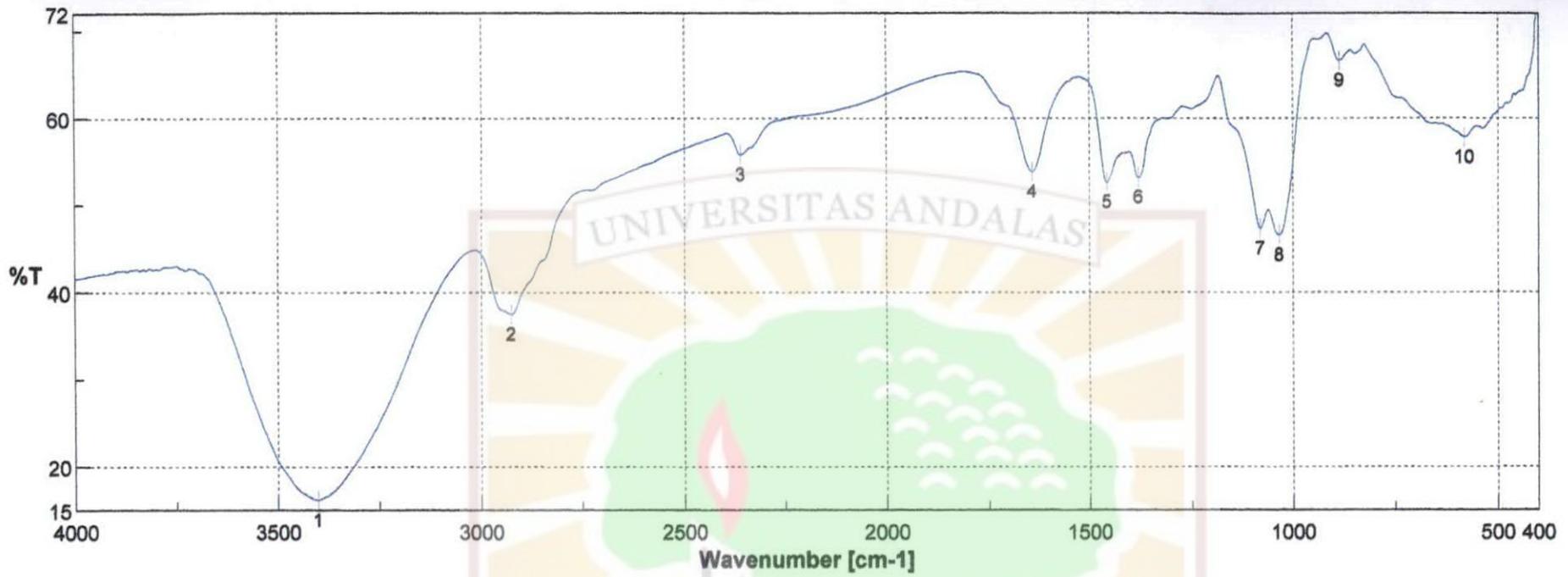




Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 9:30AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 1
 Sample Name Sampel 1 A
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 9:55AM

No.	cm-1	%T									
1	3389.28	10.8397	2	2956.34	13.5339	3	2920.66	13.4713	4	1719.23	44.672
6	1457.92	30.2697	7	1375.96	33.7405	8	1161.9	49.4533	9	1083.8	43.8244
11	845.633	60.2241	12	805.135	61.9428	13	593.968	60.4281	10	889.987	58.6535

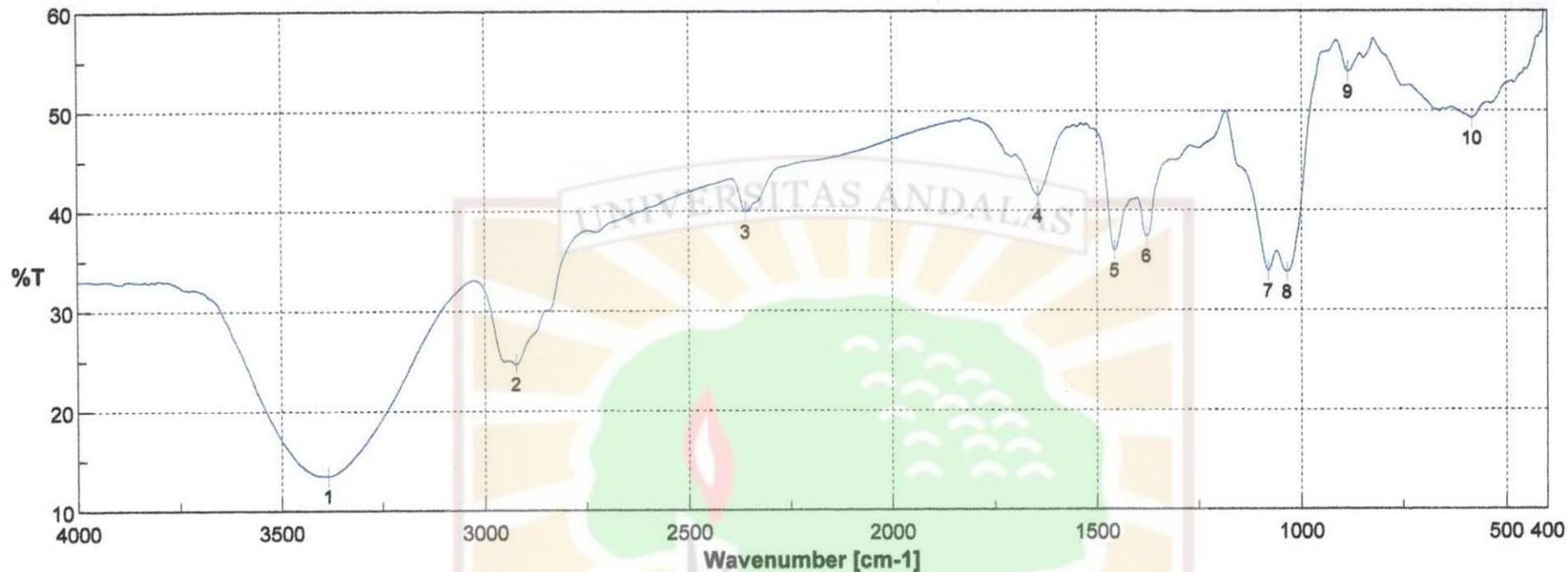


Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 9:50AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 2
 Sample Name Sampel 2A
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 10:01AM

No.	cm-1	%T									
1	3401.82	16.2028	2	2926.45	37.4685	3	2361.41	55.8354	4	1642.09	53.858
6	1378.85	53.1971	7	1081.87	47.3251	8	1034.62	46.5647	9	885.166	66.6731
									10	581.433	57.8235

UNTUK KEDJAJAAN BANGSA

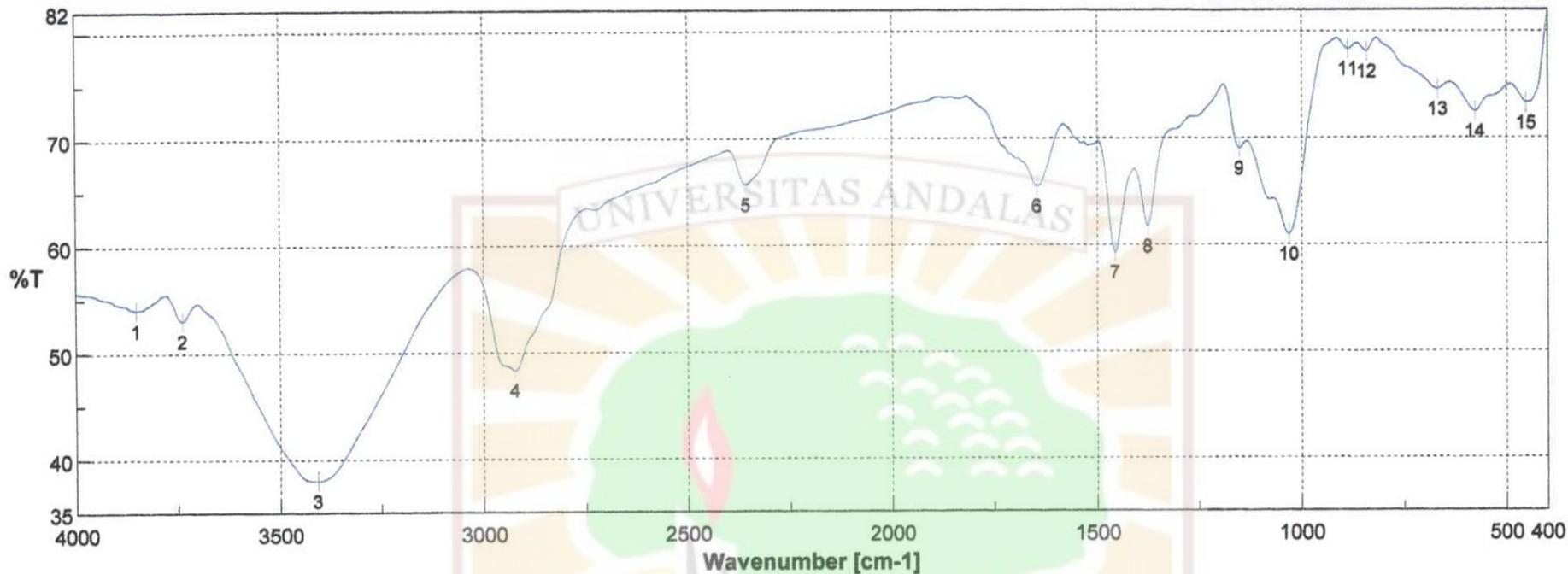


Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 10:08AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 3
 Sample Name Sampel 3A
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 10:12AM

No.	cm-1	%T									
1	3383.5	13.5044	2	2923.56	24.7185	3	2361.41	39.9092	4	1644.98	41.4752
6	1377.89	37.4156	7	1081.87	33.9252	8	1036.55	33.8056	9	887.095	53.8911
									5	1456.96	35.9725
									10	583.361	49.188

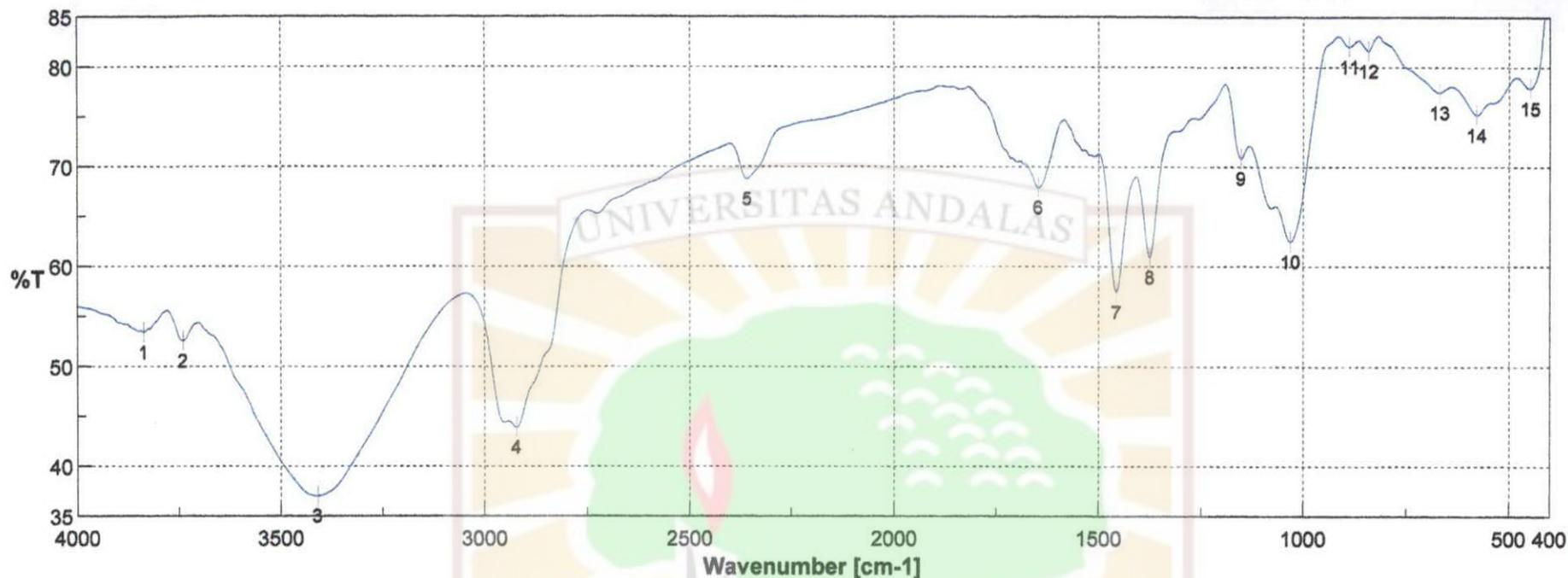
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 10:37AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 4A@
 Sample Name Sampel 4A
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 10:40AM

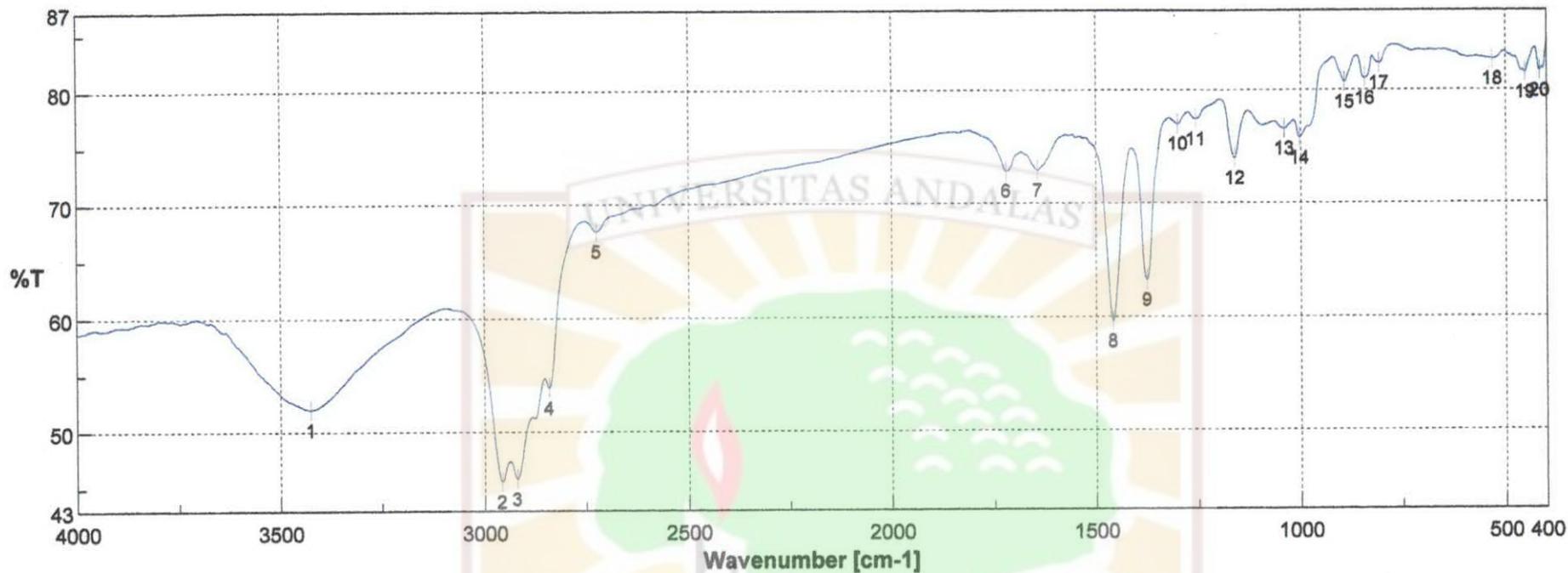
No.	cm-1	%T									
1	3852.11	54.0069	2	3738.33	53.0365	3	3407.6	38.0179	4	2923.56	48.3703
6	1645.95	65.4675	7	1456.96	59.2706	8	1375.96	61.7262	9	1152.26	68.9993
11	888.059	78.3564	12	842.74	78.0904	13	669.178	74.5533	14	577.576	72.4664
									10	1031.73	60.935
									15	453.19	73.2551



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 10:49AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 5
 Sample Name Sampel 5A
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 10:51AM

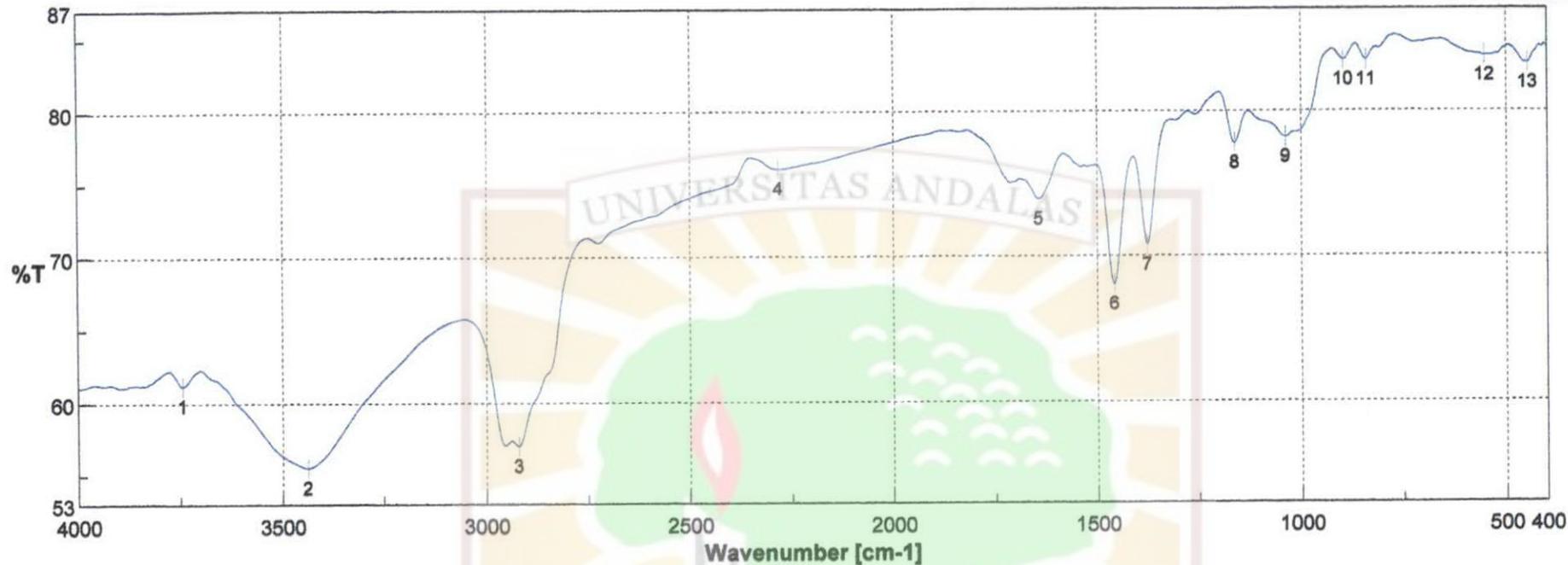
No.	cm-1	%T									
1	3837.65	53.3961	2	3740.26	52.555	3	3409.53	37.0424	4	2922.59	43.9064
6	1646.91	67.8959	7	1456.96	57.4755	8	1375.96	60.9505	9	1154.19	70.8622
11	889.023	82.0287	12	842.74	81.6246	13	670.142	77.4623	14	579.504	75.2326
									10	1032.69	62.4974
									15	448.369	77.8886



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (2)
 Date/Time 6/20/2012 11:02AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 6
 Sample Name Sampel 1B
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 11:04AM

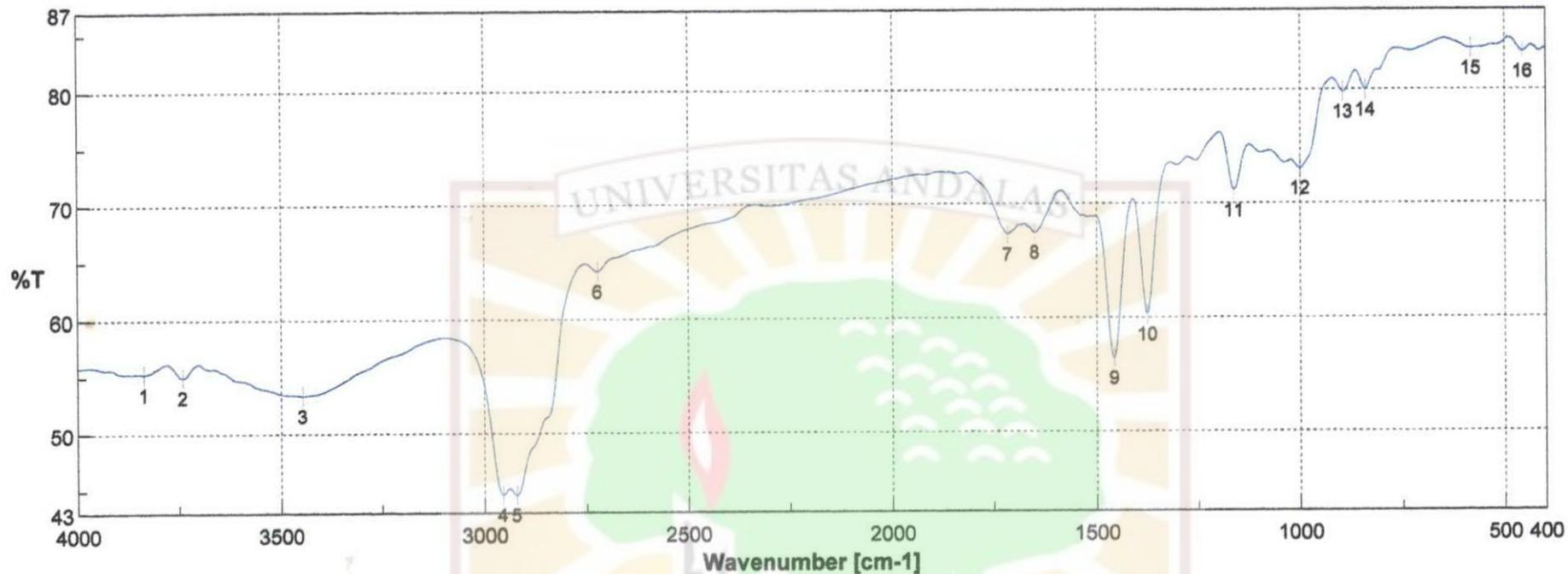
No.	cm-1	%T									
1	3425.92	51.975	2	2958.27	45.6065	3	2920.66	45.8451	4	2841.6	53.8796
6	1721.16	72.872	7	1644.02	72.916	8	1458.89	59.6363	9	1375.96	63.2494
11	1256.4	77.4369	12	1161.9	73.9711	13	1041.37	76.5993	14	1003.77	75.7591
16	842.74	81.0179	17	808.028	82.3661	18	532.257	82.7139	19	452.225	81.5078
									5	2724.92	67.6546
									10	1299.79	77.0166
									15	892.88	80.6778
									20	417.513	81.6702



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (2)
 Date/Time 6/20/2012 11:23AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 7
 Sample Name Sampel 2B
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 11:24AM

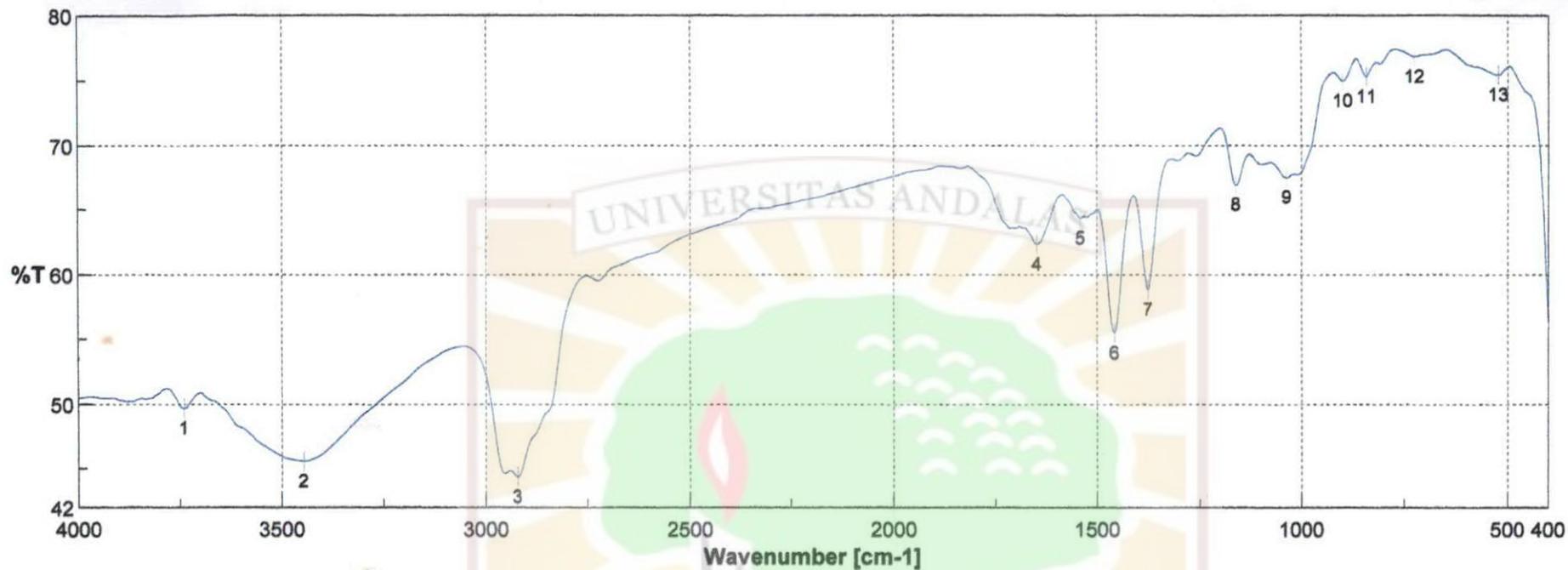
No.	cm-1	%T									
1	3745.08	61.2214	2	3438.46	55.5477	3	2922.59	57.021	4	2284.27	76.0475
6	1457.92	68.094	7	1376.93	70.7764	8	1161.9	77.7849	9	1038.48	78.2094
11	840.812	83.4965	12	551.542	83.7716	13	448.369	83.2736	10	896.737	83.514



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 11:35AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 8
 Sample Name Sampel 3B
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 11:37AM

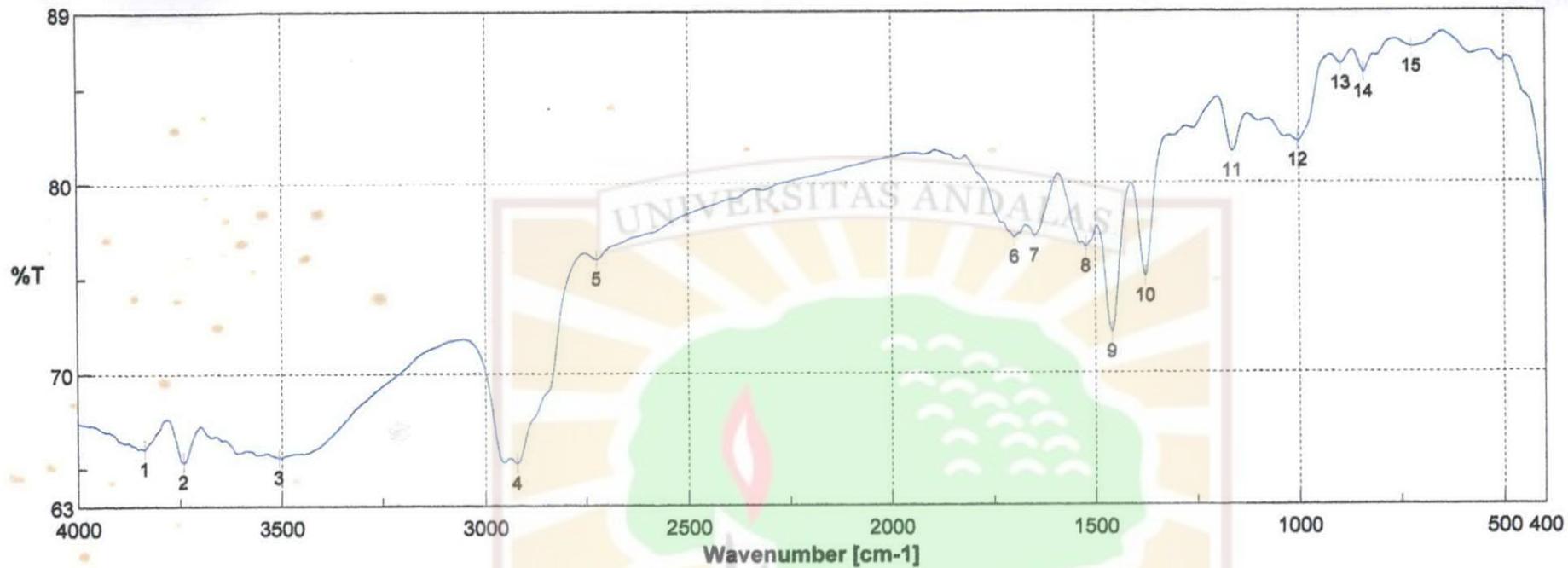
No.	cm-1	%T									
1	3836.68	55.2661	2	3741.23	54.9864	3	3447.13	53.3577	4	2956.34	44.6367
6	2723.96	64.176	7	1716.34	67.3319	8	1649.8	67.4919	9	1457.92	56.4536
11	1162.87	71.1292	12	1000.87	73.0606	13	896.737	79.7752	14	841.776	79.9457
16	456.082	83.2981							15	583.361	83.5753



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (4)
 Date/Time 6/20/2012 11:46AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 9
 Sample Name Sampel 4B
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 11:47AM

No.	cm-1	%T									
1	3741.23	49.6917	2	3447.13	45.5882	3	2922.59	44.385	4	1647.87	62.3451
6	1457.92	55.4863	7	1375.96	58.8868	8	1161.9	66.9419	9	1036.55	67.5256
11	840.812	75.3195	12	725.104	76.8693	13	522.615	75.4428	10	898.666	74.9868



Accumulation 16
 Zero Filling ON
 Gain Auto (2)
 Date/Time 6/20/2012 11:55AM
 Operator rina
 File Name Ely Fis 10
 Sample Name Sampel 5B
 Comment

Resolution 4 cm-1
 Apodization Cosine
 Scanning Speed Auto (2 mm/sec)
 Update 6/20/2012 11:57AM

No.	cm-1	%T									
1	3838.61	66.0533	2	3742.19	65.3584	3	3507.88	65.5841	4	2923.56	65.2659
6	1698.98	77.1002	7	1649.8	77.1717	8	1523.49	76.6118	9	1458.89	72.1168
11	1162.87	81.6381	12	1003.77	82.1693	13	897.701	86.227	14	841.776	85.7648
									15	724.139	87.0938

UNTUK KEDAJAAN BANGSA