

LAPORAN PENELITIAN
MATERIAL BIOKOMPOSIT BERBASIS *POLYLACTIC*
***ACID* (PLA) UNTUK KEMASAN PANGAN**



Disusun Oleh :

ISRAMIDANI AMELIA 1511011

NANDA INTAN APRILIANI 1511013

TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
2015

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

Judul Penelitian : Material Biokomposit Berbasis *Poly Lactic Acid* (PLA)
Untuk Kemasan Pangan
Nama : Isramidani Amelia
Nanda Intan Apriliani
Nim : 1511.011
1511.013
Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dalam seminar tugas akhir
Sekolah Tinggi Manajemen Industri

Ketua Program Studi,
Teknologi Kimia Industri

Dosen Pembimbing

(Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA)

(Ir. Parulian Leonard Marpaung, M.M)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Isramidani Amelia

NIM : 1511011

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

MATERIAL BOKOMPOSIT BERBASIS *POLY LACTICACID* (PLA) UNTUK KEMASAN PANGAN

- Dibuat dan diselesaikan sendiri menggunakan literature hasil kuliah, survey lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di tempat saya melakukan penelitian, melalui Tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/PerguruanTinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Bila terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang tertera diatas, karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Mei 2015

Yang Membuat Pernyataan

Isramidani Amelia

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Nanda Intan Apriliani

NIM : 1511013

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

MATERIAL BOKOMPOSIT BERBASIS *POLY LACTICACID* (PLA) UNTUK KEMASAN PANGAN

- Dibuat dan diselesaikan sendiri menggunakan literature hasil kuliah, survey lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di tempat saya melakukan penelitian, melalui Tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/PerguruanTinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Bila terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang tertera diatas, karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Mei 2015

Yang Membuat Pernyataan

Nanda Intan Apriliani

ABSTRAK

Poly lactic acid (PLA) atau poli asam laktat merupakan suatu polimer biodegradabel yang diperoleh dari asam laktat. PLA termasuk kedalam golongan poliester alifatik yang dapat terdegradasi maupun teruraikan di dalam tanah. PLA merupakan bahan serbaguna yang 100 % dibuat dari bahan baku yang dapat didaur ulang seperti jagung, gula, gandum, dan bahan-bahan yang memiliki pati dalam jumlah banyak. Tapi pada dasarnya PLA mempunyai sifat rapuh sehingga pada penelitian kali ini dilakukan pencampuran PLA dengan PE (Polietilen) khususnya LDPE, karena PE mempunyai sifat tidak mudah rapuh untuk mengetahui apakah kedua polimer tersebut dapat menjadi biokomposit. Proses yang digunakan untuk pencampuran polimer tersebut adalah *Solution cast blends* yaitu mencampurkan polimer dengan melarutkannya ke dalam pelarut tertentu hingga homogen, kemudian pelarut dihilangkan melalui penguapan sehingga dapat membentuk film komposit polimer dengan variasi konsentrasi yaitu 1%, 2% dan 5%. Produk yang diperoleh dari masing-masing variasi konsentrasi dilakukan uji dekomposisi menggunakan *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA) untuk menunjukkan bahwa suhu degradasi plastic campuran mengalami penurunan yang signifikan pada suhu 300⁰C dibanding polietilen murni yang mengalami penurunan pada suhu sekitar 180⁰C. Hasil analisa *Fourier Transform Infrared* (FTIR) akan menunjukkan tidak semua sampel dengan konsentrasi tersebut telah menjadi biokomposit dengan melihat gugus fungsi yang terbentuk. Hanya sampel berkonsentrasi 2% dengan berbagai campuran yang menunjukkan hasil biokomposit yang sempurna karena terdapat gugus PLA dan PE. Hasil penelitian yang diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat luas sebagai kemasan pangan yang ramah lingkungan agar dapat mengurangi limbah penggunaan plastik. Penelitian ini dilakukan atas proyek yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Kimia – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kawasan PUSPITEK, Serpong Tangerang. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada Bulan Februari sampai April 2015.

Kata kunci : *Poly lactic acid* (PLA), Polietilen (PE), Kemasan Pangan, Biokomposit

ABSTRACT

Poly lactic acid (PLA) is a biodegradable polymer derived from lactic acid. PLA belongs to the class of aliphatic polyester which can be degraded or decomposed in the soil. PLA is a versatile material that is 100% made from raw materials that can be recycled such as corn, sugar, wheat, and materials that have starch in large quantities. But basically the PLA has so fragile nature of the present study carried out mixing PLA with PE (Polyethylene), especially LDPE, because PE has the brittle nature are not easy to find out if both the polymer may be biocomposites. The process that is used for blending the polymer is cast Solution polymer blends are mixed by dissolving into certain solvents until homogeneous, then the solvent is removed by evaporation so as to form a polymer composite films with various concentrations ie 1%, 2% and 5%. Products obtained from each of the various concentrations of decomposition test conducted using Thermo Gravimetric Analysis (TGA) to indicate that the temperature of the mixture of plastic degradation experienced a significant reduction in the temperature of 300⁰C than pure polyethylene which decreased at a temperature of about 180⁰C. FT-IR analysis results will show that not all the samples with concentrations has become biocomposites by looking at functional groups is formed. Only 2% concentrate samples with different mixtures which shows the results of biocomposite perfect because there is a group of PLA and PE. Results of the study are expected to be used by the public as an environmentally friendly food packaging in order to reduce the use of plastic waste. This research was conducted on the project conducted by the Research Center for Chemistry - Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Region PUSPITEK, Serpong, Tangerang. This study commenced in February until April 2015.

Keywords :Poly lactic acid (PLA) , Polyethylene (PE) , Food Packaging , biocomposites

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia serta Ridho-Nya sehingga dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini. Ungkapan terimakasih dan hormat, penyusun tujukan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan serta motivasi hingga terselesaikannya Laporan Penelitian yang dilaksanakan pada bulan Februari – April 2015 di LIPI Serpong.

Penelitian adalah sebagai salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan studi Program D-IV untuk Teknologi Kimia Industri. Penelitian dilaksanakan dengan tujuan agar mahasiswa diharapkan mampu mendiskripsikan fenomena yang ada dalam kegiatan proses tersebut serta mengimplementasikan ilmu-ilmu yang telah dipelajari di bangku kuliah.

Dalam menyelesaikan Laporan Penelitian ini, penyusun mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga kami, atas segala perhatian, kasih sayang serta doa dan ridho yang selalu tercurah untuk kebahagiaan dan keberhasilan kami.
2. Bapak Drs. Achmad Zawawi, M.A., M.M selaku ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementrian Perindustrian.
3. Bapak Dr.Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA selaku Ketua Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementrian Perindustrian RI.
4. Bapak Ir. Parulian Leonard Marpaung, M.M dan Ibu FitriaIka Aryanti, M.Eng selaku dosen pembimbing penelitian.
5. Bapak A.Hanafi, selaku pembimbing di LIPI Serpong, atas segala waktu dan saran untuk membimbing saya menyelesaikan rangkaian kegiatan penelitian dan penyusunan laporan ini.
6. Partner Penelitian Rina, Uyung, Ka Eva, Nadia, Ayu neng, Sarah, Vita, Hijratin, Nita, Vivin, Bang Don, Danil, Yanteng, Ijul, Sihab, Maul, Ian dan

rekan-rekan UIN yang telah memberikan dukungan dan bantuan yang diberikan.

7. Sahabat serta orang spesial yang telah menemani, mensupport, membantu, dan menghibur dalam keadaan suka dan duka.
8. Seluruh rekan mahasiswa Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementrian Perindustrian RI yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan dan bantuan yang diberikan.

Semoga Laporan Penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, serta mahasiswa Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementrian Perindustrian RI pada khususnya. Seperti pepatah yang mengatakan bahwa *Tak Ada Gading Yang Tak Retak*, begitu pula dengan laporan Penelitian ini yang masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penyusun harapkan untuk penyempurnaan Laporan Penelitian ini.

Serpong, Mei 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II : TINJAUAN	
2.1 Polimer	4
2.1.1 Polimer Adisi	5
2.1.2 Polimer Kondensasi	5
2.1.3 Klasifikasi Polimer	5
2.2 Plastik	6
2.3 Poli Asam Laktat (PLA)	7
2.3.1 Struktur Poli Asam Laktat (PLA)	8
2.3.2 Sifat dan Kegunaan Poli Asam Laktat (PLA)	9
2.4 Polietilen (PE).....	11
2.4.1 Jenis Polietilen (PE)	11
2.4.2 Sifat Polietilen (PE)	12
2.5 Biokomposit	13
2.5.1 Klasifikasi Biokomposit	14

2.5.2 Penggunaan Biokomposit	15
2.6 Poliblend	15
2.7 Karakterisasi	16
2.7.1 <i>Spektrofotometri Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	16
2.7.2 Thermogravimetric Analisis (TGA)	17
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	20
3.3 Metodologi Penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.4.1 Komposisi 1%	21
3.4.2 Komposisi 2%	27
3.4.3 Komposisi 5%	29
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Termal Gravimetri (TGA).....	33
4.2 Analisis Spektrum Infra Merah (FTIR)	33
BAB V : PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR TABEL

II.1 Karakteristik Polietilen	13
II.2 Teknik Preparasi Poliblend	16

DAFTAR GAMBAR

II.1 Reaksi Polimer Adisi Vinil Klorida	4
II.2 Struktur Isomer Optis Aktif Asam Laktat L dan D	9
II.3 Rumus Struktur Poli Asam Laktat	9
II.4 Skema Struktur Molekul Primer	9
II.5 Rumus Struktur Polietilen	11
II.6 Skema Peralatan FTIR	17
IV.1 Perbandingan PLA 1%, 2% dan 5%	33
IV.2 Perbandingan PE 1%, 2% dan 5%	34
IV.3 Perbandingan 10 PLA dan 30 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%	35
IV.4 Perbandingan 20 PLA dan 20 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%	36
IV.5 Perbandingan 30 PLA dan 10 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%	37
IV.6 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 1%	38
IV.7 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 2%	39
IV.8 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 5%	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan kemasan plastik sintetik tidak bisa lepas dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dikarenakan plastik sintetik memiliki keunggulan seperti ringan tetapi kuat, transparan, tahan air serta harganya relatif murah dan terjangkau oleh semua kalangan masyarakat^[1]. Disamping memiliki berbagai kelebihan tersebut plastik juga mempunyai kelemahan diantaranya plastik konvensional yang terbuat dari petroleum, gas alam atau batu bara yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable*) serta tidak dapat terdegradasi mikroorganisme di lingkungan, sehingga menyebabkan penumpukan limbah plastik. Kelemahan lain adalah berbahaya bagi kesehatan manusia karena bersifat karsinogenik seperti contohnya residu monomer vinil klorida.

Kondisi demikian ini menyebabkan kemasan plastik sintetik tersebut yang tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara meluas karena akan bermasalah terhadap lingkungan dan kesehatan. Oleh karena itu perlunya pengembangan plastik yang ramah lingkungan.

Berbeda dengan plastik *biodegradable* (bioplastik) yaitu plastik yang dirancang untuk mampu terdekomposisi di alam. Salah satu jenis plastik *biodegradable* adalah *poly lactic acid* (PLA/ poli asam laktat/ poli laktida), dengan rumus kimia $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ adalah sejenis polimer hasil fermentasi oleh bakteri atau mikroba dengan menggunakan substrat pati atau gula sederhana^[2]. Kekurangan PLA adalah mempunyai ketahanan panas, *moisture* dan gas *barrier* yang kurang bagus dibanding dengan polietilen tereptalat (PET). Hal lain yang paling penting adalah harganya yang masih tinggi^[3] dan mudah rapuh.

Dalam kehidupan sehari-hari, pangan merupakan salah satu kebutuhan primer manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi, produk pangan pun mengalami perkembangan, antara lain dari segi teknik pengolahan, pengawetan,

pengemasan dan distribusinya. Hal tersebut memungkinkan suatu produk pangan yang dihasilkan di suatu tempat dapat diperoleh di tempat lain.

Kebanyakan produk pangan yang ada di pasaran telah dikemas sedemikian rupa sehingga mempermudah konsumen untuk mengenali serta membawanya. Secara umum, kemasan pangan merupakan bahan yang digunakan untuk mewadahi dan/atau membungkus pangan baik yang bersentuhan langsung maupun tidak langsung dengan pangan.

Selain untuk mewadahi/membungkus pangan, kemasan pangan juga mempunyai berbagai fungsi lain, diantaranya untuk menjaga pangan tetap bersih serta mencegah terjadinya kontaminasi mikroorganisme, menjaga produk dari kerusakan fisik, menjaga produk dari kerusakan kimiawi (misalnya permeasi gas, kelembaban/uap air), mempermudah pengangkutan dan distribusi; mempermudah penyimpanan memberikan informasi mengenai produk pangan dan instruksi lain pada label, menyeragamkan volume atau berat produk dan membuat tampilan produk lebih menarik sekaligus menjadi media promosi.

Bahan yang umum digunakan sebagai kemasan pangan antara lain adalah kertas, karton, selofan, kaca/gelas, keramik, logam atau campuran logam dan plastik. Bahan-bahan tersebut memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan plastik biokomposit untuk kemasan pangan dari campuran *poly lactic acid* (PLA) dengan polietilen (PE). Untuk mengetahui karakteristik produk plastik yang dihasilkan, dilakukan karakterisasi menggunakan *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dari biokomposit (*Poly lactic acid* dan Polietilen) yang dapat digunakan dalam kemasan pangan.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana homogenitas dari campuran *Poly lactic acid* (PLA) dan Polietilena (PE) ?
2. Bagaimana karakteristik plastik campuran *Poly lactic acid* (PLA) dan Polietilena (PE) ?
3. Bagaimana sifat termal untuk konsentrasi 1% dari campuran *Poly lactic acid* (PLA) dan Polietilena (PE) ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui homogenitas *Poly lactic acid* (PLA) dengan Polietilena (PE)
2. Mengetahui karakteristik plastik campuran *Poly lactic acid* (PLA) dengan Polietilena (PE) menggunakan alat FTIR.
3. Menentukan sifat termal plastik konsentrasi 1% dari campuran *Poly lactic acid* (PLA) dan Polietilena (PE) menggunakan alat TGA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

Hasil plastik yang dihasilkan, diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai plastik kemasan pangan yang berguna dalam kehidupan sehari-hari dan ramah lingkungan.

BAB II

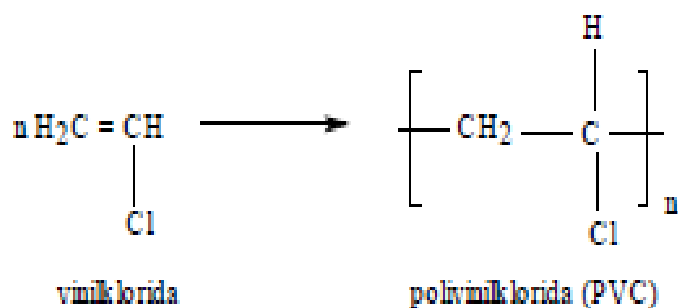
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polimer

Polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu *Poly*, yang berarti banyak, dan *mer*, yang berarti bagian atau satuan. Ciri utama polimer yakni mempunyai rantai yang sangat panjang dan memiliki massa molekul yang sangat besar. Polimer terbentuk dari susunan monomer-monomer melalui proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses pembentukan polimer dari monomernya. Reaksi tersebut akan menghasilkan polimer dengan susunan ulang tertentu. Proses pembentukan polimer (polimerisasi) dibagi menjadi dua golongan, yaitu polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi.^[4]

2.1.1 Polimerisasi Adisi

Polimerisasi adisi merupakan polimerisasi yang melibatkan reaksi rantai dan dapat berupa radikal bebas atau beberapa ion yang menghasilkan polimer yang memiliki atom yang sama seperti monomer dalam gugus ulangnya. Polimer ini melibatkan reaksi adisi dari monomer ikatan rangkap. Contoh polimer ini adalah polietilen, polipropilen dan *polivinil clorida*(PVC). Reaksi polimerisasi adisi vinilklorida dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Reaksi polimerisasi adisi vinilklorida

2.1.2 Polimerisasi Kondensasi

Polimer kondensasi terjadi dari reaksi antara gugus fungsi pada monomer yang sama atau monomer yang berbeda. Dalam polimerisasi kondensasi terkadang disertai dengan terbentuknya molekul kecil seperti H_2O , NH_3 atau HCl . Contoh dari polimerisasi kondensasi ini adalah pembentukan protein dari asam amino.

2.1.3 Klasifikasi Polimer

Berdasarkan sumber materialnya :

A. Polimer Alam

Polimer alam adalah polimer yang terjadi melalui proses alami. Contoh polimer alam anorganik seperti tanah liat, silika, pasir, sol-gel, siloksan. Sedangkan contoh polimer organik alam adalah karet alam dan selulosa yang berasal dari tumbuhan, wol dan sutera berasal dari hewan, serta asbes berasal dari mineral.

B. Polimer Sintetik

Polimer sintetik adalah polimer yang dibuat melalui reaksi kimia seperti karet fiber, nilon, poliester, plastik polisterena dan polietilen.

Berdasarkan sifat termal polimer dibagi menjadi dua jenis yaitu:

A. Polimer termoplastik

Polimer ini mempunyai sifat lentur (fleksibel), dapat melunak bila dipanaskan dan kaku (mengeras) bila didinginkan. Contoh: Polietilen (PE), Polipropilen (PP), *Polivinilclorida* (PVC), nilon dan Poliester.

B. Polimer termoset

Polimer jenis ini mempunyai bobot molekul yang tinggi, tidak melunak dan sukar larut. Contoh: Polimetan sebagai bahan pengemas dan melanin formaldehida (formika).

Berdasarkan komposisinya polimer terdiri dari dua jenis yaitu:

A. Homopolimer

Polimer yang disusun oleh satu jenis monomer dan merupakan polimer yang paling sederhana. Contoh : polistirena, pvc, polietilena, polibutadiena.

B. Heteropolimer (kopolimer)

Polimer yang dibuat dari dua atau lebih monomer yang berbeda. Terdapat beberapa jenis kopolimer yaitu:

- 1) Kopolimer acak yaitu sejumlah kesatuan berulang yang berbeda tersusun secara acak dalam rantai polimer.
- 2) Kopolimer berselang-seling yaitu beberapa kesatuan berulang yang berbeda berselang-seling adanya dalam rantai polimer.
- 3) Kopolimer cangkok (graft) yaitu kelompok satu macam kesatuan berulang tercangkuk pada polimer tulang punggung lurus yang mengandung hanya satu macam kesatuan berulang.

Berdasarkan fasenyanya, polimer terdiri dari dua jenis yaitu:

A. Kristalin

Susunan antara rantai yang satu dengan yang lain adalah teratur dan mempunyai titik leleh (*melting point*).

B. Amorf

Susunan antara rantai yang satu dengan yang lain orientasinya acak dan mempunyai temperatur transisi gelas.

2.2 Biokomposit

Biokomposit adalah terjemahan dari kata bahasa Inggris yaitu biocomposite terdiri atas dua kata yang digabungkan yaitu bio yang berarti bahan yang berasal dari *organism* atau makhluk hidup (bahan tumbuhan : hutan, pertanian, kebun, binatang dan *organism* lain atau bahan daur ulangnya). Komposit diterjemahkan sebagai suatu bahan yang terbentuk apabila dua atau lebih komponen yang berlainan digabung^[5]. K. Van Rijswijk et.al dalam bukunya

Natural Fibre Composite (2001) menjelaskan komposit adalah bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer diperkuat dengan serat menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro yang didefinisikan sebagai suatu material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda dalam bentuk dan komposit material yang tidak dapat dipisahkan^[6].

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya
2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap - tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda.

Biokomposit dapat didefinisikan sebagai bahan yang dihasilkan oleh dua atau lebih bahan yang digabungkan yang berasal dari bahan makhluk hidup atau diikat bersama^[7]. Sedangkan menurut Fowler et al, 2006 mendefinisikan biokomposit sebagai *materials comprising one or more phase derived from biological origin*. Dan Johnson, 2005 menulis *composite* adalah *multiphase material* atau *significant proportions of each phase*.

2.2.1 Klasifikasi Biokomposit

Produk biokomposit dibedakan menurut beberapa kriteria Groover mengelompokkan komposit menjadi dua kelompok besar :

- 1) Kelompok komposit tradisional atau komposit alam yang sudah terbentuk di alam seperti kayu, beton dan asphalt.
- 2) Kelompok komposit yang kedua adalah kelompok komposit yang dibuat oleh manusia dengan teknologi yang dikuasainya, yang disebut komposit

2.2.2 Penggunaan biokomposit

Produk komposit atau bikomposit menampakkan sifat fisika dan mekanika yang jauh lebih baik daripada sifat bahan penyusunnya. Produk komposit mempunyai ratio kekuatan terhadap berat yang meningkat tajam dibandingkan dengan bahan penyusunnya.

Penggunaan yang telah tercatat adalah sebagai bahan produk-produk sebagai berikut :

- Konstruksi bangunan (elemen bangunan, dinding, atap, partisi dan lain-lain).
- Transportasi (komponen mobil, kereta pesawat, kapal dan lain-lain).
- Olahraga (raket tenis, badminton, sepeda, stick golf dan lain-lain).
- Furniture atau perabotan rumah tangga pengganti kayu.

2.3 *Poly lactic acid* (PLA)

Salah satu jenis *biodegradable polyester* adalah *Poly lactic acid* (PLA). PLA ditemukan pada tahun 1932 oleh Carothers (DuPont) yang memproduksi PLA dengan berat molekul rendah dengan memanaskan asam laktat pada kondisi vakum. Pada tahap selanjutnya, DuPont dan Ethicon memfokuskan pembuatan aplikasi *medical grade sutures*, implan dan kemasan obat. Baru-baru ini, beberapa perusahaan seperti Shimadzu dan Mitsui Tuatsu di Jepang telah memproduksi sejumlah PLA untuk aplikasi plastik.

PLA merupakan suatu polimer biodegradabel yang diperoleh dari asam laktat. PLA termasuk kedalam golongan poliester alifatik yang dapat terdegradasi maupun teruraikan di dalam tanah. PLA merupakan bahan serbaguna yang 100 % dibuat dari bahan baku yang dapat didaur ulang seperti jagung, gula, gandum, dan bahan-bahan yang memiliki pati dalam jumlah banyak. PLA merupakan termoplastik biodegradabel yang disusun oleh monomer-monomer asam laktat. Melalui polimerisasi asam laktat akan dibentuk PLA yang merupakan bahan dasar plastik biodegradabel.

PLA bersifat biodegradabel karena memiliki beberapa gugus hidroksil pada ujung rantainya dan dapat terurai di tanah dengan baik dalam kondisi aerob

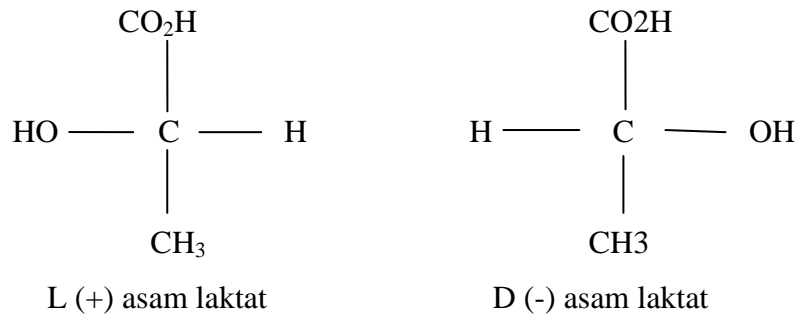
dan anaerob dalam kurun waktu 4 bulan sampai 5 tahun^[8]. Selain itu juga PLA bersifat biokompatibel artinya polimer ini dapat diterima dalam tubuh tanpa menimbulkan efek berbahaya. PLA merupakan kristal polimer dan mempunyai sifat rapuh, sehingga dalam pembuatannya dibutuhkan *plasticizer* untuk menambah sifat mekanis PLA tersebut.

Penggunaan PLA dalam kemasan makanan telah menerima perhatian yang signifikan karena digunakan untuk kemasan *PLA-based* dan wadah termasuk botol air, jus dan yoghurt yang digunakan di Eropa, Jepang dan Amerika Utara untuk produk supermarket. Bahan kemasan berbasis PLA telah dianggap aman yang menempatkannya pada posisi yang unik untuk aplikasi makanan. Selain itu, telah diusulkan sebagai plastik *degradable* terbarukan.

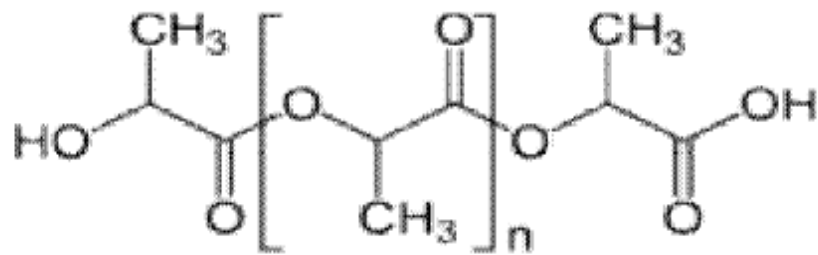
2.3.1 Struktur *Poly lactic acid* (PLA)

Asam laktat dapat dijumpai dalam dua bentuk isomer optis aktif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2 yaitu D- dan L- asam laktat yang merupakan bahan dasar dalam pembuatan polimer isomer yang bersesuaian. Polimer D dan L bersifat amorf karena memiliki gugus metal yang sindiotaktik atau ataktik (Gambar 2.4), sedangkan polimer L- asam laktat (poly L- lactic acid, PLLA) bersifat kristalin karena memiliki konfirmasi yang isotaktik (Gambar 2.5).

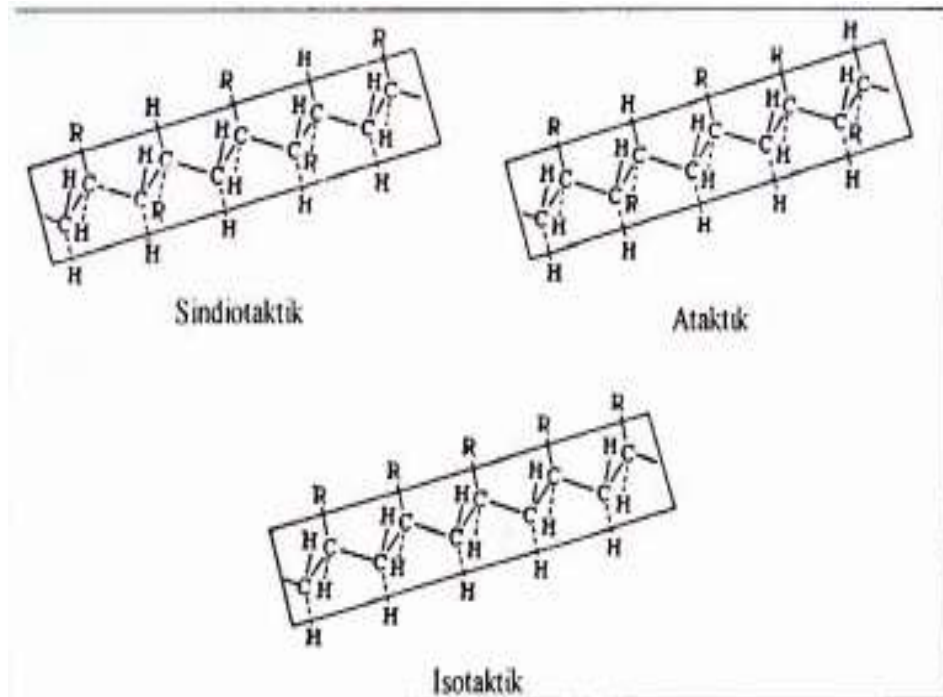
PLA tersusun atas monomer asam laktat (Gambar 2.3).PLA memiliki beberapa kegunaan, yaitu untuk keperluan pengemasan, pembuatan kosmetik, dan industri medis (bahan penyalur obat, implantasi tulang, dan untuk benang operasi).Ikatan ester pada PLA menyebabkan PLA dapat terdegradasi secara alami baik oleh panas, cahaya, maupun bakteri (*Fusarium moniliforme* dan *Penicillium Roquefort*).PLA juga bersifat biokompatibel, yaitu dapat terdegradasi dalam tubuh tanpa menimbulkan efek yang berbahaya.



Gambar 2.2. Struktur isomer optis aktif asam laktat L dan D



Gambar 2.3 Rumus struktur *poly lactic acid* (PLA)



Gambar 2.4 Skema struktur molekul polimer

2.3.2 Sifat dan Kegunaan *Poly lactic acid* (PLA)

PLA menggabungkan sifat terbaik dari bahan alami dan bahan buatan. Karena bahan ini dibuat dari gula tumbuhan, maka bahan ini menggunakan sumber yang dapat diperbaharui dan dapat diuraikan kembali sepenuhnya. Selain itu, bahan ini juga mempunyai sifat-sifat yang sama dengan plastik biasa yang terbuat dari hidrokarbon, yaitu kuat, lentur dan murah harganya.

Hasil-hasil riset terbaru menunjukkan PLA mempunyai keunikan dan kelebihan baik dalam permeabilitas, transmisi oksigen, suhu transisi, dan kecepatan mengompos dibandingkan dengan jenis plastik lain. PLA memiliki permeabilitas uap air yang relatif rendah sehingga memungkinkan layak dijadikan kemasan. PLA juga memiliki laju transmisi oksigen (udara) relatif lebih tinggi sehingga bisa digunakan untuk pangan yang diinginkan dalam bentuk cair.

Sifat – sifat PLA :

- Berbentuk : filamen padat
- Berbau manis
- Densitas : 1,24 gr/ml
- Titik leleh : 175 – 220⁰C
- Titik flash : 121°C
- Kekristalan : 37%
- Temperatur *glass transition* : 60-65 °C
- *Tensile* modulus : 2.7-16 GPa
- *Specific gravity* : 1,23-1,30 gr/cm³

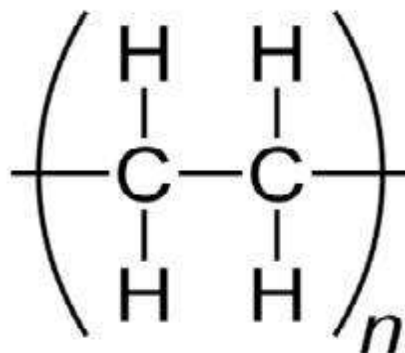
Kelebihan PLA dibandingkan dengan plastik yang terbuat dari minyak bumi antara lain:

1. *Biodegradable*, artinya PLA dapat diuraikan secara alami di lingkungan oleh mikroorganisme.
2. *Biocompatible*, dimana pada kondisi normal, jenis plastik ini dapat diterima oleh sel atau jaringan biologi.

3. Dihasilkan dari bahan yang dapat diperbaharui (termasuk sisa industri) dan bukan dari minyak bumi.
4. 100% *recyclable*, melalui hidrolisis asam laktat dapat diperoleh dan digunakan kembali untuk aplikasi yang berbeda atau bisa digabungkan untuk menghasilkan produk lain.
5. Tidak menggunakan pelarut organik/bersifat racun dalam memproduksi PLA.
6. Dapat dibakar sempurna dan menghasilkan gas CO₂ dan air.^[9]

2.4 Polietilena (PE)

PE juga dikenal sebagai polietene atau poli(metilene), adalah polimer termoplastik. Disintesa secara kimia dari etilena, senyawa yang biasanya terbuat dari minyak bumi atau gas alam. Monomernya adalah etilena (IUPAC: etena), hidrokarbon gas dengan rumus C₂H₄, yang dapat dilihat sebagai sepasang kelompok metilen (CH₂=) terhubung satu sama lain. Etilena biasanya dihasilkan dari sumber petrokimia tetapi juga dihasilkan oleh dehidrasi etanol. Polietilen merupakan molekul agak stabil yang berpolimerisasi hanya pada kontak dengan katalis. Konversi ini sangat eksotermis yaitu proses melepaskan banyak panas.



Gambar 2.5 Rumus struktur polietilen

2.4.1 Jenis – Jenis Polietilena (PE)

Beberapa jenis polietilena antara lain : *Low Density Polyethylene* (LDPE), *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE). *Low Density Polyethylene* (LDPE) memiliki struktur rantai bercabang

yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek. *High Density Polyethylene* (HDPE) mempunyai struktur rantai lurus dan didefinisikan mempunyai kepadatan lebih besar atau sama dengan 0,941 g/cm³.

HDPE memiliki derajat percabangan rendah sehingga gaya antarmolekul dan kekuatan tariknya juga rendah. HDPE digunakan dalam produk dan kemasan seperti botol susu, botol deterjen, bak mentega, kontainer sampah dan pipa air. Sedangkan, *Linear Low Density Polyethylene* (LLDPE) memiliki rantai polimer yang lurus dengan rantai-rantai cabang yang pendek dan didefinisikan mempunyai kepadatan 0,915-0,925 g/cm³.

LLDPE memiliki kekuatan tarik lebih tinggi daripada LDPE, hal itu menunjukkan ketahanan pukul dan jebol yang lebih tinggi daripada LDPE. Ketipisan film yang dapat ditiup dibandingkan LDPE, dengan ketahanan terhadap lingkungan yang lebih baik tetapi tidak mudah untuk diproses. LLDPE digunakan terutama dalam aplikasi film karena ketangguhan, fleksibilitas dan transparansinya. Contoh produk dari film pertanian, pembungkus, dan untuk multilayer serta film komposit.

2.4.2 Sifat Polietilena (PE)

Polietilen adalah salah satu dari *polyolefin* yang paling banyak digunakan secara komersial disebabkan memiliki banyak sifat-sifat yang bermanfaat antara lain daya tahan terhadap zat kimia dan benturan yang baik, mudah dibentuk dan dicetak, ringan dan harganya yang relatif murah. Akan tetapi, PE memiliki permukaan yang bersifat hidrofob karena ketahanannya terhadap bahan kimia dan energi dipermukaannya yang rendah telah membatasi pemanfaatan PE.

Polietilen adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih mempunyai titik leleh bervariasi antara 110⁰C-167⁰C (untuk PP resin). Umumnya polietilen bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik^[10].

Polietilen (PE) merupakan bahan polimer yang sifat – sifat kimianya cukup stabil tahan berbagai bahan kimia kecuali halida dan oksida kuat.

Polietilen larut dalam hidrokarbon aromatik dan larutan hidrokarbon yang terklorinasi di atas suhu 70°C, tetapi tidak ada pelarut yang dapat melarutkan polietilen secara sempurna pada suhu biasa. Karena bersifat non polar, polietilen tidak mudah diolah dengan merekat dan mencap. Perlu perlakuan tambahan tertentu seperti oksidasi pada permukaan atau perubahan struktur permukaannya oleh sinar elektron yang kuat. Kalau dipanaskan tanpa berhubungan dengan oksigen, hanya mencair sampai 300°C, kemudian terurai karena termal jika melampaui suhu tersebut. Tetapi jika dipanaskan dengan disertai adanya oksigen akan teroksidasi walaupun baru 50°C. Karakteristik polietilen dapat di lihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Karakteristik Polietilen

Sifat Fisik dan Mekanik	<i>LDPE Rantai Cabang</i>	<i>HDPE</i>
Bentuk fisik	Padatan putih transparan	Padat
Berat jenis (g/cm³)	0,915 - 0,926	0,95 - 0,97
Titik leleh (°C)	100 – 111	100 – 135
Kekerasan	44 – 48	55 – 70
Regangan (%)	150 – 600	12 – 700
Tegangan Tarik (N mm⁻²)	15,2 – 78,6	17,9 – 33,1
Modulus tarik (N mm⁻²)	55,1 – 172	413 – 1034
Tegangan impak	>16	0,8 – 14

Umumnya polietilen bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik. Secara kimia polietilen merupakan parafin yang mempunyai berat molekul tinggi. Karena itu sifat – sifatnya serupa dengan sifat parafin. Terbakar kalau dinyalakan dan menjadi cair. Polietilen adalah plastik yang sering digunakan untuk kepentingan komersial dan plastik ini sudah ada sejak tahun 1930.

2.5 Polyblend

Polyblend merupakan polimer yang terbentuk dari pencampuran dua atau lebih polimer. Prosesnya disebut *blending*. *Polyblend* tersebut akan memiliki

karakteristik kombinasi dari sifat komponen – komponen penyusunnya. Oleh karena itu, teknik *blending* dapat menjadi solusi untuk memperoleh material – material baru yang mempunyai sifat yang sulit di dapat hanya dengan satu polimer.

Tabel 2.2 Teknik preparasi *polyblend*

Teknik Preparasi	Deskripsi
<i>Mechanical blends</i>	Polimer/kopolimer dicampur pada suhu di atas T _g (transisi gelas) atau T _m (titik leleh kristal) masing-masing polimer yang bersifat amorf dan semikristalin.
<i>Mechanochemical blends</i>	Polimer/kopolimer dicampur dengan laju geser yang cukup tinggi sehingga polimer mengalami degradasi. Radikal - radikal bebas yang terbentuk berkombinasi menghasilkan campuran kompleks yang mengandung kopolimer blok atau cangkok.
<i>Solution cast blends</i>	Polimer/kopolimer dicampur dengan melarutkannya ke dalam pelarut tertentu hingga homogen, kemudian pelarut dihilangkan melalui penguapan sehingga dapat membentuk film polimer.
<i>Latex blends</i>	Disperdi – dispersi halus dari polimer dalam air (lateks) dicampur lalu polimer – polimer yang tercampur tersebut dikoagulasi.

Metoda yang umum digunakan dalam pembentukan *polyblend* adalah metode pelarutan (*solution cast blends*) dan metode pelelehan (*mechanical blends*).

2.6 Plastik

Istilah plastik mencakup produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Plastik terbentuk dari kondensasi organik atau penambahan polimer dan bisa

juga terdiri dari zat lain untuk meningkatkan performa atau ekonomi. Ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Plastik dapat dibentuk menjadi film atau fiber sintetik. Plastik berfungsi sebagai kemasan pangan yang selalu digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan atau bahan dasar, karena sifatnya yang ringan dan mudah digunakan. Plastik yang umum digunakan saat ini merupakan polimer sintetik dari bahan baku minyak yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui.

Beberapa jenis plastik yang tergolong dalam polimer sintetik sebagai berikut: polipropilen (PP), polietilen (PE), *polivinil clorida* (PVC), polistiren (PS), dan polietilen tereftalat (PET). Sehingga diperlukan usaha lain dalam mengatasi sampah plastik yaitu dengan membuat plastik yang dapat terurai secara biologis^[11].

2.6.1 Plastik sebagai Kemasan Pangan

Kemasan adalah bungkus atau pelindung dari kata kemas yang kurang lebih artinya rapi atau bersih, jadi kemasan secara sederhana dapat diartikan suatu benda yang digunakan untuk membungkus atau untuk melindungi suatu barang agar rapi atau bersih.

Menurut UU No.7 tahun 1999, kemasan pangan merupakan bahan untuk mewadahi atau membungkus pangan baik bersentuhan langsung (kontak) maupun tidak dengan pangan. Wadah adalah kemasan yang kontak langsung dengan pangan, sedangkan bungkus adalah kemasan yang tidak kontak langsung dengan pangan.

Syarat-syarat kemasan pangan :

- Mempunyai kemampuan atau daya membungkus yang baik untuk memudahkan dalam penanganan, penggunaan, distribusi, penyimpanan dan penyusunan atau penumpukkan
- Mempunyai kemampuan melindungi isinya dari berbagai risiko dari luar, misalnya perlindungan dari udara panas atau dingin, sinar atau cahaya

matahari, bau asing, benturan atau tekanan mekanis, kontaminasi mikroorganisme, higienis dan tidak berbahaya B3.

- Mempunyai kemampuan sebagai daya tarik terhadap konsumen.
- Mempunyai ukuran, bentuk atau bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang, dan mudah dibentuk atau dicetak.

Penggunaan plastik sebagai kemasan pangan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri plastik. Namun demikian adanya berbagai kajian mengenai plastik terutama dampaknya terhadap kesehatan, telah membuka wawasan konsumen untuk lebih bijak dalam penggunaan plastik sebagai kemasan pangan. Pada prinsipnya, tidak ada satu pun jenis plastik yang mutlak aman untuk kemasan pangan. Keamanan penggunaan plastik sebagai kemasan pangan didasarkan pada jumlah migran atau monomer plastik (bahan-bahan kimia yang membentuk plastik) yang bermigrasi ke dalam pangan.

2.6.2 Standarisasi Produk Pangan

Sistem standarisasi produk pangan yang dikembangkan oleh Direktorat Standarisasi Produk pangan melibatkan tim ahli di bidang terkait dalam mengkaji regulasi yang berkaitan dengan keamanan pangan. Pertimbangan nasional menjadi pertimbangan utama dalam penyusunan regulasi kemasan produk pangan, sehingga produk pangan Indonesia sapat bersaing dengan produk dari pasar global. Produsen pangan berkewajiban menjaga mutu dari keamanan produk pangan yang dihasilkan serta melengkapi dan menyampaikan protokol pengawasan dan pemeriksaan yang berkaitan dengan penjaminan tersebut.

Regulasi mengenai kemasan yang ditinjau dari segi keamanan bahan kemasan pangan menyangkut tentang sifat toksiknya terutama yang bersifat kronis. Pada dasarnya terdapat persyaratan-persyaratan yang dapat ditetapkan berkaitan dengan mutu kemasan sehubungan dengan keamanan pangan, diantaranya adalah :

1. Jenis bahan yang digunakan dan yang dilarang untuk kemasan pangan.

2. Bahan tambahan yang diizinkan dan yang dilarang untuk kemasan pangan.
3. Cemar.
4. Residu
5. Migrasi

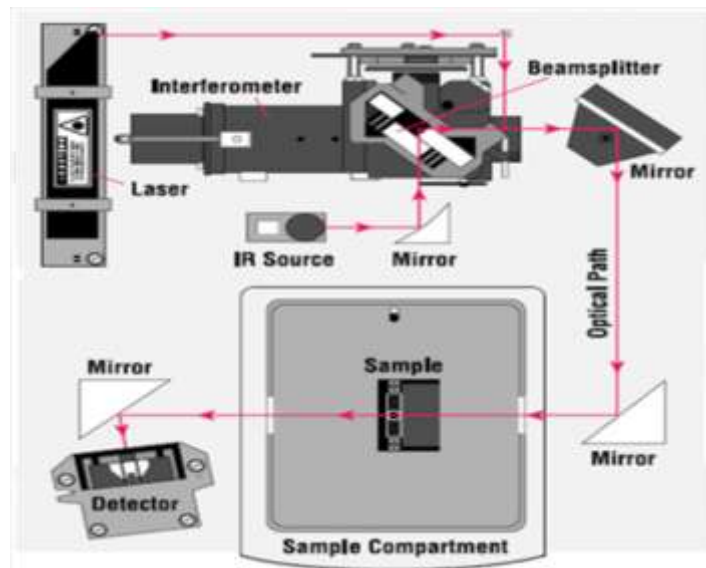
Syarat lainnya, tidak ada komponen kemasan yang membahayakan kesehatan, plastik harus diuji migrasinya dengan cara yang sudah ditentukan, pewarna tidak boleh termigrasi ke dalam makanan yaitu logam Pb 0.01%, As 0.05%, Hg 0.05%, Cd 0.2%, Se 0.01%, amin primer 0.05% dan Ba 0.01%.

2.7 Karakterisasi

2.7.1 Spektrofotometri Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spektrofotometri Infra Merah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1.000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000 – 10 cm^{-1} . Radiasi elektromagnetik dikemukakan pertama kali oleh *James Clark Maxwell*, yang menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan.

Pada dasarnya Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah sama dengan Spektrofotometer IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar infra merah melewati contoh.



Gambar 2.6 Skema peralatan FTIR

2.7.2 Thermogravimetric Analysis (TGA)

Thermogravimetric Analysis (TGA) adalah suatu teknik analitik untuk menentukan stabilitas termal suatu material dan fraksi komponen *volatile* dengan menghitung perubahan berat yang dihubungkan dengan perubahan temperatur. Seperti analisis ketepatan yang tinggi pada tiga pengukuran: berat, temperatur, dan perubahan temperatur. Suatu kurva hilangnya berat dapat digunakan untuk mengetahui titik hilangnya berat^[12].

TGA biasanya digunakan riset dan pengujian untuk menentukan karakteristik material seperti *polymer*, untuk menentukan penurunan temperatur, kandungan material yang diserap, komponen anorganik dan organik di dalam material, dekomposisi bahan yang mudah meledak, dan residu bahan pelarut. TGA juga sering digunakan untuk kinetika korosi pada oksidasi temperatur tinggi.

Pengukuran TGA dilakukan diudara atau pada atmosfer yang inert, seperti Helium atau Argon, dan berat yang dihasilkan sebagai fungsi dari kenaikan temperatur. Pengukuran dapat juga dilakukan pada atmosfer oksigen (1-5% O₂ di dalam N₂ atau He) untuk melambatkan oksidasi^[12].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan atas proyek yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Kimia – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kawasan PUSPITEK, Serpong Tangerang 15314. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada Bulan Februari 2015 selama \pm 3 bulan.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

- Neraca analitik



Gambar 3.1 Neraca analitik

- *Beacker glass* 100 ml dan 50 ml
- *Erlen mayer* asah 250 ml + tutup

- *Hot plate*



Gambar 3.2 *Hot plate*

- *Waterbath*



Gambar 3.3 *Waterbath*

- *Alat refluks*



Gambar 3.4 *Alat refluks*

- Spatula
- Batang pengaduk
- Alat instrument FT-IR dan TGA

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- *Poly lactic acid* (PLA)
- Polietilen (PE)
- Toluene sebagai pelarut polietilen
- 1,4 Dioxane sebagai pelarut *Poly lactic acid*

3.3 Variabel

3.3.1 Variabel Tetap

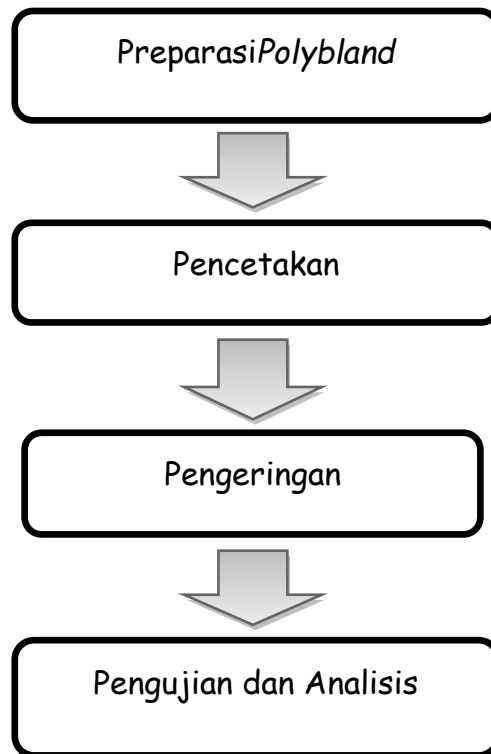
Variabel tetap merupakan variabel yang dibuat tidak berubah selama penelitian berlangsung sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan variabel terikat. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah jumlah pelarut yang digunakan (100 ml), perbandingan campuran (10:30, 20:20, 30:10) dan suhu dari masing – masing proses yang berlangsung. Untuk refluks sampel PE 100⁰C, untuk pemanasan sampel PLA 85⁰C dan untuk pencampuran PLA dan PE suhu yang digunakan 70⁰C dengan kecepatan putar 4 rpm dengan waktu 5 jam.

1.3.2 Variabel Berubah

Variabel berubah adalah variabel yang divariasikan pada penelitian agar diperoleh hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini variabel berubahnya adalah konsentrasi campuran.

3.4 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini secara ringkas dapat dijabarkan dalam diagram sebagai berikut :



Gambar 3.1. Metodologi penelitian material biokomposit berbasis *poly lactic acid* (PLA) untuk kemasapanan

1. Tahap Preparasi *Polyblend*

Pada tahap preparasi *polyblend*, yang akan dilakukan dengan cara :

- Melarutkan polietilen (PE) dengan toluene.
- Melarutkan *Poly lactic acid* (PLA) dengan 1,4 Dioxane.
- Mencampurkan PLA dengan PE agar menjadi homogen dengan menggunakan pembentukan *polyblend* metode pelarutan (*Solution cast blends*).

2. Tahap Pencetakan

Pada tahap pencetakan ini akan dijadikan lembaran – lembaran plastik untuk tahap selanjutnya.

3. Tahap Pengeringan

Pada tahap pengeringan ini untuk menghilangkan pelarutnya melalui penguapan sehingga dapat membentuk film komposit polimer terhadap pencampuran dua bahan tersebut.

4. Tahap Pengujian dan Analisis

Pada tahap pengujian dan analisis ini untuk mengetahui karakteristik, sifat termal dan gugus fungsi yang akan di uji atau di analisis dengan menggunakan alat TGA/DTA dan FT-IR.

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

3.5.1 Komposisi 1%

Prosedur melarutkan sampel PE

Dalam prosedur ini ada beberapa percobaan yang sudah dilakukan untuk melarutkan sampel PE , yaitu :

Percobaan I :

- Melarutkan 2 gram sampel PE dengan 100 ml n-hexane di dalam *beacker glass* yang 100 ml yang dipanaskan dengan menggunakan *waterbath* dengan suhu 85°C selama 33 jam yang dilakukan dalam 5 hari. Hasilnya tidak larut.

Percobaan II (Menggunakan 2 pelarut) :

- Yang pertama :

Melarutkan 0,0697 gram sampel PE dengan tabung reaksi berisi 25 ml n-hexane selama 15 menit. Hasilnya tidak larut.

- Yang kedua :

Melarutkan 0,0562gram sampel PE dengan tabung reaksi yang brisi 25 ml n-hexane yang di panaskan di atas *hot plate* dengan suhu 100°C selama 24 jam yang dilakukan 3 hari. Dan melarutkan 0,0622gram sampel PE dengan tabung

reaksi yang berisi 25 ml 1,4 dioxane yang dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu 100°C selama 24 jam yang dilakukan 3 hari. Hasilnya tidak larut dari kedua pelarut yang digunakan.

Percobaan III :

- Melarutkan 0.0602 gram sampel PE dengan 50 ml 1,4 dioxane yang dipanaskan dengan suhu 100°C menggunakan *waterbath* selama 22 jam yang dilakukan dalam 3 hari. Hasilnya tidak larut.

Percobaan IV (Dengan menggunakan metode refluks dengan suhu 100°C) :

- Ditimbang 0,2537 gram sampel PE dengan 100 ml 2-propanol di dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan metode refluks dengan suhu 100°C selama 16 jam yang dilakukan dalam 3 hari. Hasilnya tidak larut.

Percobaan V (Dengan menggunakan metode refluks dengan suhu 110°C) :

- Ditimbang 0,2537 gram sampel PE dengan 100 ml 2-propanol di dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan metode refluks dengan suhu 110°C selama 3 jam yang dilakukan dalam sehari. Hasilnya tidak larut.

Percobaan VI (Dengan menggunakan metode refluks dengan suhu 120°C) :

- Ditimbang 0,2537 gram sampel PE dengan 100 ml 2-propanol di dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan metode refluks dengan suhu 120°C selama 1 jam yang dilakukan dalam sehari. Hasilnya tidak larut.

Percobaan VII (Dengan menggunakan metode refluks dengan suhu 130°C) :

- Ditimbang 0,2537 gram sampel PE dengan 100 ml 2-propanol di dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan metode refluks dengan suhu 130°C selama 40 jam yang dilakukan dalam 5 hari. Hasilnya tetap tidak larut.

Percobaan VIII (Dengan menggunakan metode refluks dalam 1%) :

- Ditimbang 1,1284gram sampel PE di dalam 50 ml *beacker glass*.

- Di panaskan 200 ml pelarut toluene yang menggunakan *hot plate* sampai mendidih dengan suhu 70°C.
- Setelah pelarut toluene sudah mendidih, di masukan 100 ml pelarut toluene yang sudah mendidih ke dalam 250 ml *erlen mayer* asah.
- Kemudian sampel PE yang sudah di timbang 1,1284 gram dimasukan ke dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang sudah berisi 100 ml toluene mendidih secara bertahap.
- Kemudian di refluks dengan suhu 100°C selama 4 jam 33 menit dan hasilnya larut.

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 kesimpulan melarutkan PE

Percobaan	Variabel					
	Berat (gram)	Pelarut	Banyak Pelarut (ml)	Waktu (menit)	Suhu (°C)	Hasil
Pertama	2,000	n-Hexane	100	1980	85	×
Kedua	0,0697	n-Hexane	25	15	25	×
	0,0562	n-Hexane	25	1440	100	×
	0,0622	1,4 Dioxane	25	1440	100	×
Ketiga	0,0602	1,4 Dioxane	50	1320	100	×
Keempat	0,2537	2-Propanol	100	960	100	×
Kelima	0,2537	2-Propanol	100	180	110	×
Keenam	0,2537	2-Propanol	100	60	120	×
Ketujuh	0,2537	2-Propanol	100	2400	130	×
Kedelapan	1,1284	Toluene	100	273	100	√

Keterangan :

× : Tidak larut

√ : Larut

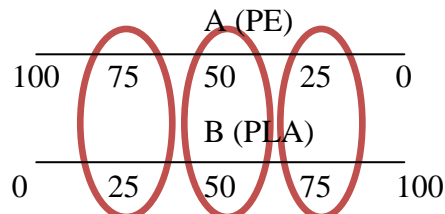
Prosedur melarutkan sampel *Poly lactic acid* (PLA) dalam 1%

- Ditimbang 1,1562 gram sampel *Poly lactic acid* (PLA) di dalam 50 ml *beacker glass*.
- Dan 100 ml 1,4 dioxane di dalam 250 ml *erlen mayer* asah
- Kemudian dicoba dimasukkan 5 butir sampel *Poly lactic acid* (PLA) yang sudah ditimbang 1,1562 gram ke dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang berisi 100 ml 1,4 dioxane.
- Setelah dimasukkan sampelnya langsung distiller dan dipanaskan di hotplate dengan suhu 85°C selama 25 menit.
- Hasilnya larut, kemudian sisa sampel *Poly lactic acid* (PLA) yang sudah ditimbang 1,1562gram dimasukkan dan hasilnya larut selama 2 jam dalam sehari.

Prosedur pencampuran antara larutan PE dengan larutan *Poly lactic acid* (PLA) 1%

Didalam prosedur ini ada 3 perbandingan, yaitu :

Dari teori ini :



Perbandingan 1 = (75 : 25) dibagi 25 menjadi (3 : 1) dikalikan 10 ml, yaitu **30:10**

Perbandingan 2 = (50 : 50) dibagi 25 menjadi (2 : 2) dikalikan 10 ml, yaitu **20:20**

Perbandingan 3 = (25 : 75) dibagi 25 menjadi (1 : 3) dikalikan 10 ml, yaitu **10:30**

Prosedurnya :

- Disiapkan 100 ml larutan PE dan 100 ml larutan *Poly lactic acid* (PLA) yang sudah di buat.
- Dan disiapkan 3 *beacker glass* berukuran 50 ml yang sudah dilabel dengan 3 perbandingan yaitu *beacker glass* yang ke 1 dengan perbandingan 30:10,

- beacker glass* yang ke 2 dengan perbandingan 20:20 dan *beacker glass* yang ke 3 dengan perbandingan 10:30.
- Kemudian dimasukan 30 ml larutan PE dan 10 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 1 yang sudah di label (30:10) 1%.
 - Lalu dimasukan 20 ml larutan PE dan 20 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 2 yang sudah di label (20:20) 1%.
 - Dan dimasukan 10 ml larutan PE dan 30 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 3 yang sudah di label (10:30) 1%.
 - Setelah ketiga *beacker glass* yang sudah berisi tiga perbandingan larutan PE dengan *Poly lactic acid* (PLA) kemudian distiller dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* dengan suhu 70°C dan putaran 4 rpm selama 5 jam dalam 2 hari agar terhomogenasi antara larutan PE dengan *Poly lactic acid*.
 - Setelah distiller dan dipanaskan selama 5 jam.
 - Kemudian *beacker glass* ke 1 (30 PE : 10 PLA) 1% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
 - Lalu *beacker glass* ke 2 (20 PE : 20 PLA) 1% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
 - Dan *beacker glass* ke 3 (10 PE : 30 PLA) 1% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
 - Setelah dituangkan ke cawan plat, sisaan dari larutan *Poly lactic acid* (PLA) dituangkan ke dalam 2 cawan plat (20 ml dan 20 ml) yang sudah di label PLA 1%. Dan begitu juga dengan sisaan dari larutan PE dituangkan ke dalam 2 cawan plat (20 ml dan 20 ml) yang sudah di label PE 1%.
 - Kemudian cawan-cawan plat tersebut yang sudah berisi larutan PE 1%, larutan PLA 1%, larutan 30 ml PE : 10 ml PLA (1%) , larutan 20 ml PE : 20 ml PLA (1%), dan larutan 10 ml PE : 30 ml PLA (1%). Lalu dioven selama 1 jam dengan suhu 50°C.

- Setelah dioven, hasilnya menjadi kering dan terbentuk lempengan film kemudian lempengan film tersebut dipotong-potong menjadi kecil dan dimasukkan di botol-botol sampel yang sudah diberi label PE 1%, PLA 1%, 30 ml PE: 10 ml PLA (1%), 20 ml PE : 20 ml PLA (1%), dan 10 ml PE : 30 ml PLA (1%).
- Lalu diuji atau analisis dengan alat TGA/DTA dan alat FT-IR.
- Kemudian setelah diuji atau dianalisis dengan alat TGA/DTA dan alat FT-IR, 5 botol sampel tersebut di oven kembali dengan suhu 110°C selama 3 jam.
- Setelah di oven diuji atau dianalisis kembali dengan alat FT-IR setelah pengeringan selama 3 jam dengan suhu 110°C ada sesuatu perbedaan dengan hasil sebelumnya.

Setelah hasil 1% jadi, maka dibuat kembali untuk konsentrasi 2% dan 5% untuk perbandingan.

3.5.2 Komposisi 2%

Prosedur melarutkan sampel PE 2%

- Ditimbang 2, gram sampel PE didalam 50 ml *beacker glass*.
- Di panaskan 100 ml pelarut toluene yang sudah dimasukkan ke dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan *hot plate* sampai mendidih dengan suhu 70°C.
- Setelah pelarut toluene sudah mendidih, Kemudian sampel PE yang sudah di timbang 2gram didalam 50 ml *beacker glass* lalu dimasukkan sampel tersebut kedalam 250 ml *erlen mayer* asah yang sudah berisi 100 ml pelarut toluene yang sudah mendidih.
- Kemudian di refluks dengan suhu 100°C selama 6 jam dalam sehari dan hasilnya larut.

Prosedur melarutkan sampel *Poly lactic acid* (PLA) dalam 2%

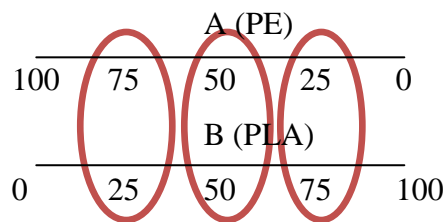
- Ditimbang 2, gram sampel *Poly lactic acid* (PLA) di dalam 50 ml *beacker glass*.
- Dan 100 ml 1,4 dioxane di dalam 250 ml *erlen mayer* asah

- Kemudian sampel *Poly lactic acid* yang sudah ditimbang 2, gram di dalam 50 ml *beacker glass* lalu dimasukan semua sampel tersebut kedalam 250 ml *erlen mayer* asah yang sudah berisi 100 ml 1,4 dioxane.
- Setelah dimasukan sampelnnya langsung distiller dan dipanaskan di hotplate dengan suhu 85°C.
- Hasilnya larut selama 2 jam lebih 30 menit.

Prosedur pencampuran antara larutan PE dengan larutan *Poly lactic acid* (PLA) 2%

Didalam prosedur ini ada 3 perbandingan, yaitu :

Dari teori ini :



Perbandingan 1 = (75 : 25) dibagi 25 menjadi (3 : 1) dikalikan 10 ml, yaitu 30:10

Perbandingan 2 = (50 : 50) dibagi 25 menjadi (2 : 2) dikalikan 10 ml, yaitu 20:20

Perbandingan 3 = (25 : 75) dibagi 25 menjadi (1 : 3) dikalikan 10 ml, yaitu 10:30

Prosedurnya :

- Disiapkan 100 ml larutan PE 2% dan 100 ml larutan *Poly lactic acid* (PLA) 2% yang sudah di buat.
- Dan disiapkan 3 *beacker glass* berukuran 50 ml yang sudah dilabel dengan 3 perbandingan yaitu *beacker glass* yang ke 1 dengan perbandingan 30:10, *beacker glass* yang ke 2 dengan perbandingan 20:20 dan *beacker glass* yang ke 3 dengan perbandingan 10:30.
- Kemudian dimasukan 30 ml larutan PE dan 10 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 1 yang sudah di label (30:10) 2%.

- Lalu dimasukkan 20 ml larutan polietilen LDPE dan 20 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 2 yang sudah di label (20:20) 2%.
- Dan dimasukkan 10 ml larutan PE dan 30 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 3 yang sudah di label (10:30) 2%.
- Setelah ketiga *beacker glass* yang sudah berisi tiga perbandingan larutan PE dengan *Poly lactic acid* (PLA) kemudian distiller dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* dengan suhu 70°C dan putaran 4 rpm selama 5 jam dalam 2 hari agar terhomogenasi antara larutan PE dengan *Poly lactic acid*.
- Setelah distiller dan dipanaskan selama 5 jam.
- Kemudian *beacker glass* ke 1 (30 PE : 10 PLA) 2% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Lalu *beacker glass* ke 2 (20 PE : 20 PLA) 2% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Dan *beacker glass* ke 3 (10 PE : 30 PLA) 2% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Setelah dituangkan ke cawan plat, Kemudian cawan-cawan plat tersebut yang sudah berisi larutan 30 ml PE : 10 ml PLA (2%) , larutan 20 ml PE : 20 ml PLA (2%), dan larutan 10 ml PE : 30 ml PLA (2%). Lalu dioven selama 21 jam dengan suhu 100°C.
- Setelah dioven, hasilnya menjadi kering dan terbentuk lempengan film kemudian lempengan film tersebut dipotong-potong menjadi kecil dan dimasukkan di botol-botol sampel yang sudah diberi label PE 2%, PLA 2%, 30 ml PE: 10 ml PLA (2%), 20 ml PE : 20 ml PLA (2%), dan 10 ml PE : 30 ml PLA (2%).
- Lalu diuji atau analisis dengan alat FT-IR.

3.5.3 Komposisi 5%

Prosedur melarutkan sampel PE 5%

- Ditimbang 5,0340gram sampel polietilen LDPE didalam 50 ml *beacker glass*.
- Di panaskan 100 ml pelarut toluene yang sudah dimasukan ke dalam 250 ml *erlen mayer* asah yang menggunakan *hot plate* sampai mendidih dengan suhu 70°C.
- Setelah pelarut toluene sudah mendidih, Kemudian sampel PE yang sudah di timbang 5,0340gram didalam 50 ml *beacker glass* lalu dimasukan sampel tersebut kedalam 250 ml *erlen mayer* asah yang sudah berisi 100 ml pelarut toluene yang sudah mendidih.
- Kemudian di refluks dengan suhu 100°C selama 6 jam dalam sehari dan hasilnya larut.

Prosedur melarutkan sampel *Poly lactic acid* (PLA) dalam 5%

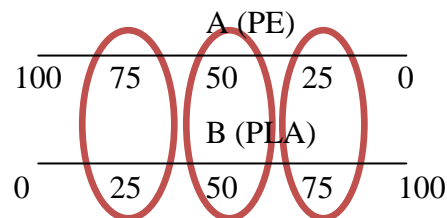
- Ditimbang 5,0340 gram sampel *Poly lactic acid* (PLA) di dalam 50 ml *beacker glass*.
- Dan 100 ml 1,4 dioxane di dalam 250 ml *erlen mayer* asah
- Kemudian sampel *Poly lactic acid* yang sudah ditimbang 5,0340gram di dalam 50 ml *beacker glass* lalu dimasukan semua sampel tersebut kedalam 250 ml *erlen mayer* asah yang sudah berisi 100 ml 1,4 dioxane.
- Setelah dimasukkan sampelnya langsung distiller dan dipanaskan di hotplate dengan suhu 85°C.
- Hasilnya larut selama 2 jam lebih 30 menit.

Prosedur pencampuran antara larutan PE dengan larutan *Poly lactic acid*

(PLA) 5%

Didalam prosedur ini ada 3 perbandingan, yaitu :

Dari teori ini :



Perbandingan 1 = (75 : 25) dibagi 25 menjadi (3 : 1) dikalikan 10 ml, yaitu **30:10**

Perbandingan 2 = (50 : 50) dibagi 25 menjadi (2 : 2) dikalikan 10 ml, yaitu **20:20**

Perbandingan 3 = (25 : 75) dibagi 25 menjadi (1 : 3) dikalikan 10 ml, yaitu **10:30**

Prosedurnya :

- Disiapkan 100 ml larutan PE 5% dan 100 ml larutan *Poly lactic acid* (PLA) 5% yang sudah di buat.
- Dan disiapkan 3 *beacker glass* berukuran 50 ml yang sudah dilabel dengan 3 perbandingan yaitu *beacker glass* yang ke 1 dengan perbandingan 30:10, *beacker glass* yang ke 2 dengan perbandingan 20:20 dan *beacker glass* yang ke 3 dengan perbandingan 10:30.
- Kemudian dimasukan 30 ml larutan PE dan 10 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 1 yang sudah di label (30:10) 5%.
- Lalu dimasukan 20 ml larutan PE dan 20 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 2 yang sudah di label (20:20) 5%.
- Dan dimasukan 10 ml larutan PE dan 30 ml *Poly lactic acid* (PLA) kedalam 50 ml *beacker glass* ke 3 yang sudah di label (10:30) 5%.
- Setelah ketiga *beacker glass* yang sudah berisi tiga perbandingan larutan PE dengan *Poly lactic acid* (PLA) kemudian distiller dan dipanaskan dengan menggunakan *hot plate* dengan suhu 70°C dan putaran 4 rpm selama 5 jam dalam 2 hari agar terhomogenasi antara larutan PE dengan *Poly lactic acid*.
- Setelah distiller dan dipanaskan selama 5 jam.

- Kemudian *beacker glass* ke 1 (30 PE : 10 PLA) 5% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Lalu *beacker glass* ke 2 (20 PE : 20 PLA) 5% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Dan *beacker glass* ke 3 (10 PE : 30 PLA) 5% dituangkan ke dalam 2 cawan plat yang sudah di label yaitu 20 ml dan 20 ml, karena di dalam satu *beacker glass* berisi larutannya 40 ml.
- Setelah dituangkan ke cawan plat, sisaan dari larutan *Poly lactic acid* (PLA) dituangkan ke dalam 2 cawan plat (20 ml dan 20 ml) yang sudah di label PLA 5%. Dan begitu juga dengan sisaan dari larutan PE dituangkan ke dalam 2 cawan plat (20 ml dan 20 ml) yang sudah di label PE 5%.
- Kemudian cawan-cawan plat tersebut yang sudah berisi larutan PE 5%, larutan PLA 5%, larutan 30 ml PE : 10 ml PLA (5%) , larutan 20 ml PE : 20 ml PLA (5%), dan larutan 10 ml PE : 30 ml PLA (5%). Lalu dioven selama 21 jam dengan suhu 100°C.
- Setelah dioven, hasilnya menjadi kering dan terbentuk lempengan film kemudian lempengan film tersebut dipotong-potong menjadi kecil dan dimasukkan di botol-botol sampel yang sudah diberi label PE 5%, PLA 5%, 30 ml PE: 10 ml PLA (5%), 20 ml PE : 20 ml PLA (5%), dan 10 ml PE : 30 ml PLA (5%).
- Lalu diuji atau analisis dengan alat FT-IR.

Catatan : Semua prosedur yang dilakukan sesuai dengan standar pembuatan atau pengarahannya dari pembimbing LIPI atas nama Dr. Ahmad Hanafi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAAN

4.1 Analisis Termal Gravimetri (TGA)

Analisis ini bertujuan untuk mengukur perubahan berat dari suatu senyawa sebagai fungsi dari suhu. Pada lampiran A-1 grafik TGA dan lampiran A-2 tabel Δm untuk sampel PE tanpa PLA dengan berat awal 8,37535 mg, dipanaskan sampai suhu 500⁰C diperoleh perubahan massa -7,65681 mg. Pada lampiran A-3 grafik TGA dan lampiran A-4 tabel Δm dan *heat flow* untuk campuran sampel PE dan PLA (1:3) dengan berat awal 5,54353 mg, dipanaskan sampai suhu 600⁰C diperoleh perubahan massa -5,5184 mg dan *heat flow* 50,2820 mW.

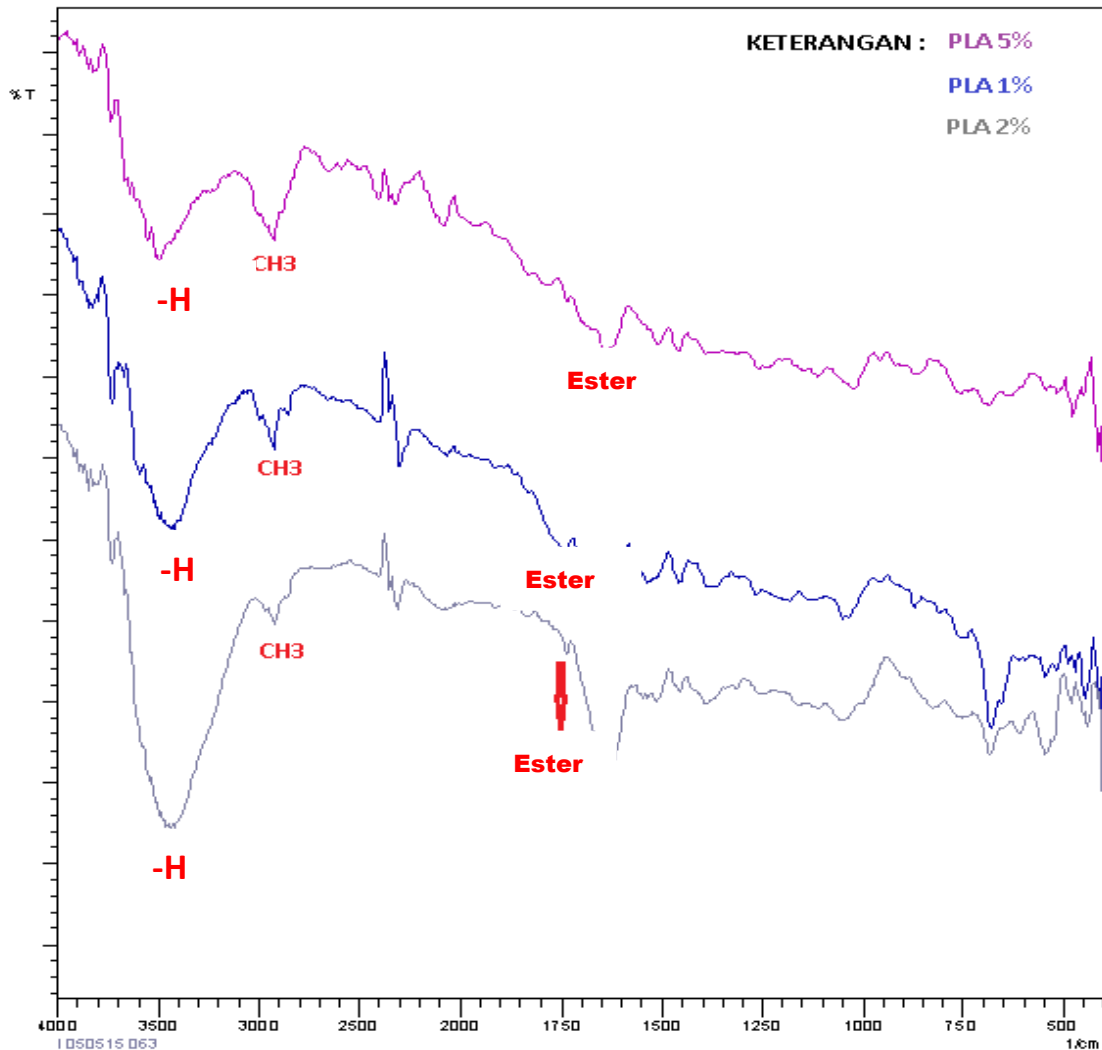
Pada lampiran A-5 grafik TGA dan lampiran A-6 tabel Δm dan *heat flow* untuk campuran sampel PE dan PLA (2:2) dengan berat awal 5,79864 mg, dipanaskan sampai suhu 600⁰C diperoleh perubahan massa -5,3903 mg dan *heat flow* 91,3417 mW. Pada lampiran A-7 grafik TGA dan lampiran A-8 tabel Δm dan *heat flow* untuk campuran sampel PE dan PLA (3:1) dengan berat awal 7,62105 mg, dipanaskan sampai suhu 600⁰C diperoleh perubahan massa -7,8083 mg dan *heat flow* 112,0393 mW.

Dari keempat hasil diatas dapat diketahui adanya penurunan (penyusutan) berat sekitar 91,41% untuk sampel PE; 99,55% untuk sampel PE dan PLA (1:3); 92,96% untuk sampel PE dan PLA (2:2); 100% untuk sampel PE dan PLA (3:1) dari berat awal masing-masing sampel. Adanya penurunan berat ini karena terjadinya dekomposisi sisa-sisa pelarut yang tersimpan di dalam sampel.

4.2 Analisis Spektrum Infra Merah (FTIR)

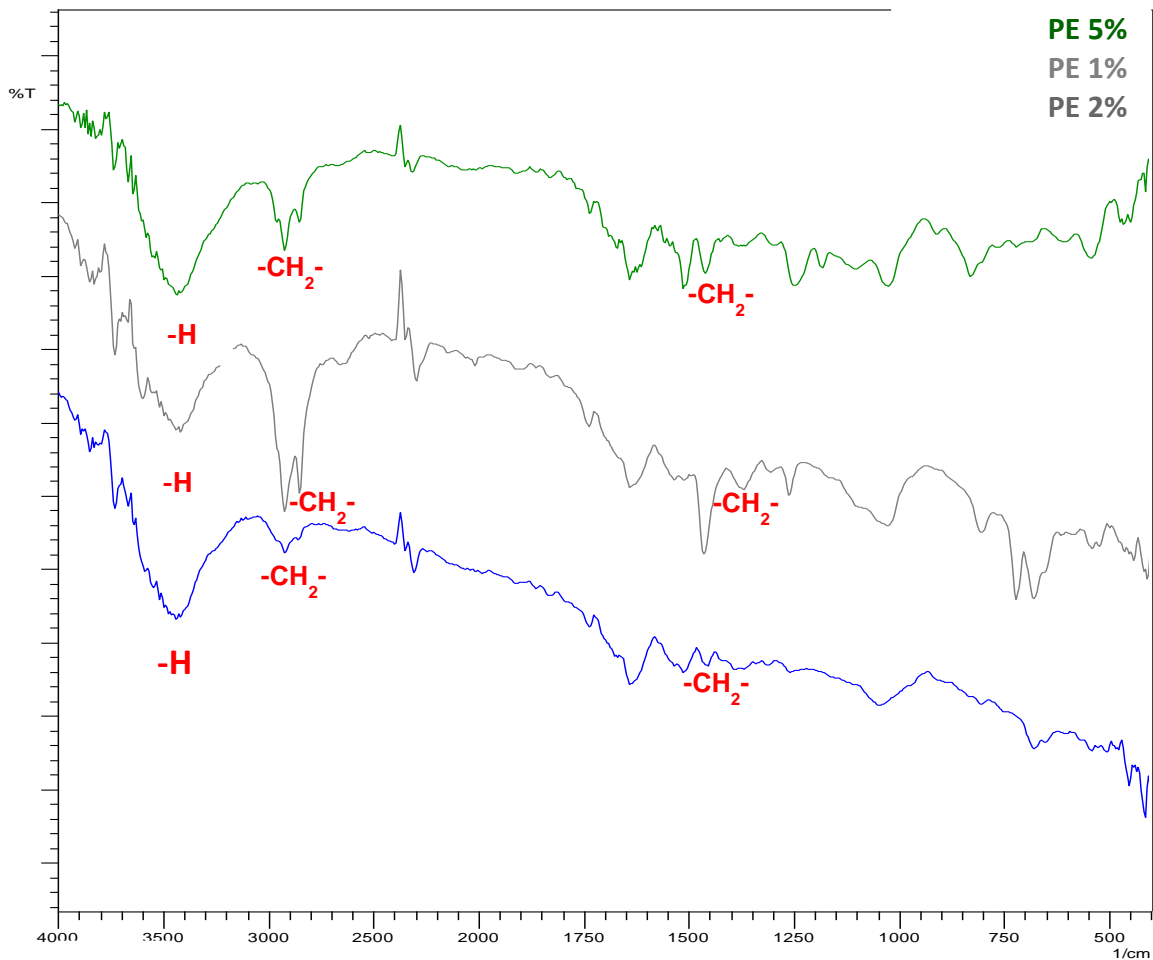
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi komponen polimer PLA dan gugus fungsi komponen polimer PLA setelah dicampur dengan polimer PE. Analisis ini juga memberikan informasi tentang perubahan gugus fungsi dan adanya interaksi secara kimia.

Gambar 4.1 Perbandingan PLA 1%, 2% dan 5%



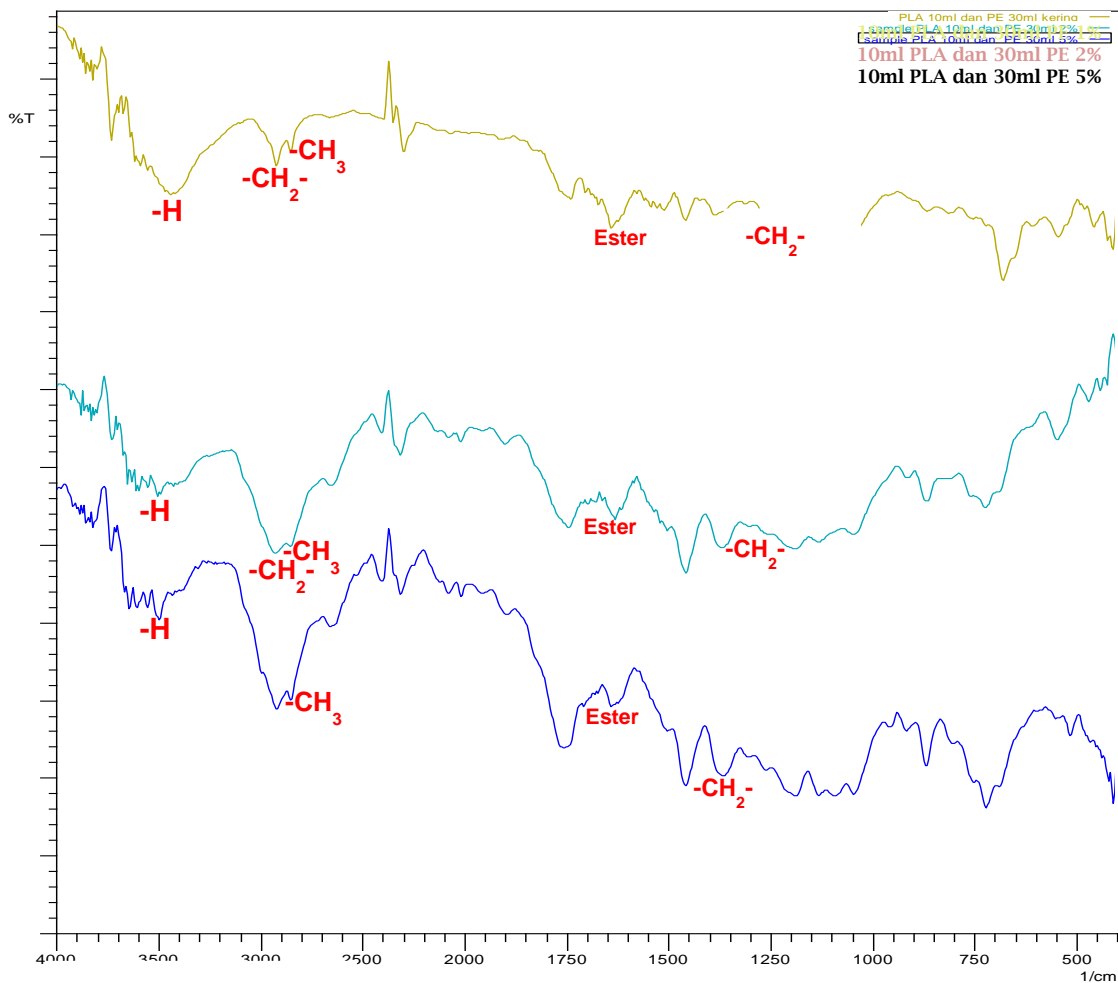
Pada gambar 4.1 merupakan spektrum hasil analisa untuk PLA dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan –H, bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan –CH₃, bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester . Ini membuktikan bahwa sampel yang digunakan adalah jenis PLA.

Gambar 4.2 Perbandingan PE 1%, 2% dan 5%



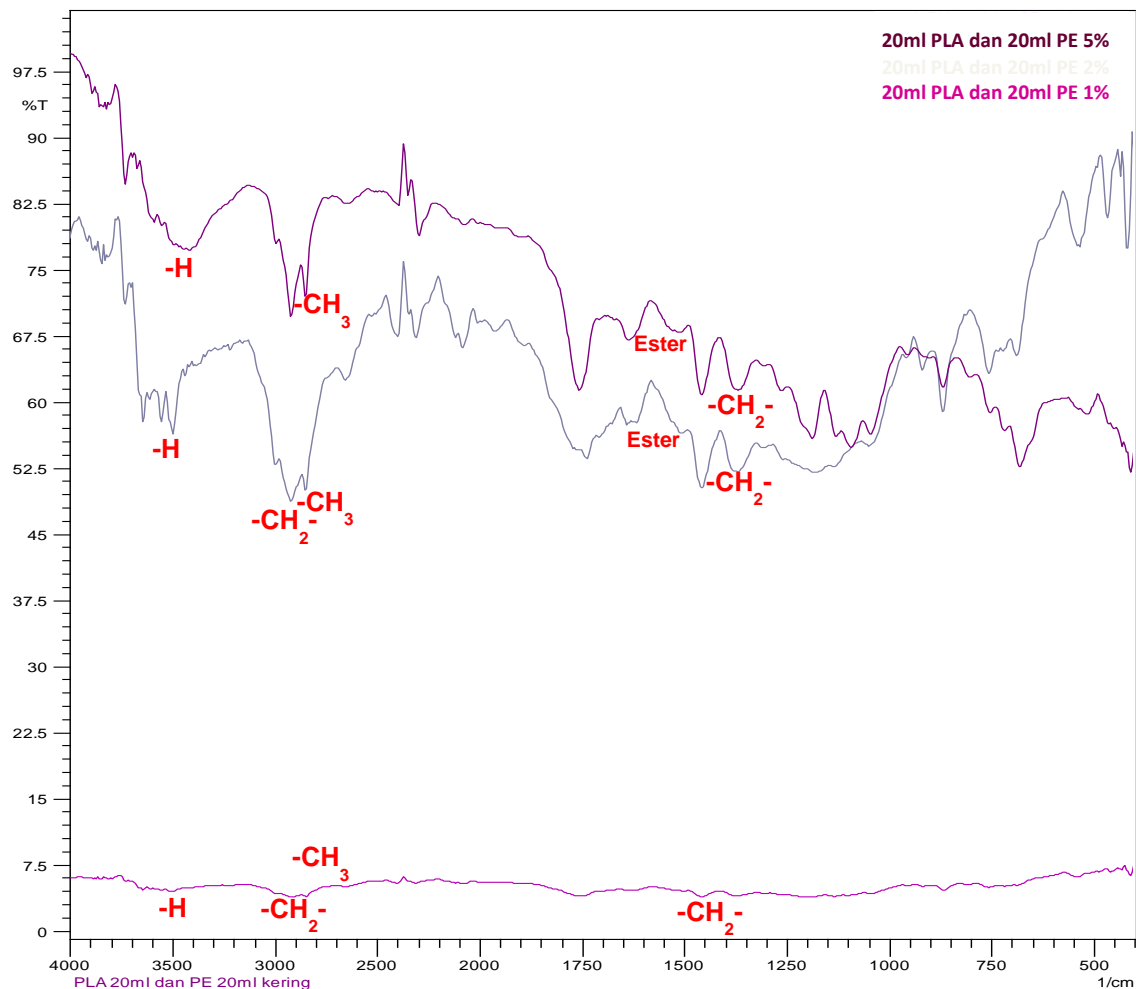
Pada gambar 4.2 merupakan spektrum hasil analisa untuk PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan $-\text{H}$, bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan $-\text{CH}_2-$ (rentangan) dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $-\text{CH}_2-$ (bengkokan). Ini membuktikan bahwa sampel yang digunakan adalah jenis PE.

Gambar 4.3 Perbandingan 10 PLA dan 30 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%



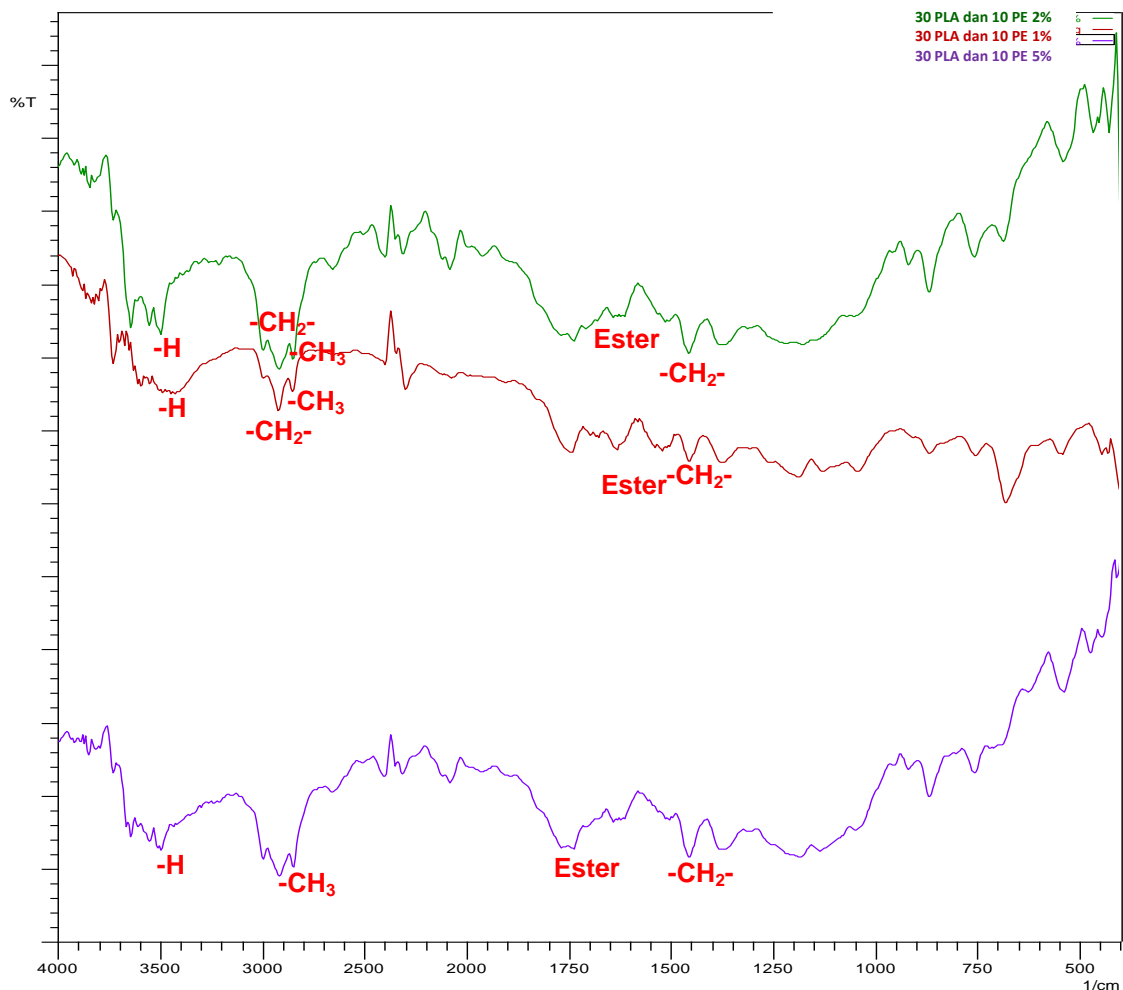
Pada gambar 4.3 merupakan spektrum hasil analisa untuk perbandingan 10 PLA dan 30 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan -H , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan -CH_3 , bilangan gelombang 2940 - 2920 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (rentangan), bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (bengkokan). Ini menunjukkan bahwa pencampuran 10 PLA dan 30 PE bercampur dengan sempurna.

Gambar 4.4 Perbandingan 20 PLA dan 20 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%



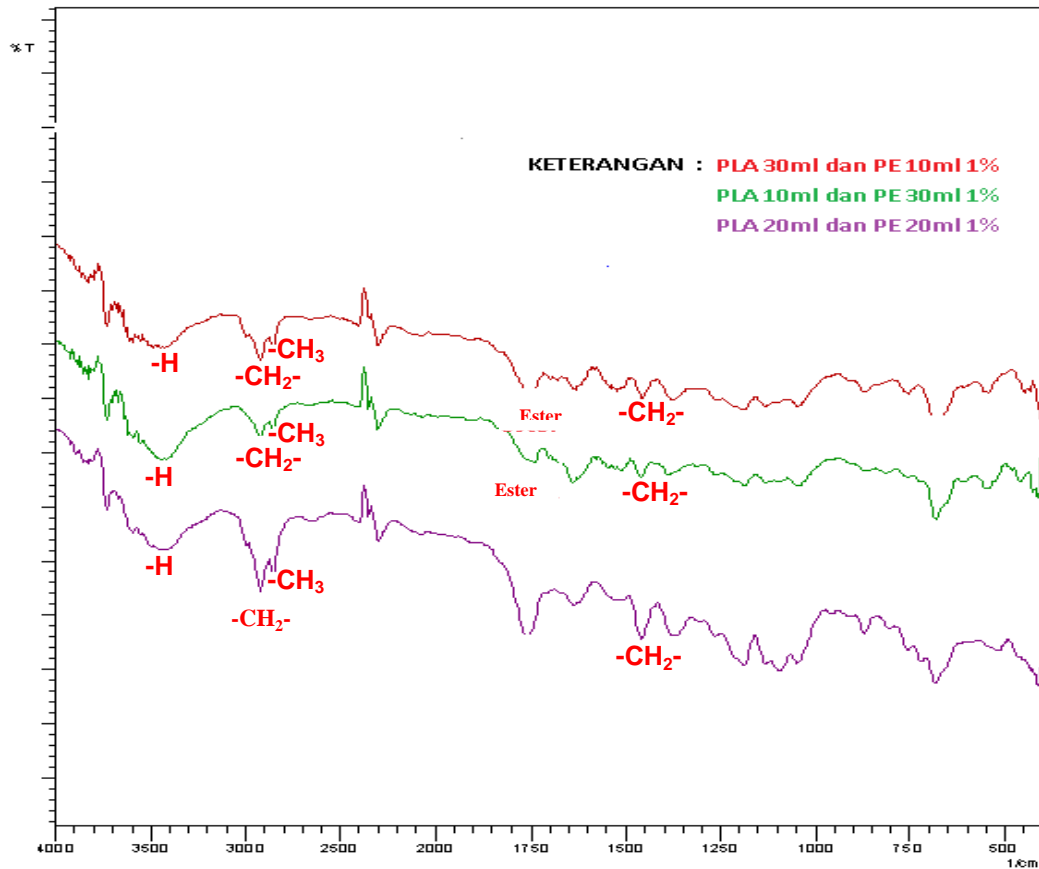
Pada gambar 4.4 merupakan spektrum hasil analisa untuk perbandingan 20 PLA dan 20 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan -H , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan -CH_3 , bilangan gelombang 2940 - 2920 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (rentangan) pada konsentrasi 1% dan 2%, bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester pada konsentrasi 2% dan 5%, serta bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (bengkokan). Ini menunjukkan bahwa pencampuran 20 PLA dan 20 PE dengan konsentrasi 2% merupakan campuran yang sempurna.

Gambar 4.5 Perbandingan 30 PLA dan 10 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%



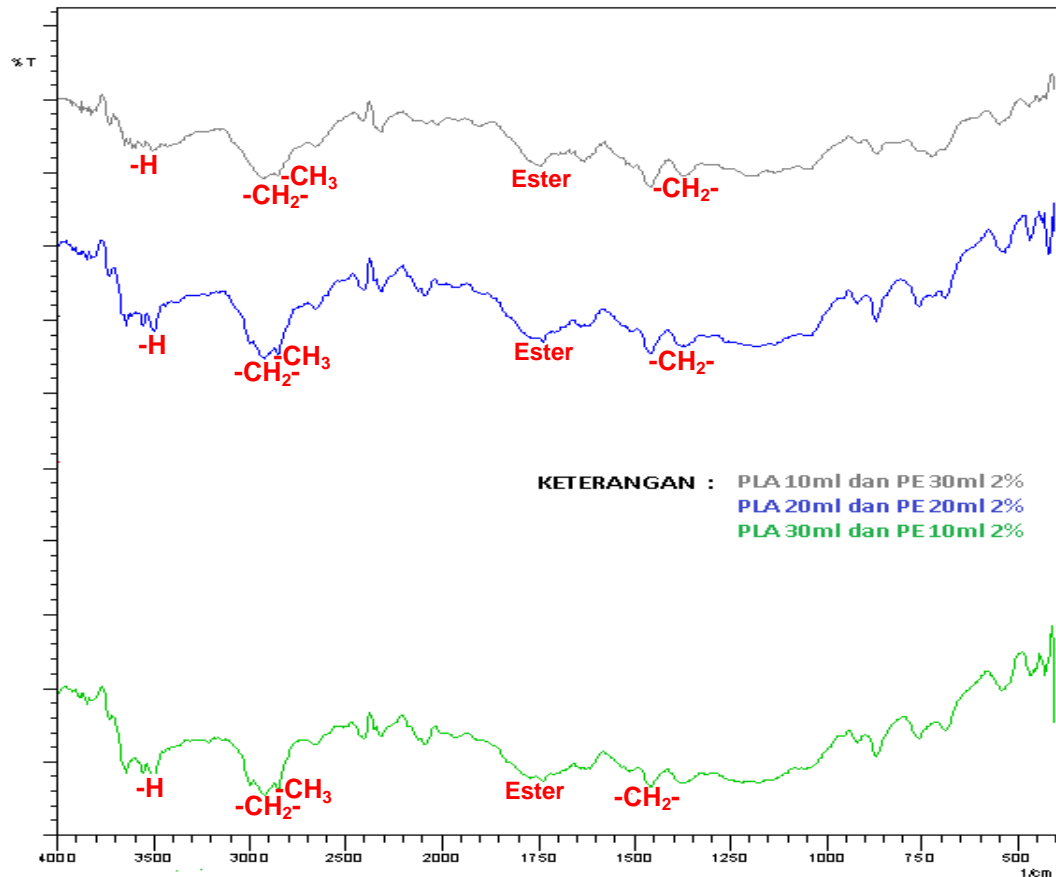
Pada gambar 4.5 merupakan spektrum hasil analisa untuk perbandingan 30 PLA dan 10 PE dengan konsentrasi 1%, 2% dan 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan -H , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan -CH_3 , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (rentangan) pada konsentrasi 1% dan 2%, bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (bengkokan). Ini menunjukkan bahwa pencampuran 30 PLA dan 10 PE dengan konsentrasi 5% tidak sempurna.

Gambar 4.6 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 1%



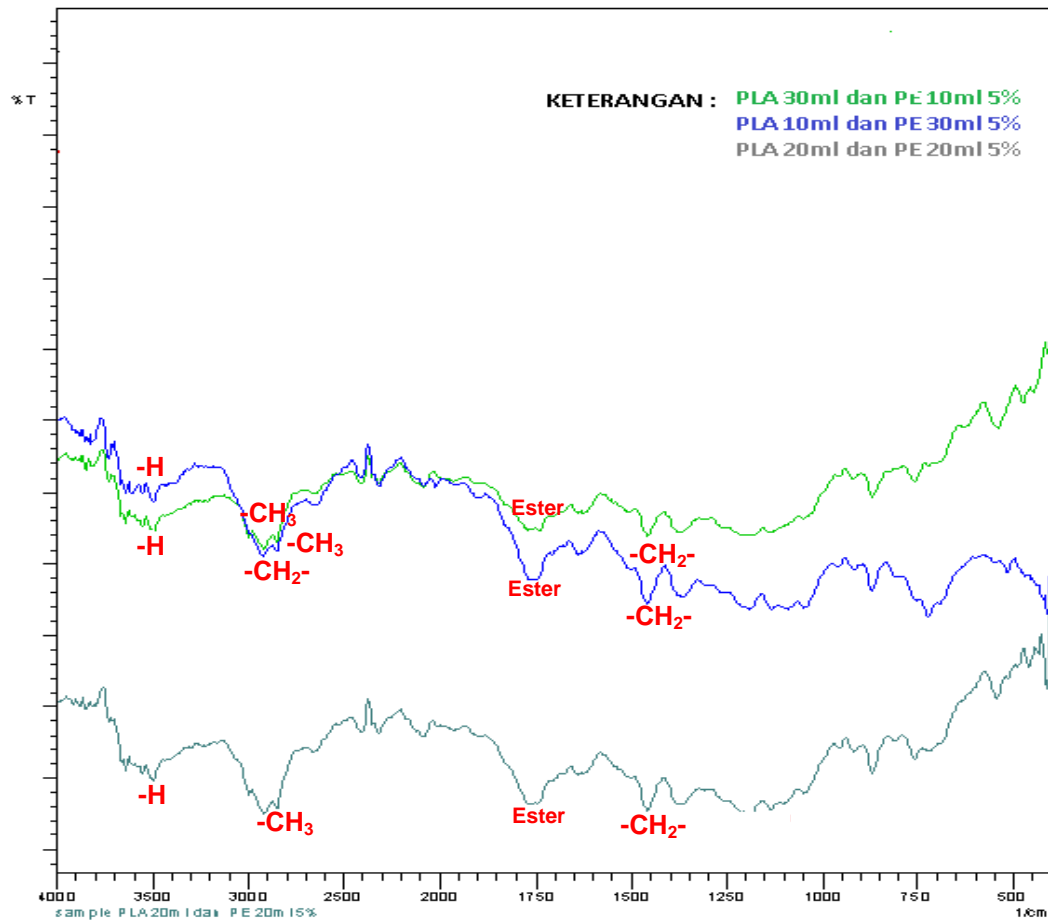
Pada gambar 4.6 merupakan spektrum hasil analisa pencampuran PLA dan PE 1%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan –H, bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan-CH₂- (rentangan), bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan –CH₃, bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester pada campuran 30 PLA : 10 PE dan 10 PLA : 30 PE, dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan –CH₂-(bengkokan). Ini menunjukkan bahwa pencampuran 20 PLA dan 20 PE dengan konsentrasi 1% tidak sempurna.

Gambar 4.7 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 2%



Pada gambar 4.7 merupakan spektrum hasil analisa pencampuran PLA dan PE 2%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan -H , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (rentangan), bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan -CH_3 , bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester dan dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (bengkokan). Ini menunjukkan bahwa semua campuran dengan konsentrasi 2% tercampur dengan sempurna.

Gambar 4.8 Perbandingan PLA dan PE dengan konsentrasi 5%



Pada gambar 4.8 merupakan spektrum hasil analisa pencampuran PLA dan PE 5%. Puncak – puncak khas terlihat pada bilangan gelombang 3500 – 3200 cm^{-1} untuk serapan -H , bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (rentangan) pada campuran 10 PLA : 30 PE, bilangan gelombang 2970 - 2850 cm^{-1} untuk serapan -CH_3 , bilangan gelombang 1750 - 1730 cm^{-1} untuk serapan gugus ester dan dan bilangan gelombang 1475 - 1450 cm^{-1} untuk serapan $\text{-CH}_2\text{-}$ (bengkokan). Ini menunjukkan bahwa hanya campuran 10ml PLA dengan 30 ml PE yang tercampur dengan sempurna.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil homogenitas pada konsentrasi 1% dan 2% menunjukkan bahwa campuran PLA dengan PE berhasil membentuk lembaran plastik yang baik, sedangkan untuk homogenitas pada konsentrasi 5% menunjukkan bahwa campuran PLA dengan PE kurang homogen yang menyebabkan campuran tersebut tidak dapat membentuk lembaran plastik.
2. Hasil analisis FTIR pada konsentrasi 2% menunjukkan interaksi sempurna komposit PLA dengan PE yang ditandai dengan terdapat semua gugus fungsi yang dimiliki PLA dan PE pada hasil spectrum konsentrasi tersebut, sedangkan untuk konsentrasi 1% dan 5% ada beberapa gugus fungsi yang dimiliki PLA dan PE yang tidak muncul pada hasil spektrumnya.
3. Hasil analisis TGA untuk konsentrasi campuran 1% menunjukkan penurunan berat pada sampel PE murni terjadi mulai pada suhu 180⁰C, sedangkan untuk campuran PLA dengan PE penurunan baru terjadi pada suhu 300⁰C, penurunan berat terjadi karena adanya dekomposisi polimer tersebut.

5.2 Saran

1. Mengingat hasil dari penelitian kami, belum sampai tahap penggunaan lembar plastik untuk kemasan pangan, disarankan penelitian ini dilanjutkan sampai proses kemasan pangan dan juga dapat menggunakan bahan penguat komposit yang lain sebagai alternatif pengganti PE.
2. Dalam penelitian kali ini variasi yang digunakan adalah persamaan campuran konsentrasi sampel, disarankan untuk penelitian selanjutnya juga memvariasikan perbedaan campuran konsentrasi dan diharapkan menjadi bahan perbandingan penelitian lebih lanjut.

3. Diperlukan pengujian sifat mekanik meliputi kekuatan tarik dan kemuluran untuk mengetahui pengaruh pencampuran PLA dengan PE.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Latief,R.2001.*Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable*.Penerbit IPB,Bandung.
- [2] Bastioli, C. 1998. *Biodegradable Material Present Situation and Future Perspectives*. Macromol. Symp.
- [3] Nasiri, Syah Johan A. 2008. *Mengenal Poly Lactic Acid*, dalam majalah Sentra POLIMER. Tahun VII Nomor 27. Jakarta.
- [4] Cowd,M.A.1990.*Kimia Polimer*.Diterjemahkan oleh J.G.Stark.Penerbit IPB,Bandung.
- [5] Pranamuda.2001.*Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Baku Pati Tropis*.Biodegradable Untuk Abat 21.Jakarta
- [6] Auras, R. 2002. *Poly (Lactic Acid) Film as Food Packaging Materials*. Envirometal Coference. USA. 12 Juli 2002.
- [7] Botelho, Thiage., Nadia Teixeira and Felipe Aguiar. 2004. *Poly Lactic Acid Production from Sugar Molases*. International Patent WO 2004/057008A1.
- [8] Bill meyer, F.W.Jr.1994.*Text Book of Polymer Science*.Third Edition.A Wiley Inter Science Publication.
- [9] Stevens, M.P. 2001. *Kimia Polimer*. Diterjemahkan oleh Iis Sopyan. Pradnya Paramita. Jakarta.

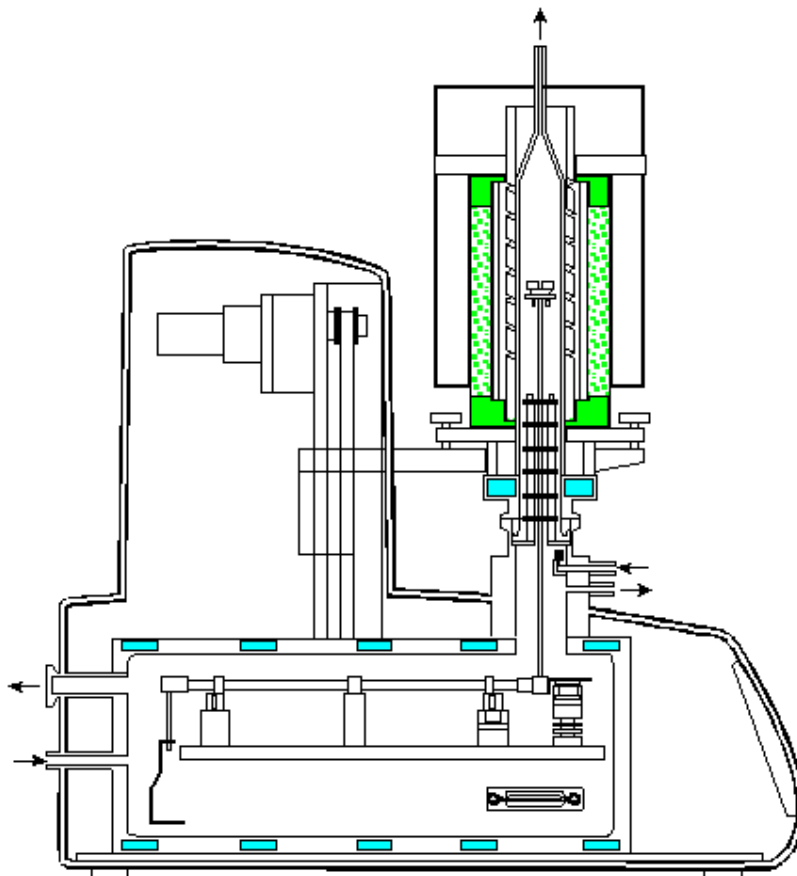


***Linseis
Application
Laboratory
Thermal
Analyses***

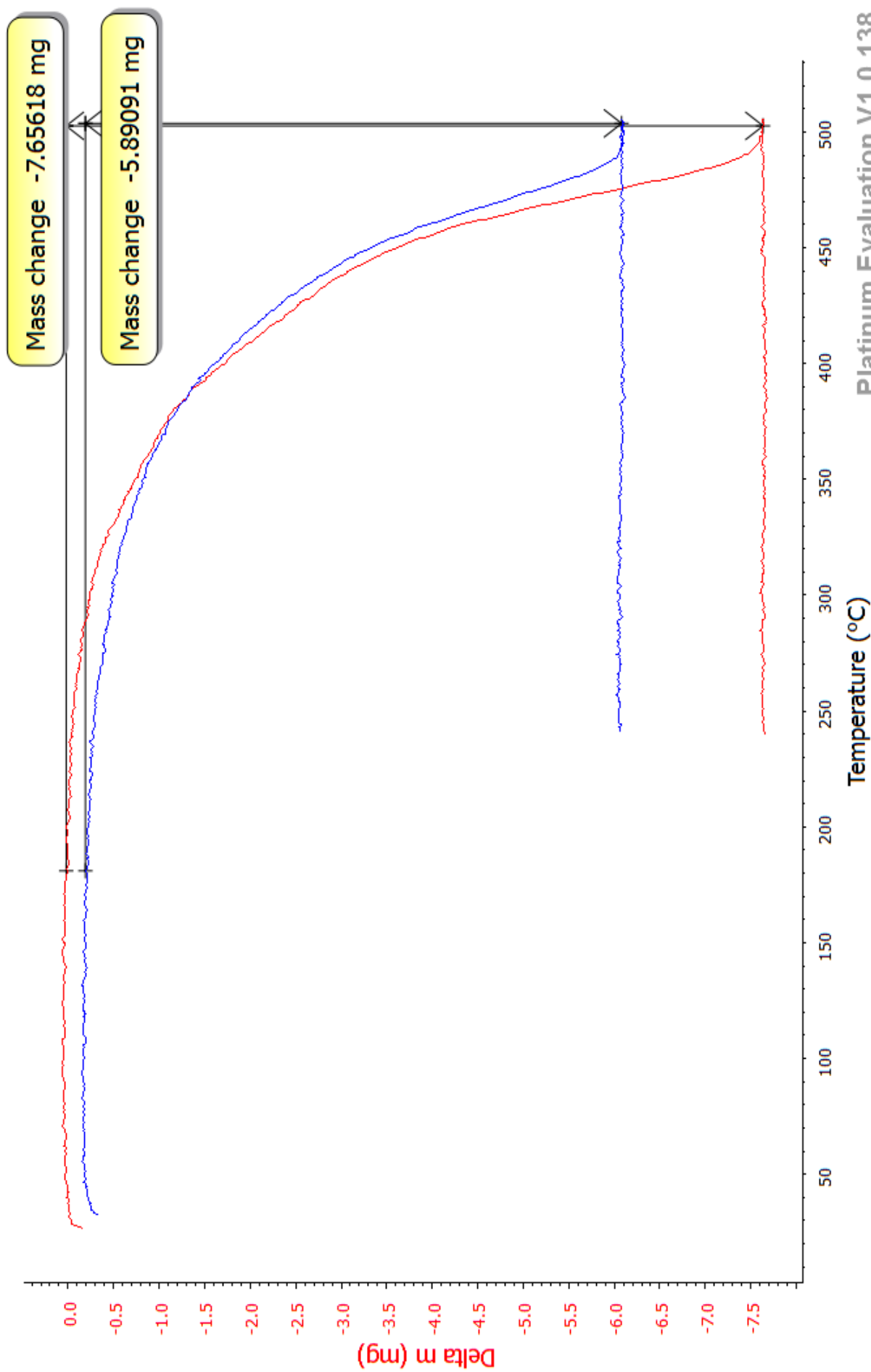
Date: 3/23/2015
Operator: Default User
Sample: PE-T1

General information

The LINSEIS STA Platinum Series (simultaneous thermal analysis) can be used to determine simultaneous changes of mass (TG) and energetic effects (DTA/DSC) of a sample in the temperature range 150 1750°C. The top loading STA can be easily equipped with various TG, TG-DTA and TG-DSC sensors. The unique characteristics of this product are high precision, high resolution and long term drift stability. The Platinum Series was especially developed to meet the high demands of the high temperature as well as low temperature applications. To cover this broad range several specifically designed furnace types are available. Furthermore MS (mass spectrometer) and FTIR spectrometer couplings can be added to receive unique additional information. Due to its superior performance, user friendliness and modularity, the STA Platinum Series is an indispensable tool for every thermo analytical user.



If there should be any question concerning the evaluation please do not hesitate to contact us!



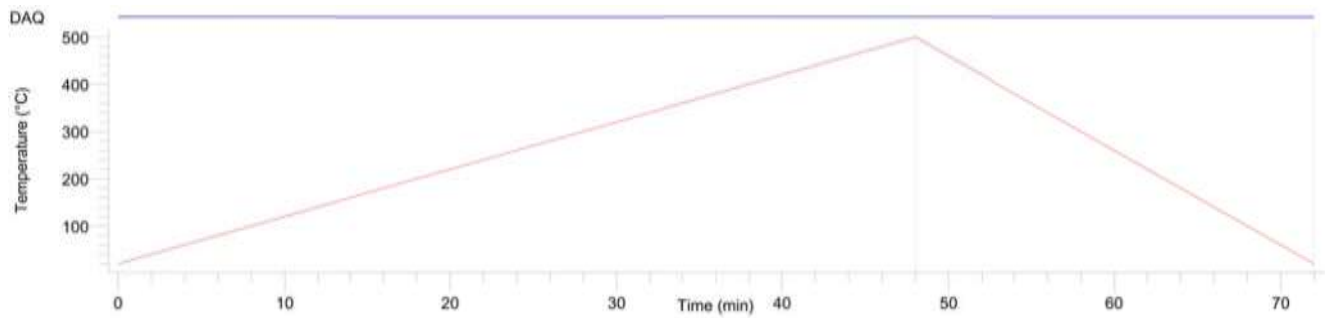
Info

Date: 3/23/2015 8:10:44 AM
Operator: Default User
Laboratory:
Sample name: PE-T1
Sample weight: 8.37535 mg

Atmosphere: unknown
Flowrate: 0 l/h
Crucible: Alumina
Measurement type: TG-HDSC

Comment

Temperature profile plot



Temperature profile table

Rate (K/min)	Temperature (°C)	Dwell (min)	DAQ	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
10	500	0	on	off	off	off	off
20	20	0	on	off	off	off	off

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)
30	-0.0369
40	0.0159
50	0.0340
60	0.0298
70	0.0535
80	0.0410
90	0.0416
100	0.0479
110	0.0389
120	0.0463
130	0.0488
140	0.0300
150	0.0440
160	0.0409
170	0.0368
180	0.0122
190	0.0020
200	0.0164
210	-0.0058
220	-0.0085
230	-0.0203
240	-0.0431
250	-0.0516
260	-0.0898
270	-0.1245
280	-0.1393
290	-0.2114
300	-0.2484
310	-0.2995
320	-0.3595
330	-0.4795
340	-0.6040
350	-0.7402
360	-0.8777
370	-1.0085
380	-1.1621
390	-1.3897
400	-1.7247
410	-2.0387
420	-2.3746
430	-2.7076
440	-3.0739
450	-3.6059
460	-4.3160
470	-5.4132
480	-6.5905
490	-7.4278
500	-7.6234

Linseis Application Laboratory
5/5



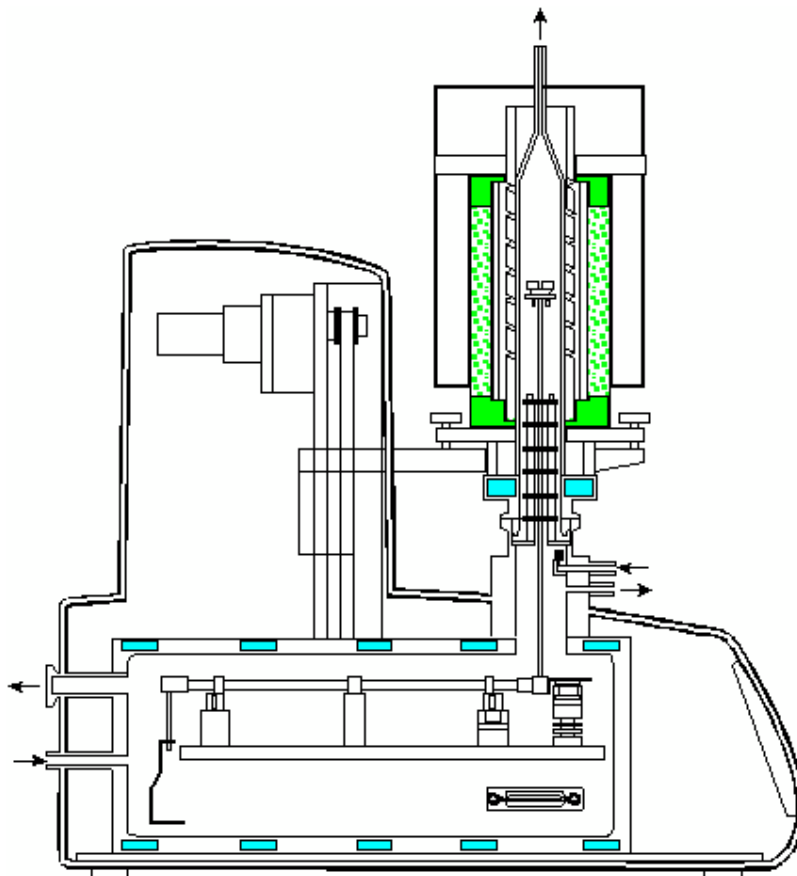
***Linseis
Applicat
ion***

**Laborat
ory
Thermal
Analysi
s**

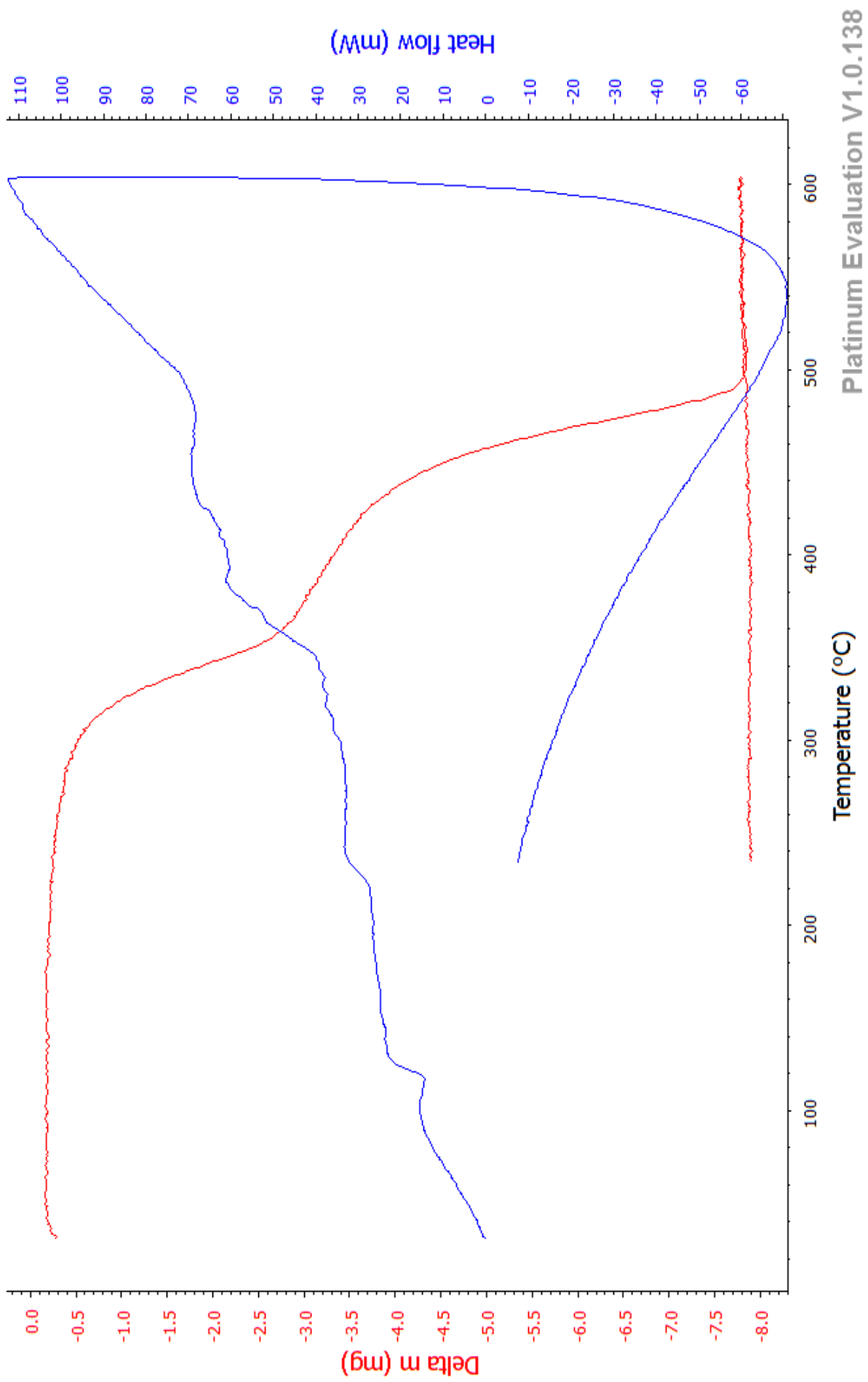
**Date: 3/25/2015
Operator: Default User
Sample: 1PLA3PE**

General information

The LINSEIS STA Platinum Series (simultaneous thermal analysis) can be used to determine simultaneous changes of mass (TG) and energetic effects (DTA/DSC) of a sample in the temperature range 150 1750°C. The top loading STA can be easily equipped with various TG, TG-DTA and TG-DSC sensors. The unique characteristics of this product are high precision, high resolution and long term drift stability. The Platinum Series was especially developed to meet the high demands of the high temperature as well as low temperature applications. To cover this broad range several specifically designed furnace types are available. Furthermore MS (mass spectrometer) and FTIR spectrometer couplings can be added to receive unique additional information. Due to its superior performance, user friendliness and modularity, the STA Platinum Series is an indispensable tool for every thermo analytical user.



If there should be any question concerning the evaluation please do not hesitate to contact us!



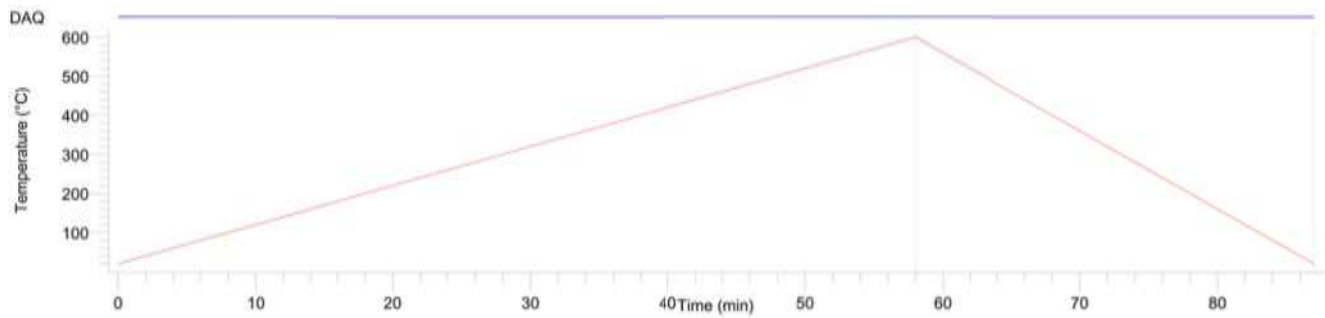
Info

Date: 3/25/2015 11:44:22 AM
Operator: Default User
Laboratory:
Sample name: 1PLA3PE
Sample weight: 7.62105 mg

Atmosphere: unknown
Flowrate: 0 l/h
Crucible: Alumina
Measurement type: TG-HDSC

Comment

Temperature profile plot



Temperature profile table

Rate (K/min)	Temperature (°C)	Dwell (min)	DAQ	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
10	600	0	on	off	off	off	off
20	20	0	on	off	off	off	off

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
40	-0.1935	2.0852
50	-0.1668	4.4382
60	-0.1808	7.0292
70	-0.1671	9.8887
80	-0.1792	12.4795
90	-0.1813	14.5512
100	-0.1806	15.5520
110	-0.1938	14.8563
120	-0.1828	15.8509
130	-0.1831	22.9425
140	-0.2056	23.6684
150	-0.1823	24.3617
160	-0.1756	24.6831
170	-0.1783	25.2910
180	-0.1963	25.8128
190	-0.2035	26.2460
200	-0.2059	26.4557
210	-0.2262	26.9187
220	-0.2165	27.2648
230	-0.2495	30.4457
240	-0.2687	33.0166
250	-0.2792	33.0661
260	-0.2990	33.0196
270	-0.3489	32.8558
280	-0.3794	33.0991
290	-0.4593	33.5648
300	-0.5254	34.5565
310	-0.6717	35.8685
320	-0.9401	37.6453
330	-1.3462	38.4276
340	-1.8779	39.3294
350	-2.4374	42.8865
360	-2.7682	49.2041
370	-2.9524	53.2492
380	-3.0621	59.3631
390	-3.1899	60.7296
400	-3.3299	60.7479
410	-3.4624	62.7464
420	-3.6219	64.3701
430	-3.8334	67.9059
440	-4.1247	68.8014
450	-4.5466	69.1282
460	-5.1773	68.6803
470	-6.0650	68.4674
480	-7.0395	68.5613
490	-7.7053	70.2770
500	-7.8182	73.0048
510	-7.8309	77.6741
520	-7.7989	82.0492
530	-7.8096	86.3692
540	-7.7882	90.8746
550	-7.7853	95.0226
560	-7.7944	98.8899

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
570	-7.7959	103.0857
580	-7.7977	106.5622
590	-7.7889	109.3019
600	-7.8083	112.0393

Coefficients

Linseis Application Laboratory
6/6



***Linseis
Applicat
ion
Laborat***

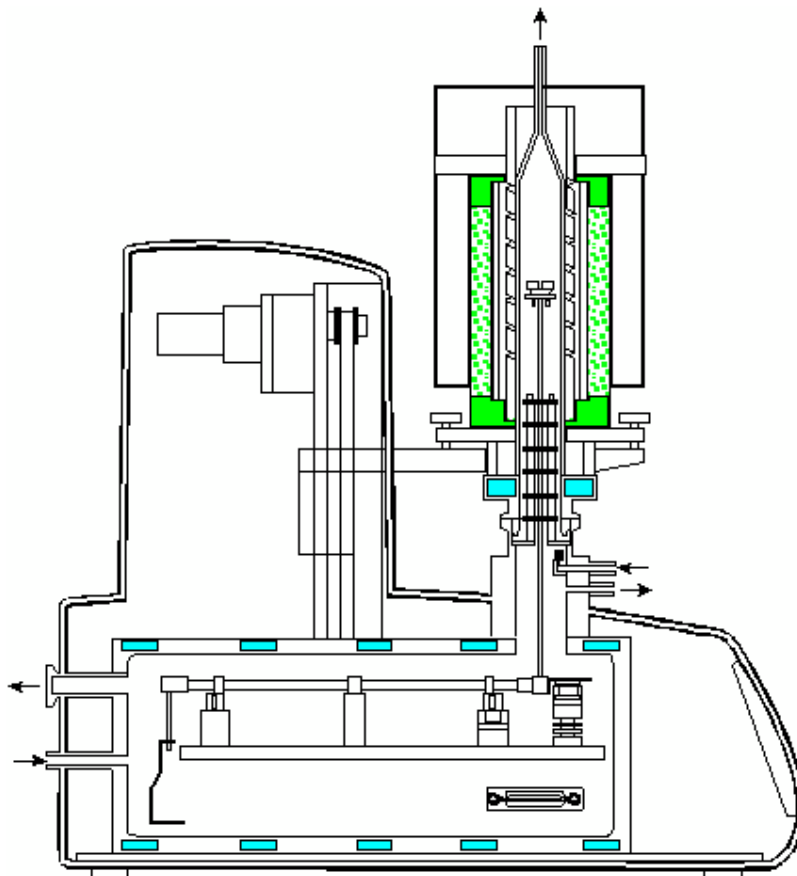
Coefficients

**ory
Thermal
Analysi
s**

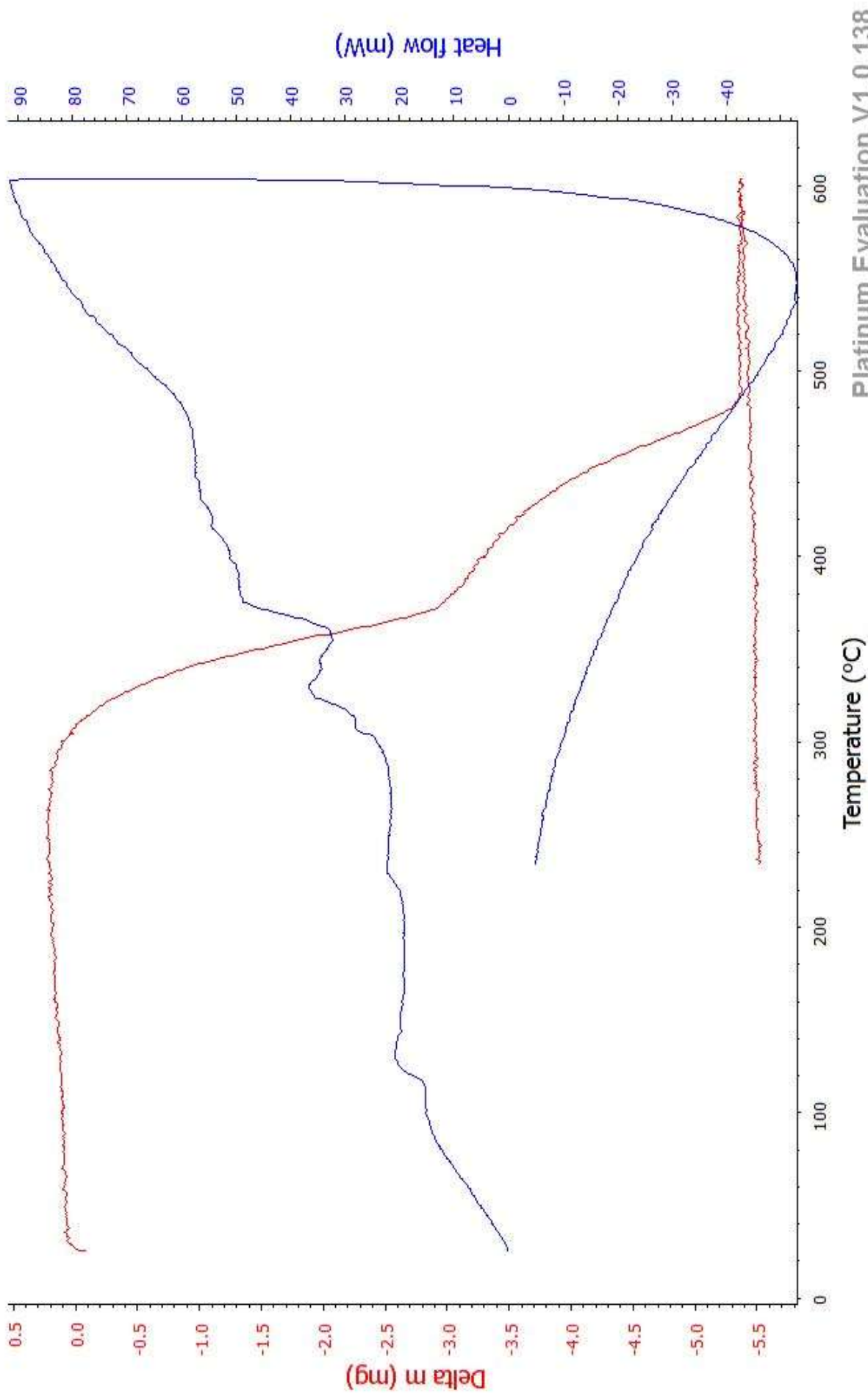
**Date: 3/25/2015
Operator: Default User
Sample: 2PLA2PE**

General information

The LINSEIS STA Platinum Series (simultaneous thermal analysis) can be used to determine simultaneous changes of mass (TG) and energetic effects (DTA/DSC) of a sample in the temperature range 150-1750°C. The top loading STA can be easily equipped with various TG, TG-DTA and TG-DSC sensors. The unique characteristics of this product are high precision, high resolution and long term drift stability. The Platinum Series was especially developed to meet the high demands of the high temperature as well as low temperature applications. To cover this broad range several specifically designed furnace types are available. Furthermore MS (mass spectrometer) and FTIR spectrometer couplings can be added to receive unique additional information. Due to its superior performance, user friendliness and modularity, the STA Platinum Series is an indispensable tool for every thermo analytical user.



If there should be any question concerning the evaluation please do not hesitate to contact us!



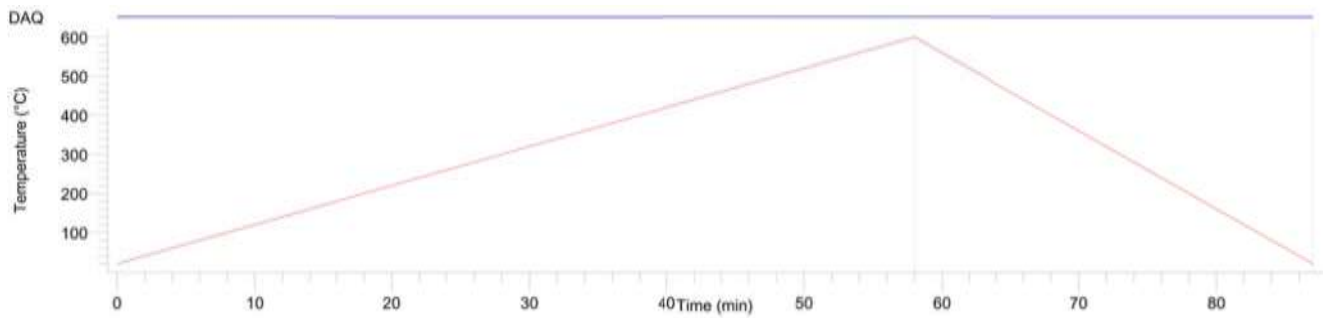
Coefficients

Date: 3/25/2015 8:45:27 AM
Operator: Default User
Laboratory:
Sample name: 2PLA2PE
Sample weight: 5.79864 mg

Atmosphere: unknown
Flowrate: 0 l/h
Crucible: Alumina
Measurement type: TG-HDSC

Comment

Temperature profile plot



Temperature profile table

Rate (K/min)	Temperature (°C)	Dwell (min)	DAQ	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
10	600	0	on	off	off	off	off
20	20	0	on	off	off	off	off

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
30	0.0585	0.6390
40	0.0696	2.9131
50	0.0826	5.2327
60	0.0953	7.3946
70	0.1127	9.9799
80	0.0928	12.2869
90	0.0962	14.0565
100	0.1125	15.1225
110	0.0986	15.1275
120	0.1168	17.5356
130	0.1259	20.8219
140	0.1229	20.3164
150	0.1447	19.7872
160	0.1633	19.5018
170	0.1676	19.0972
180	0.1656	18.9935
190	0.1717	19.0914
200	0.1799	19.0218
210	0.1888	19.3110
220	0.2104	19.8909
230	0.2105	22.1832
240	0.2073	22.0329
250	0.2217	21.8377
260	0.2192	21.5652
270	0.2035	21.5274
280	0.1918	21.8992
290	0.1464	22.3708
300	0.1122	24.1218
310	-0.0194	28.1281
320	-0.2190	32.0063
330	-0.5081	36.6457
340	-0.8953	34.2647
350	-1.4711	33.2417
360	-2.1824	32.5900
370	-2.8308	43.2850
380	-3.0432	49.1459
390	-3.1677	49.4940
400	-3.3011	51.0422
410	-3.4215	52.6165
420	-3.5606	54.2234
430	-3.7407	56.2069
440	-3.9661	56.6945
450	-4.2446	57.3645
460	-4.5915	57.7962
470	-4.9815	58.3058
480	-5.2958	59.6857
490	-5.3748	62.2526
500	-5.3693	66.1069
510	-5.3675	69.1650
520	-5.3493	73.1641
530	-5.3603	76.8087
540	-5.3473	79.4920
550	-5.3500	82.0695

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
560	-5.3620	83.8680
570	-5.3668	86.4119
580	-5.3665	88.4516
590	-5.3570	90.1963
600	-5.3903	91.3417

Coefficients

Linseis Application Laboratory
6/6



***Linseis
Applicat
ion
Laborat***

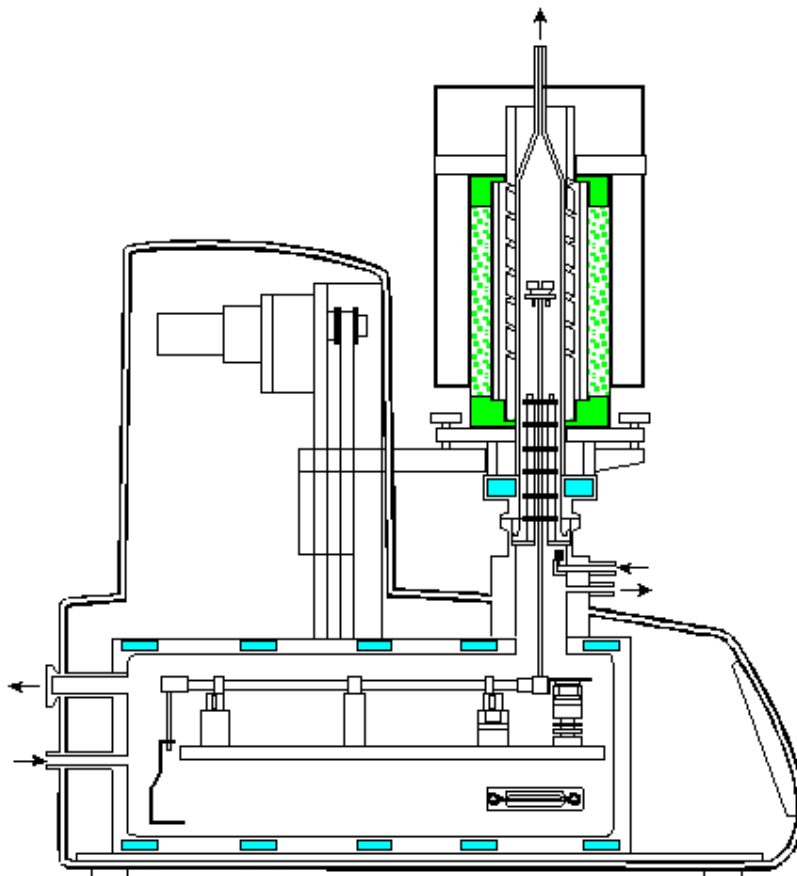
Coefficients

**ory
Thermal
Analysi
s**

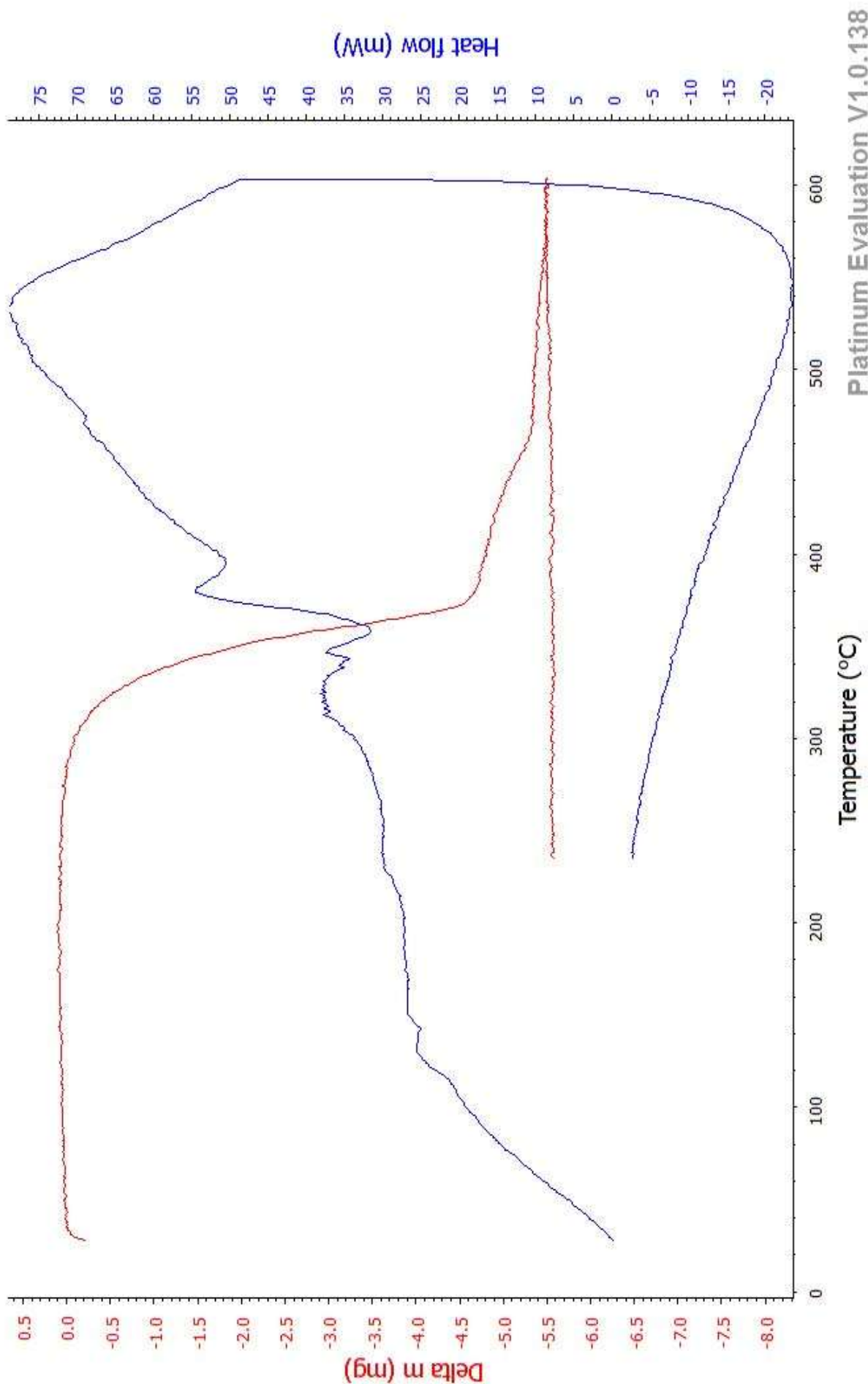
**Date: 3/25/2015
Operator: Default User
Sample: 3PLA1PE**

General information

The LINSEIS STA Platinum Series (simultaneous thermal analysis) can be used to determine simultaneous changes of mass (TG) and energetic effects (DTA/DSC) of a sample in the temperature range 150-1750°C. The top loading STA can be easily equipped with various TG, TG-DTA and TG-DSC sensors. The unique characteristics of this product are high precision, high resolution and long term drift stability. The Platinum Series was especially developed to meet the high demands of the high temperature as well as low temperature applications. To cover this broad range several specifically designed furnace types are available. Furthermore MS (mass spectrometer) and FTIR spectrometer couplings can be added to receive unique additional information. Due to its superior performance, user friendliness and modularity, the STA Platinum Series is an indispensable tool for every thermo analytical user.



If there should be any question concerning the evaluation please do not hesitate to contact us!



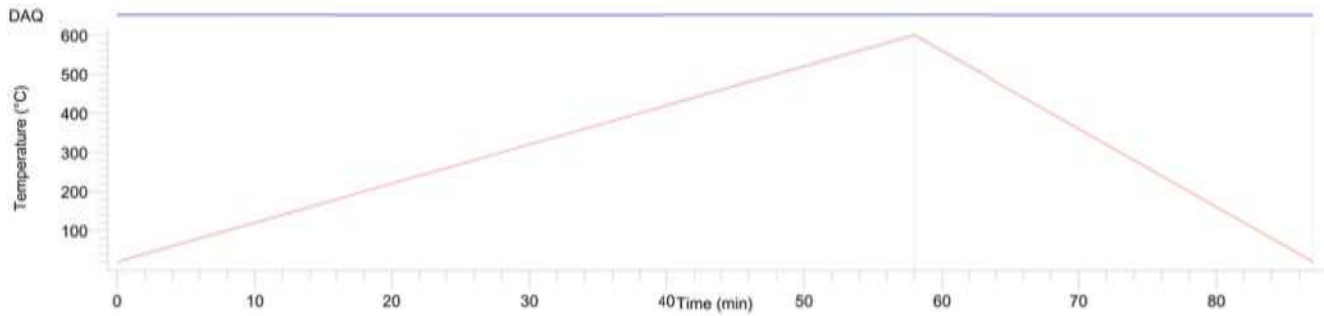
Coefficients

Date: 3/24/2015 1:59:11 PM
Operator: Default User
Laboratory:
Sample name: 3PLA1PE
Sample weight: 5.54353 mg

Atmosphere: unknown
Flowrate: 0 l/h
Crucible: Alumina
Measurement type: TG-HDSC

Comment

Temperature profile plot



Temperature profile table

Rate (K/min)	Temperature (°C)	Dwell (min)	DAQ	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
10	600	0	on	off	off	off	off
20	20	0	on	off	off	off	off

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
30	-0.0796	0.3517
40	0.0129	2.9825
50	0.0249	5.8183
60	0.0318	8.9652
70	0.0391	11.8379
80	0.0344	14.6995
90	0.0461	17.0742
100	0.0499	19.1394
110	0.0389	20.5477
120	0.0519	23.0426
130	0.0618	25.4845
140	0.0538	25.3351
150	0.0609	26.6355
160	0.0777	26.7643
170	0.0817	26.6658
180	0.0798	26.9778
190	0.0951	27.0596
200	0.0988	27.2302
210	0.0707	27.5308
220	0.0816	28.4313
230	0.0862	29.7952
240	0.0442	29.9943
250	0.0589	29.8292
260	0.0443	30.2582
270	0.0237	30.6663
280	0.0045	31.4067
290	-0.0529	32.2547
300	-0.0880	33.7584
310	-0.2256	36.2409
320	-0.4040	37.9053
330	-0.7293	37.4540
340	-1.2277	35.7324
350	-1.9504	35.9067
360	-3.1077	31.8206
370	-4.3591	41.7013
380	-4.6759	54.5046
390	-4.7184	51.2606
400	-4.8102	51.4710
410	-4.8485	54.9982
420	-4.8925	58.0631
430	-4.9644	60.8788
440	-5.0454	62.7021
450	-5.1503	64.7217
460	-5.2660	66.7042
470	-5.3372	69.0386
480	-5.3564	69.8712
490	-5.3445	72.1502
500	-5.3487	74.8628
510	-5.3781	76.2076
520	-5.3764	77.6693
530	-5.4115	78.6766
540	-5.4136	78.1388
550	-5.4367	75.1124

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)	Heat flow (mW)
560	-5.4557	69.7127
570	-5.4850	64.0908
580	-5.4873	59.3994
590	-5.5003	54.9743
600	-5.5184	50.2820

Coefficients

Linseis Application Laboratory
6/6



***Linseis
Applicat
ion
Laborat***

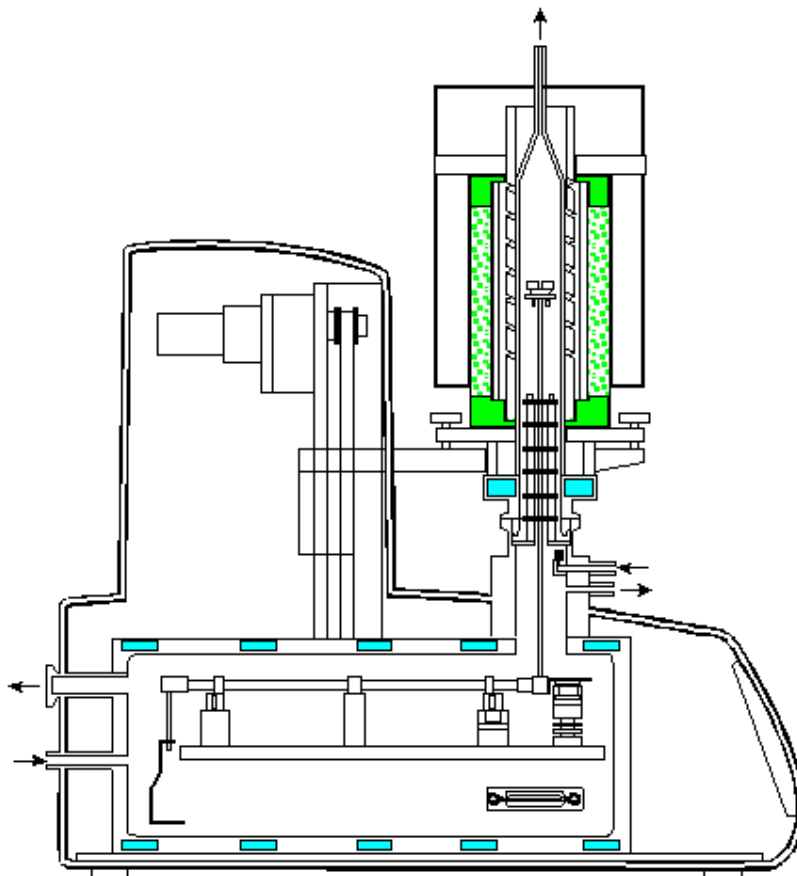
Coefficients

**ory
Thermal
Analysi
s**

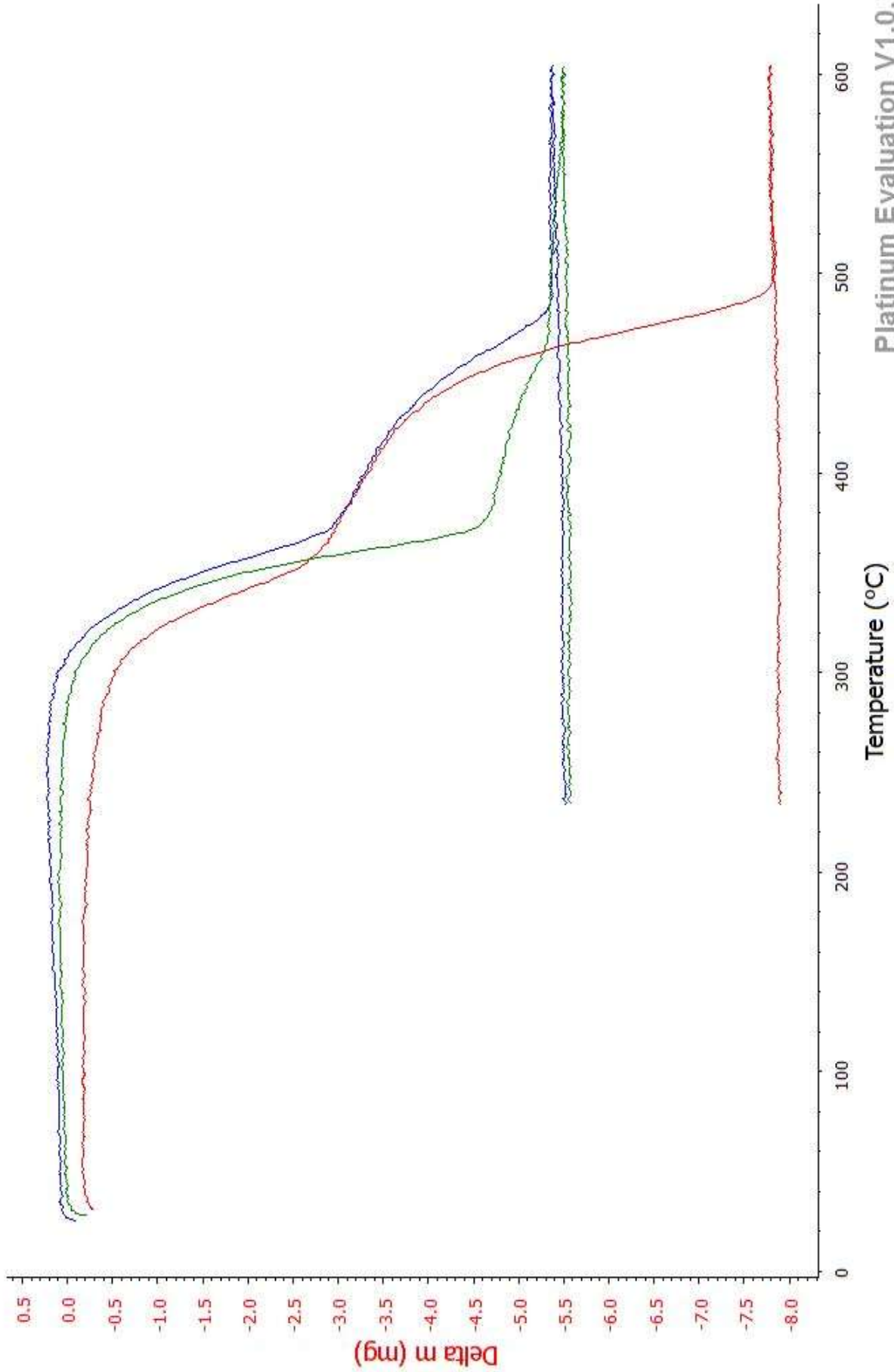
**Date: 3/25/2015
Operator: Default User
Sample: 1PLA3PE**

General information

The LINSEIS STA Platinum Series (simultaneous thermal analysis) can be used to determine simultaneous changes of mass (TG) and energetic effects (DTA/DSC) of a sample in the temperature range 150-1750°C. The top loading STA can be easily equipped with various TG, TG-DTA and TG-DSC sensors. The unique characteristics of this product are high precision, high resolution and long term drift stability. The Platinum Series was especially developed to meet the high demands of the high temperature as well as low temperature applications. To cover this broad range several specifically designed furnace types are available. Furthermore MS (mass spectrometer) and FTIR spectrometer couplings can be added to receive unique additional information. Due to its superior performance, user friendliness and modularity, the STA Platinum Series is an indispensable tool for every thermo analytical user.



If there should be any question concerning the evaluation please do not hesitate to contact us!



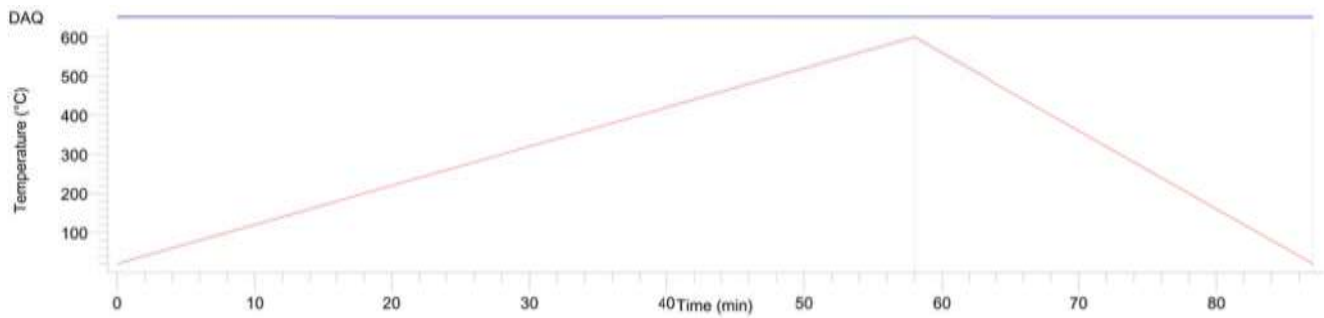
Coefficients

Date: 3/25/2015 11:44:22 AM
Operator: Default User
Laboratory:
Sample name: 1PLA3PE
Sample weight: 7.62105 mg

Atmosphere: unknown
Flowrate: 0 l/h
Crucible: Alumina
Measurement type: TG-HDSC

Comment

Temperature profile plot



Temperature profile table

Rate (K/min)	Temperature (°C)	Dwell (min)	DAQ	Relay 1	Relay 2	Relay 3	Relay 4
10	600	0	on	off	off	off	off
20	20	0	on	off	off	off	off

Coefficients

Temperature (°C)	Delta m (mg)
40	-0.1935
50	-0.1668
60	-0.1808
70	-0.1671
80	-0.1792
90	-0.1813
100	-0.1806
110	-0.1938
120	-0.1828
130	-0.1831
140	-0.2056
150	-0.1823
160	-0.1756
170	-0.1783
180	-0.1963
190	-0.2035
200	-0.2059
210	-0.2262
220	-0.2165
230	-0.2495
240	-0.2687
250	-0.2792
260	-0.2990
270	-0.3489
280	-0.3794
290	-0.4593
300	-0.5254
310	-0.6717
320	-0.9401
330	-1.3462
340	-1.8779
350	-2.4374
360	-2.7682
370	-2.9524
380	-3.0621
390	-3.1899
400	-3.3299
410	-3.4624
420	-3.6219
430	-3.8334
440	-4.1247
450	-4.5466
460	-5.1773
470	-6.0650
480	-7.0395
490	-7.7053
500	-7.8182
510	-7.8309
520	-7.7989
530	-7.8096
540	-7.7882
550	-7.7853
560	-7.7944

Coefficients

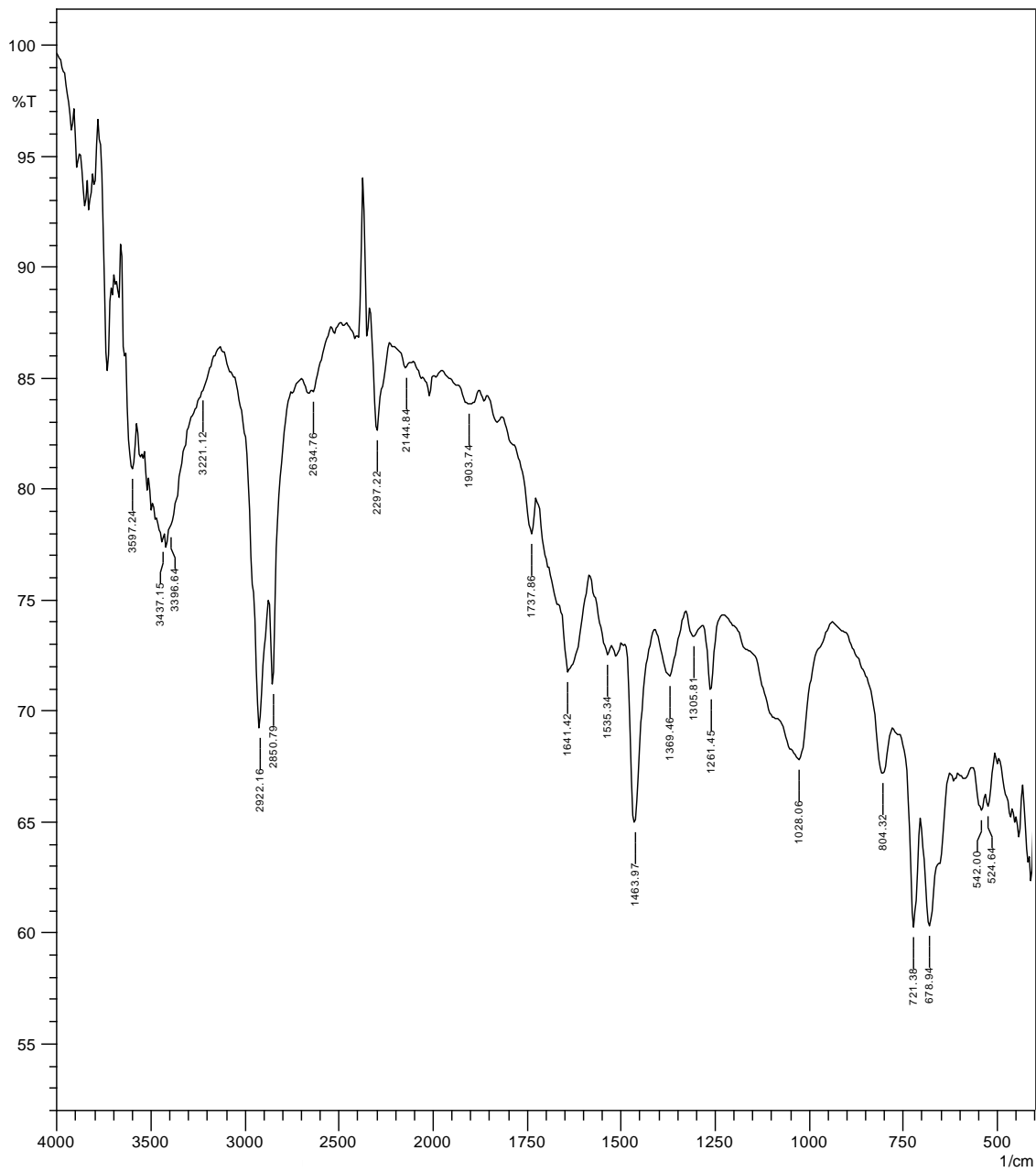
Temperature (°C)	Delta m (mg)
570	-7.7959
580	-7.7977
590	-7.7889
600	-7.8083

Coefficients

Linseis Application Laboratory
6/6

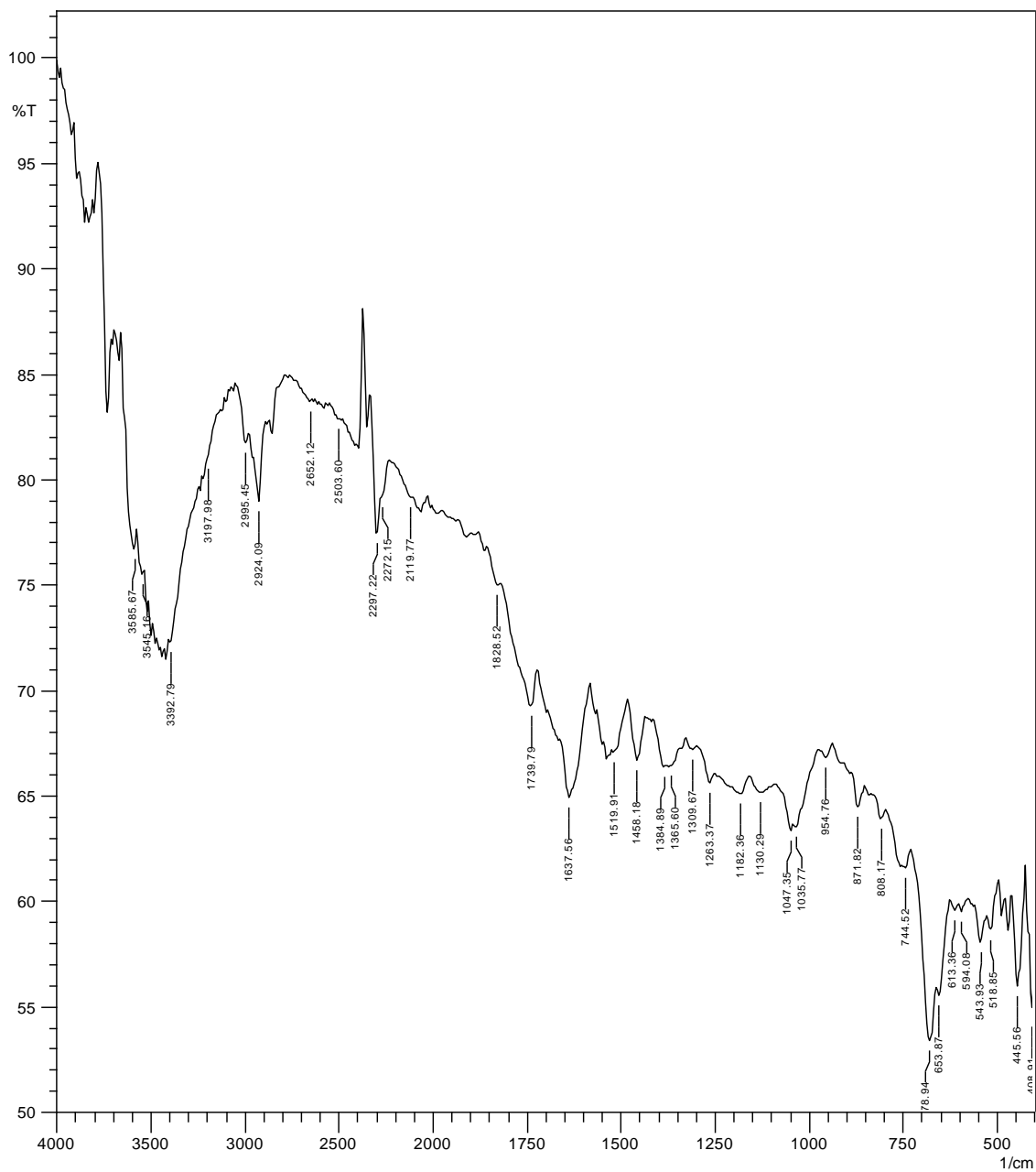
**HASIL
SPEKTRUM
SAMPEL 1%**

Coefficients



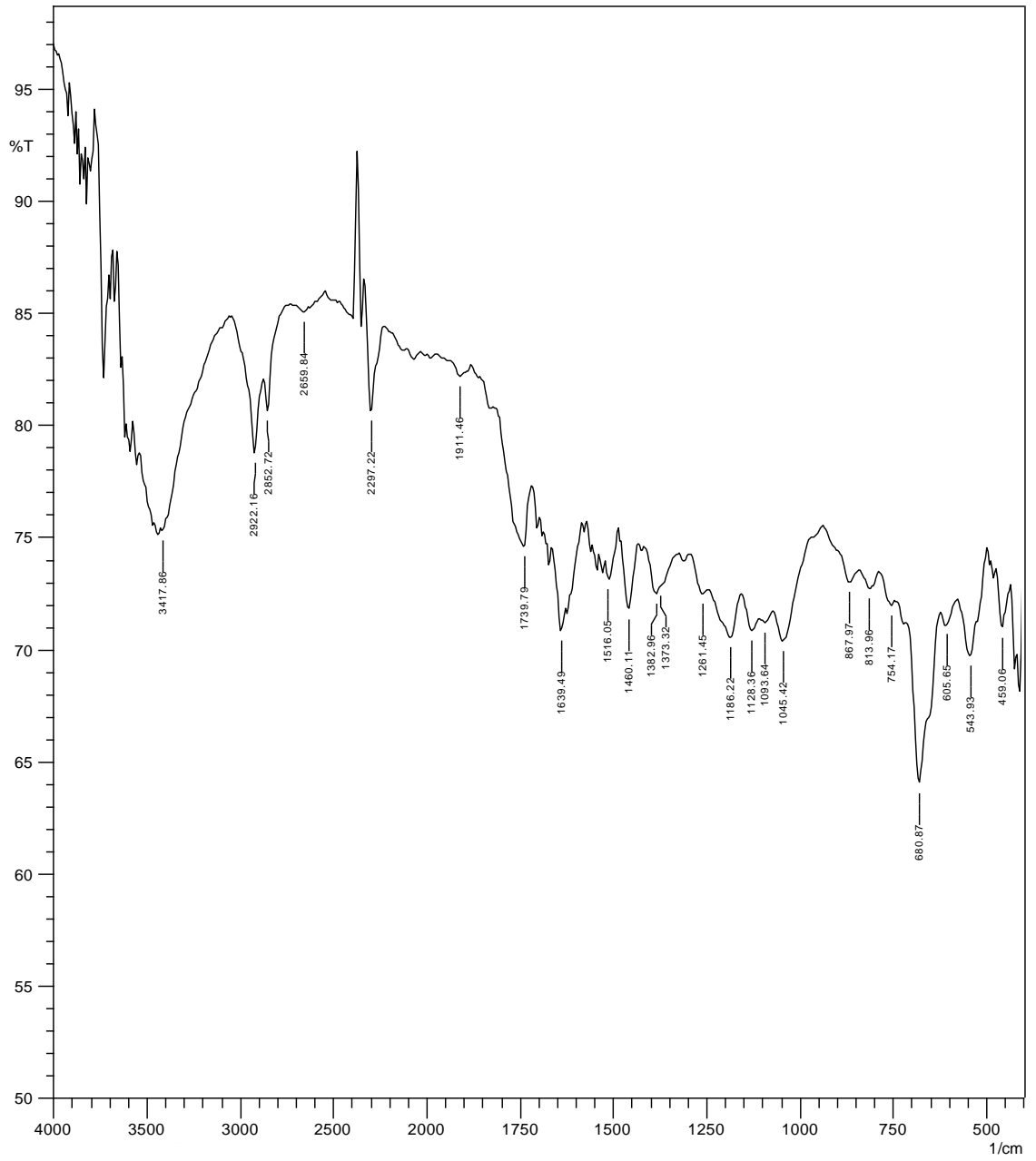
LAMPIRAN B1-1 Sampel PE

Coefficients



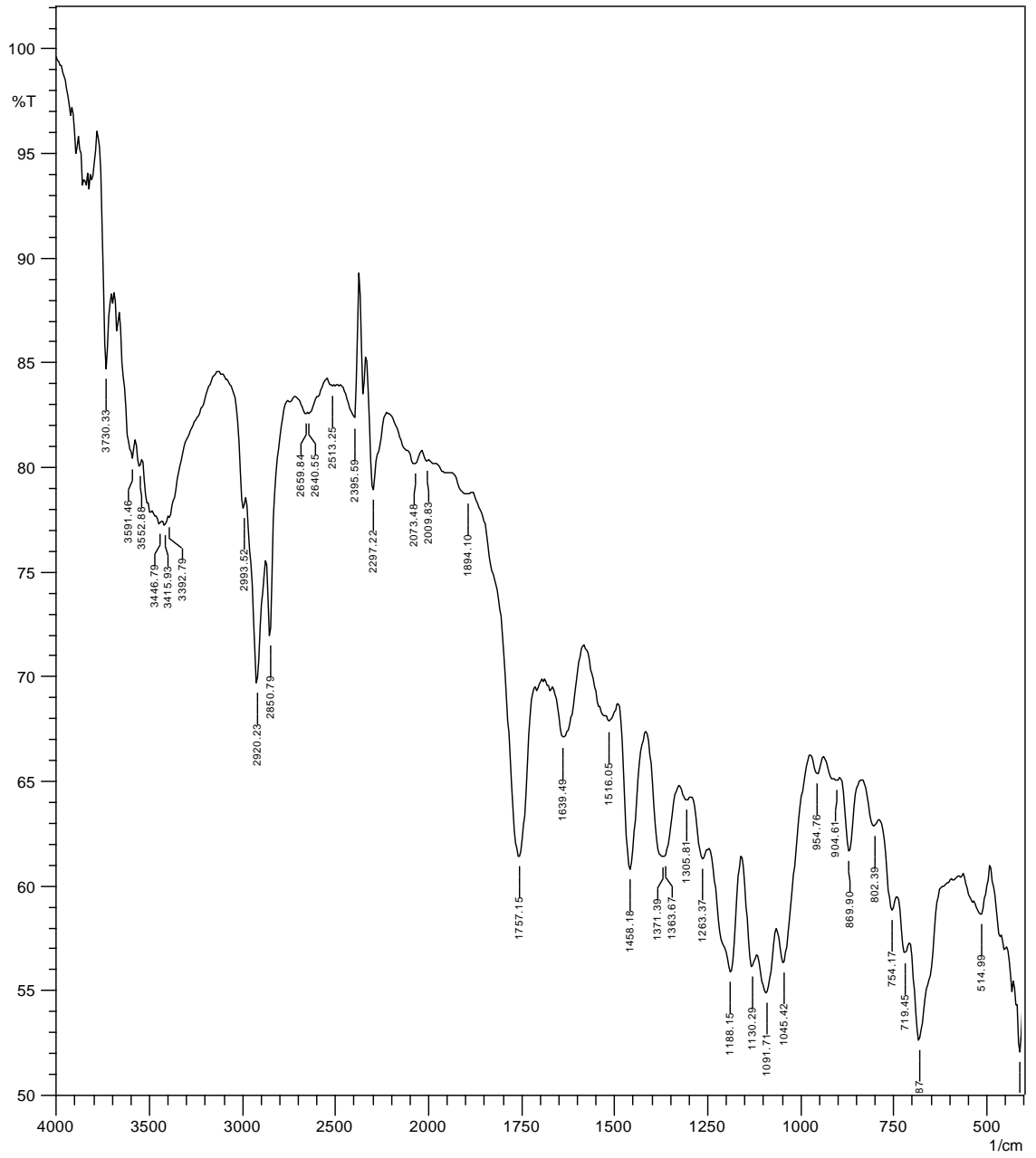
LAMPIRAN B1-2 Sampel PLA

Coefficients



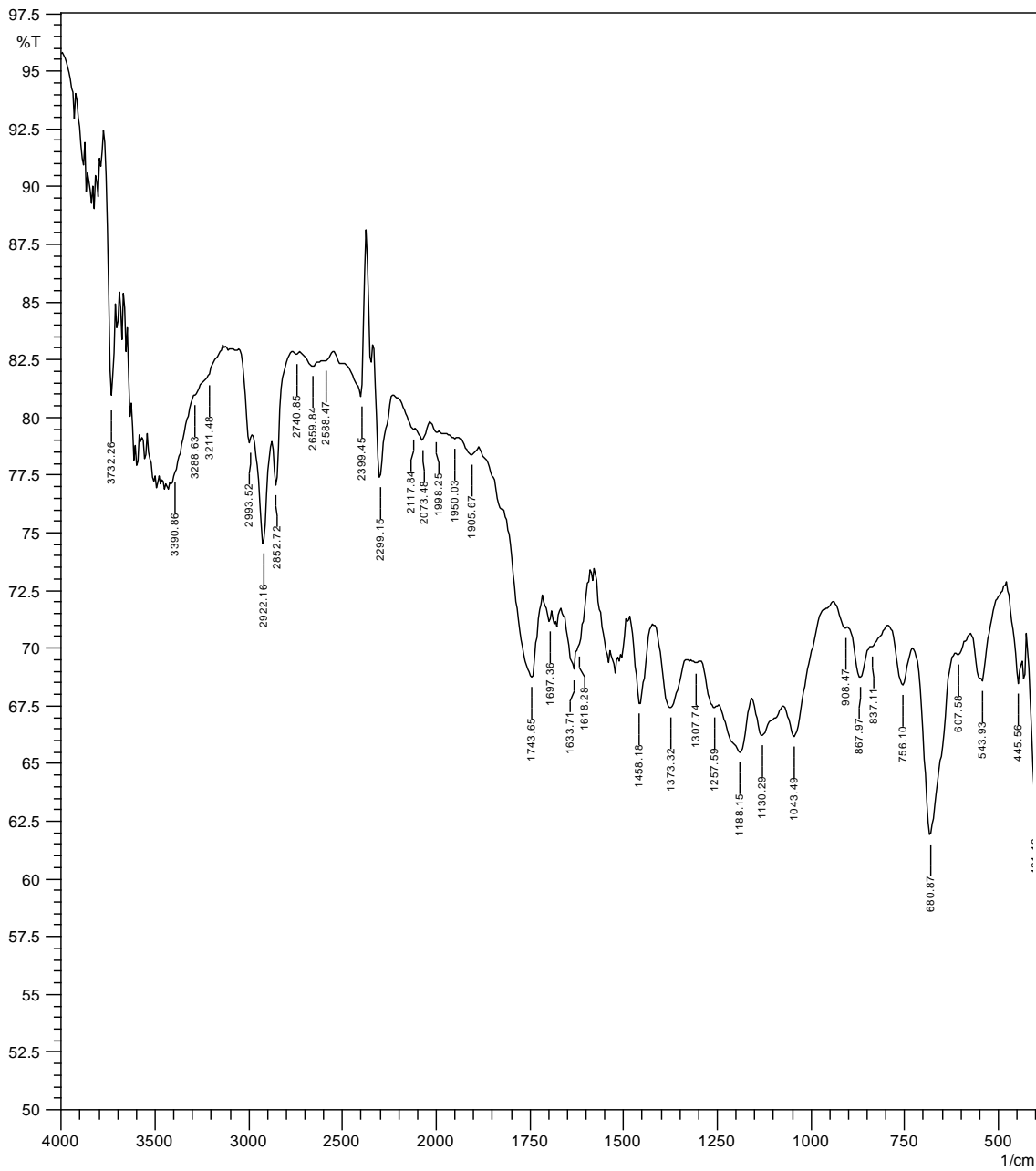
LAMPIRAN B1-3 PLA 10 ml dan PE 30 ml

Coefficients



LAMPIRAN B1-4 PLA 20 ml dan

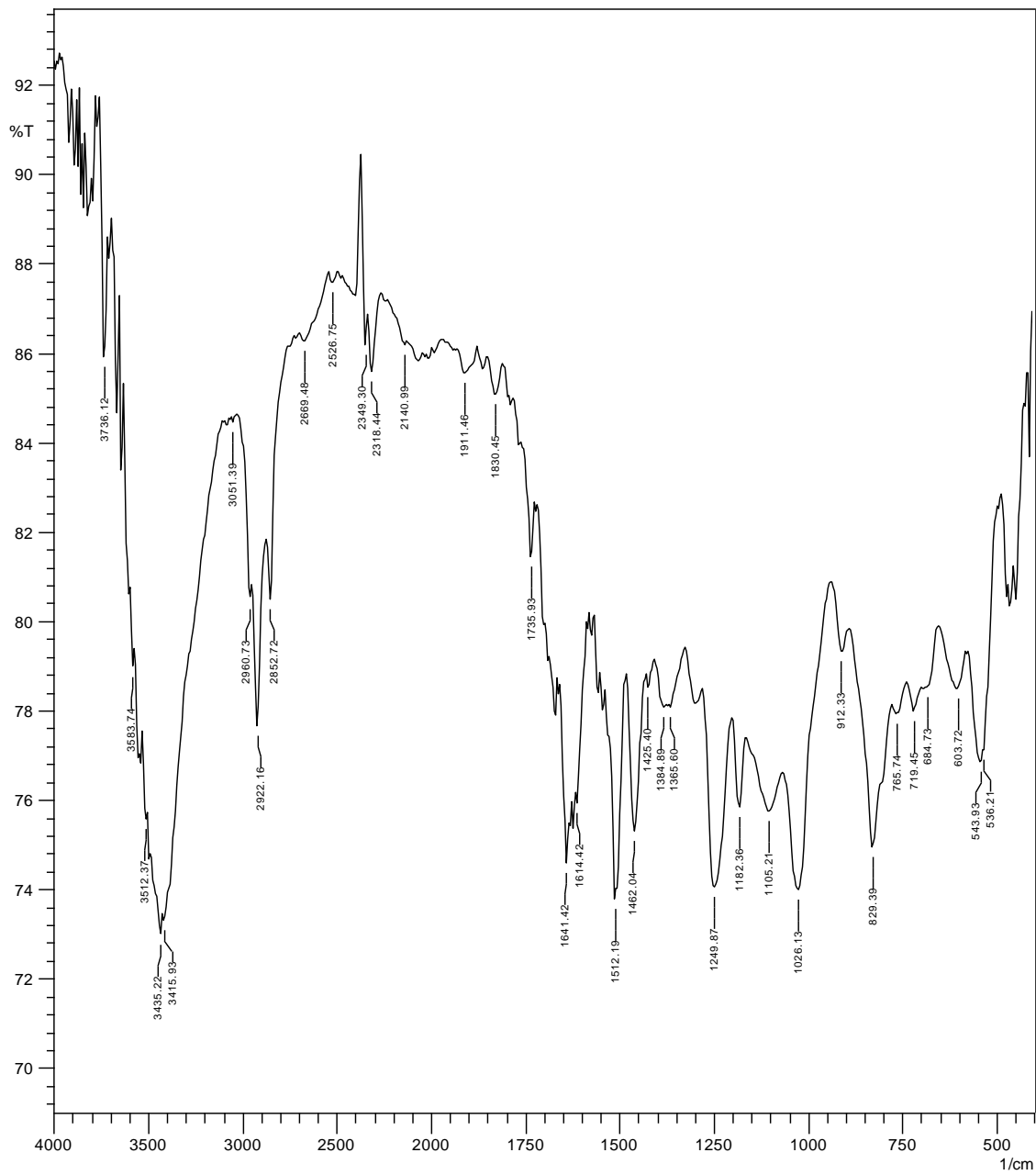
Coefficients



LAMPIRAN B1-5 PLA 30 ml dan PE 10 ml

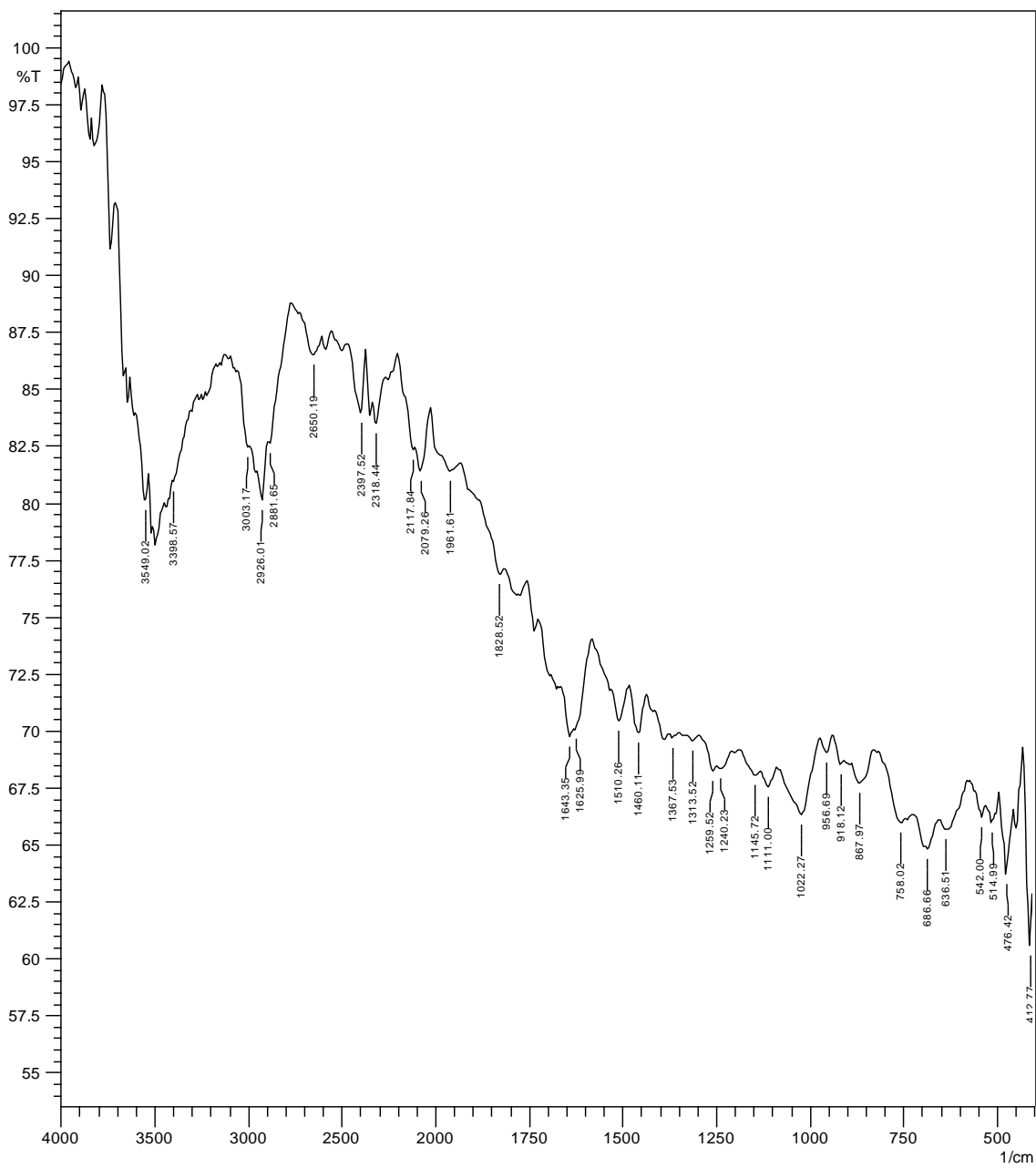
**HASIL
SPEKTRUM
SAMPEL 5%**

Coefficients



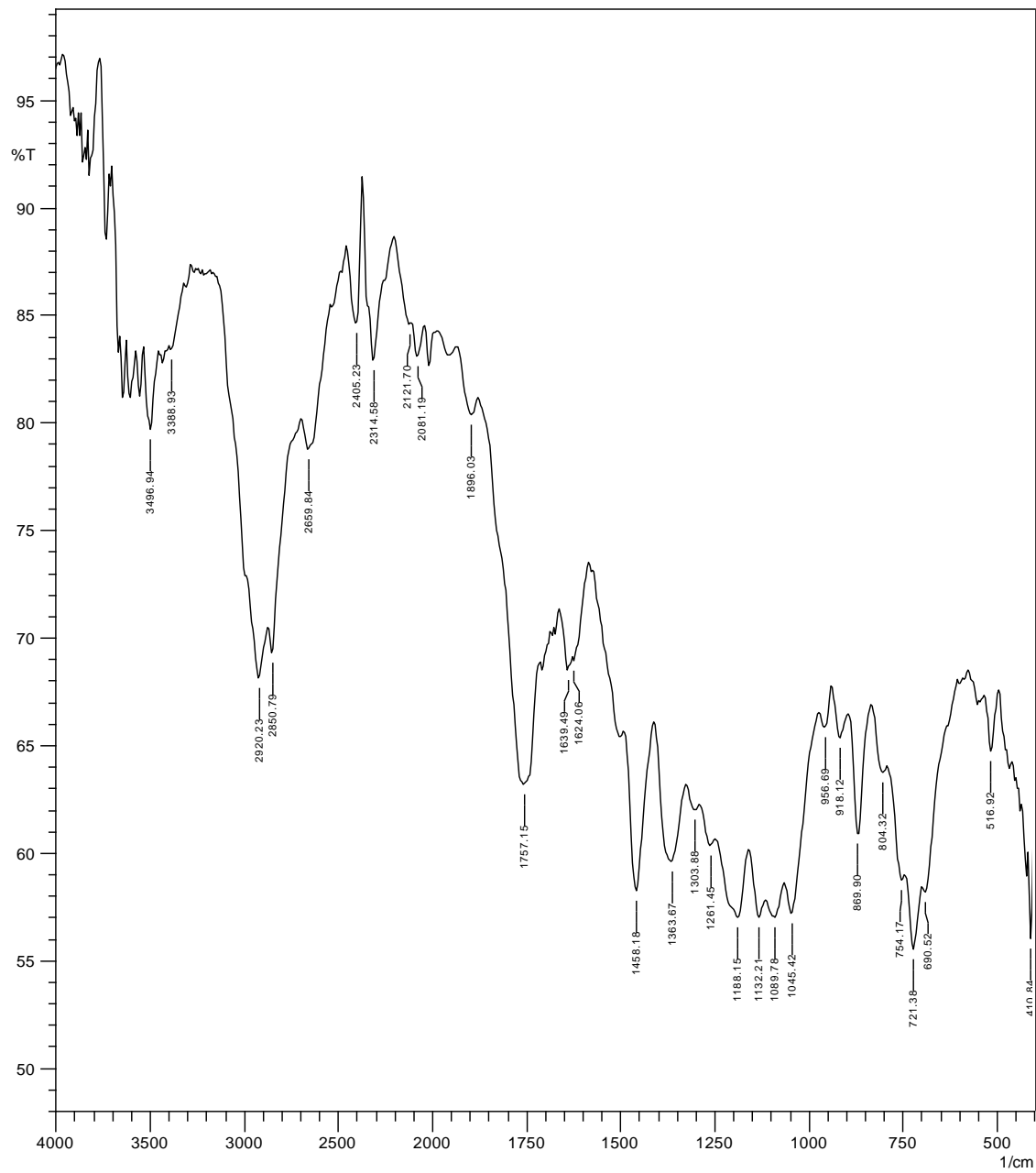
LAMPIRAN B3-1 Sampel

Coefficients



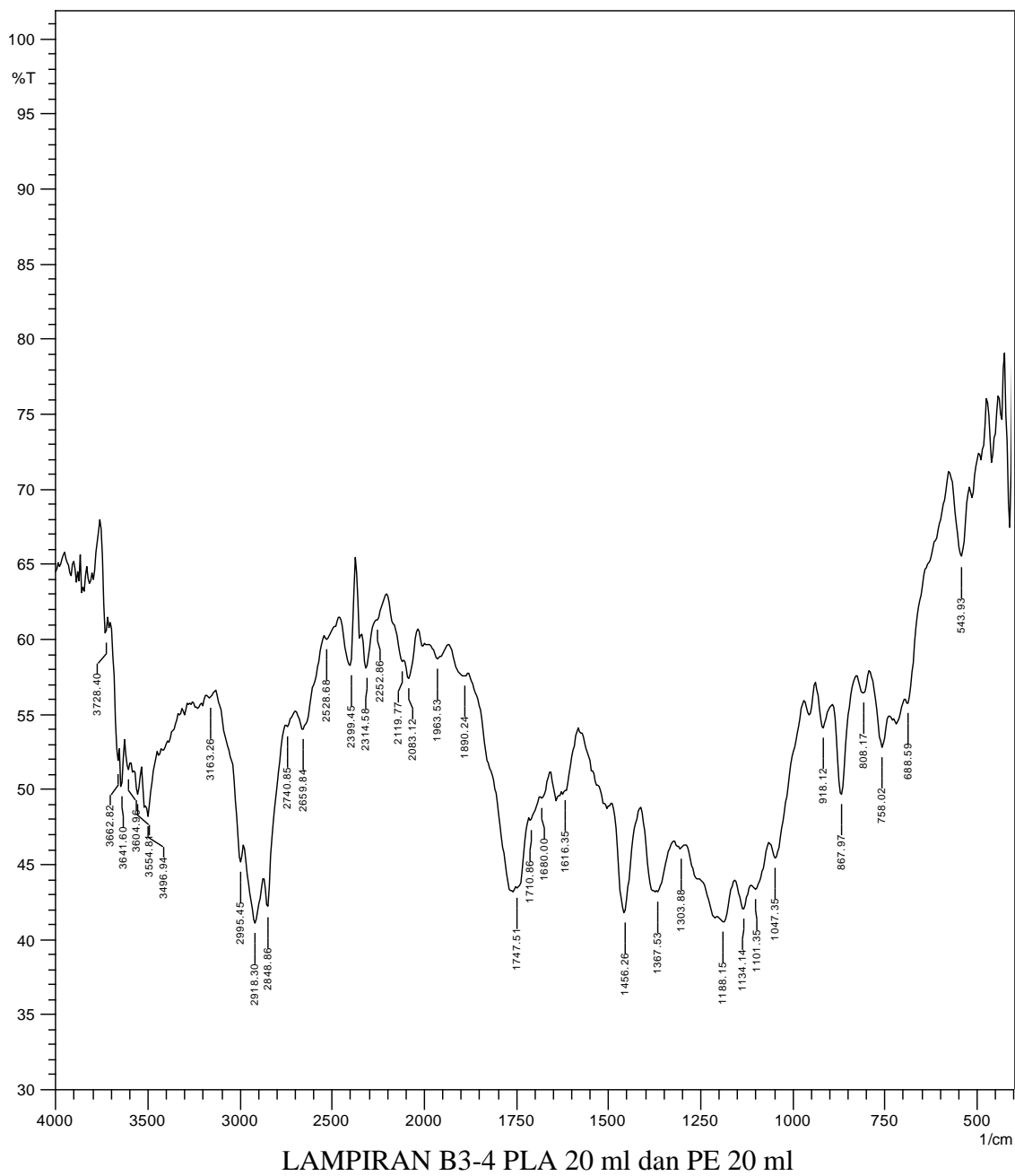
LAMPIRAN B3-2 Sampel PLA

Coefficients

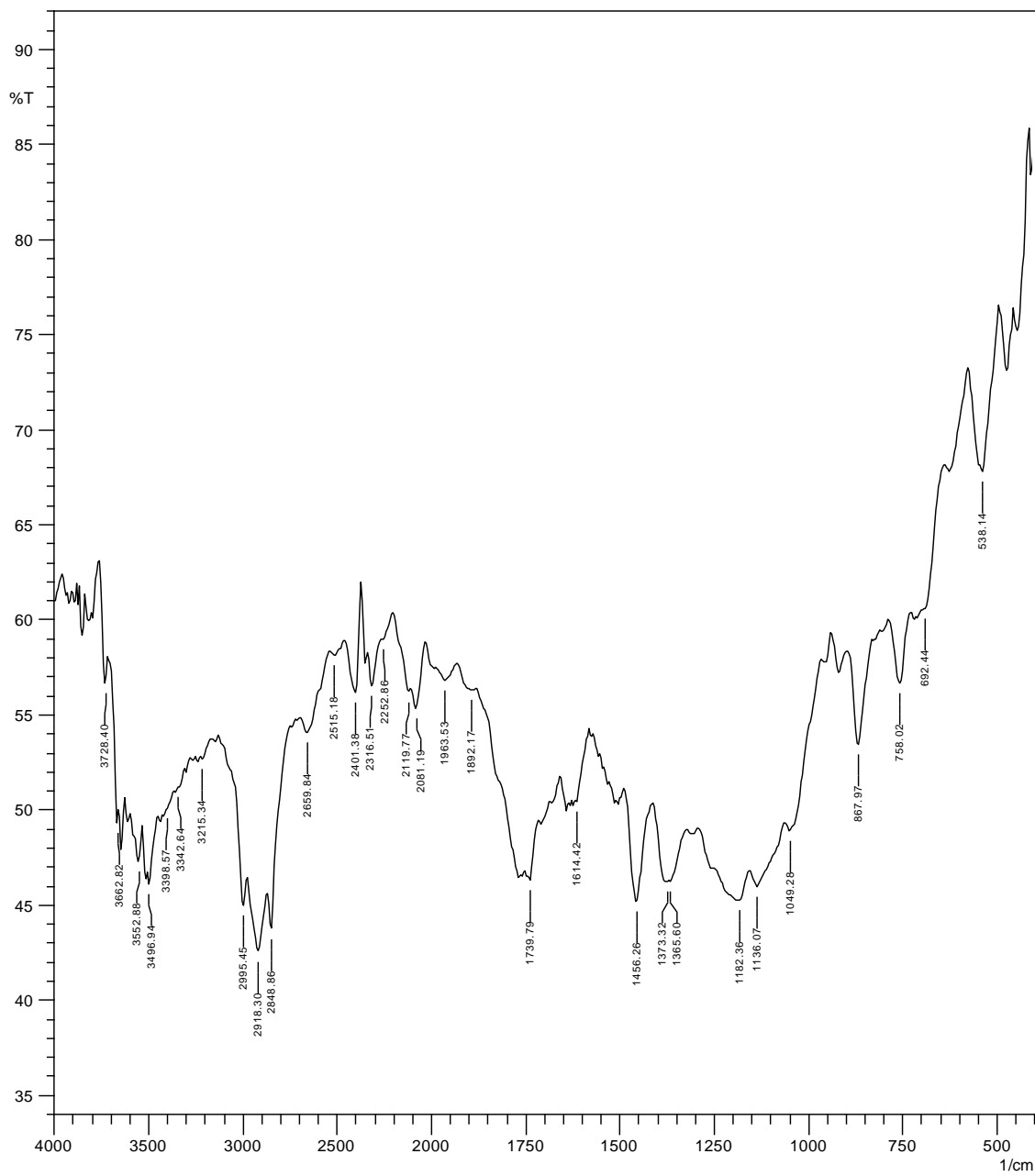


LAMPIRAN B3-3 PLA 10 ml dan PE 30 ml

Coefficients



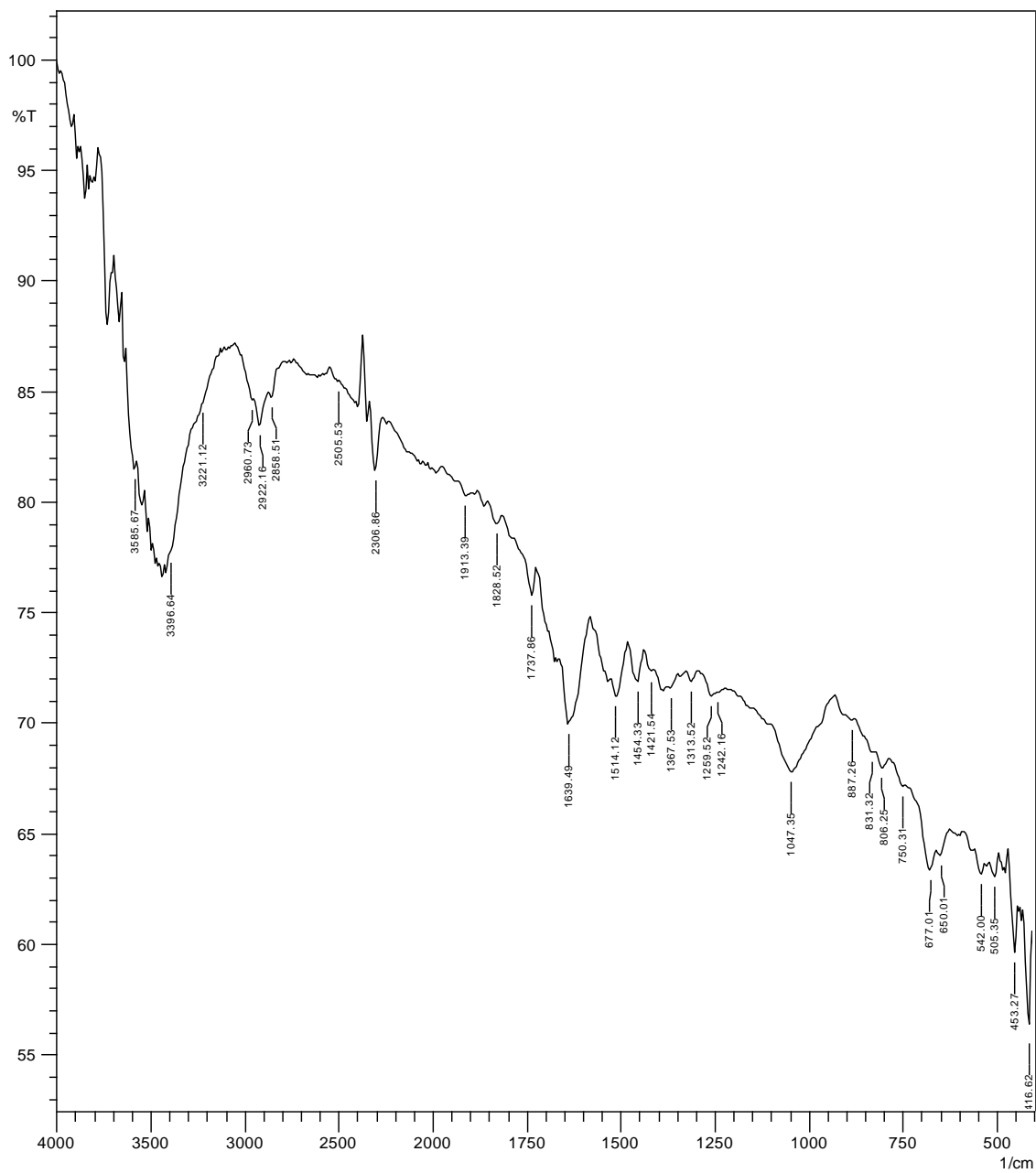
Coefficients



LAMPIRAN B3-5 PLA 30 ml dan PE 10 ml

HASIL
SPEKTRUM
SAMPEL 2%

Coefficients



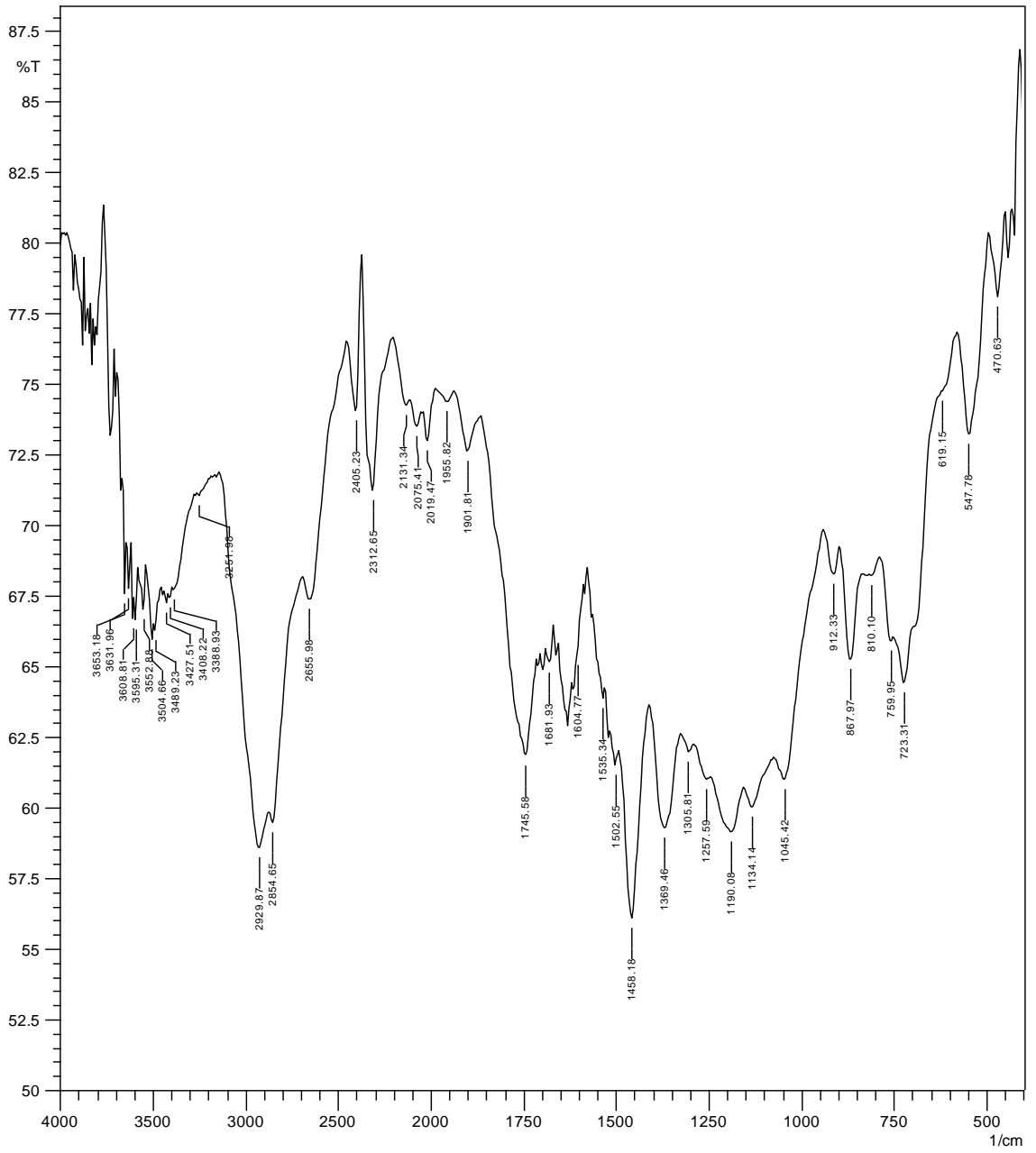
LAMPIRAN B2-1 Sampel PE

Coefficients



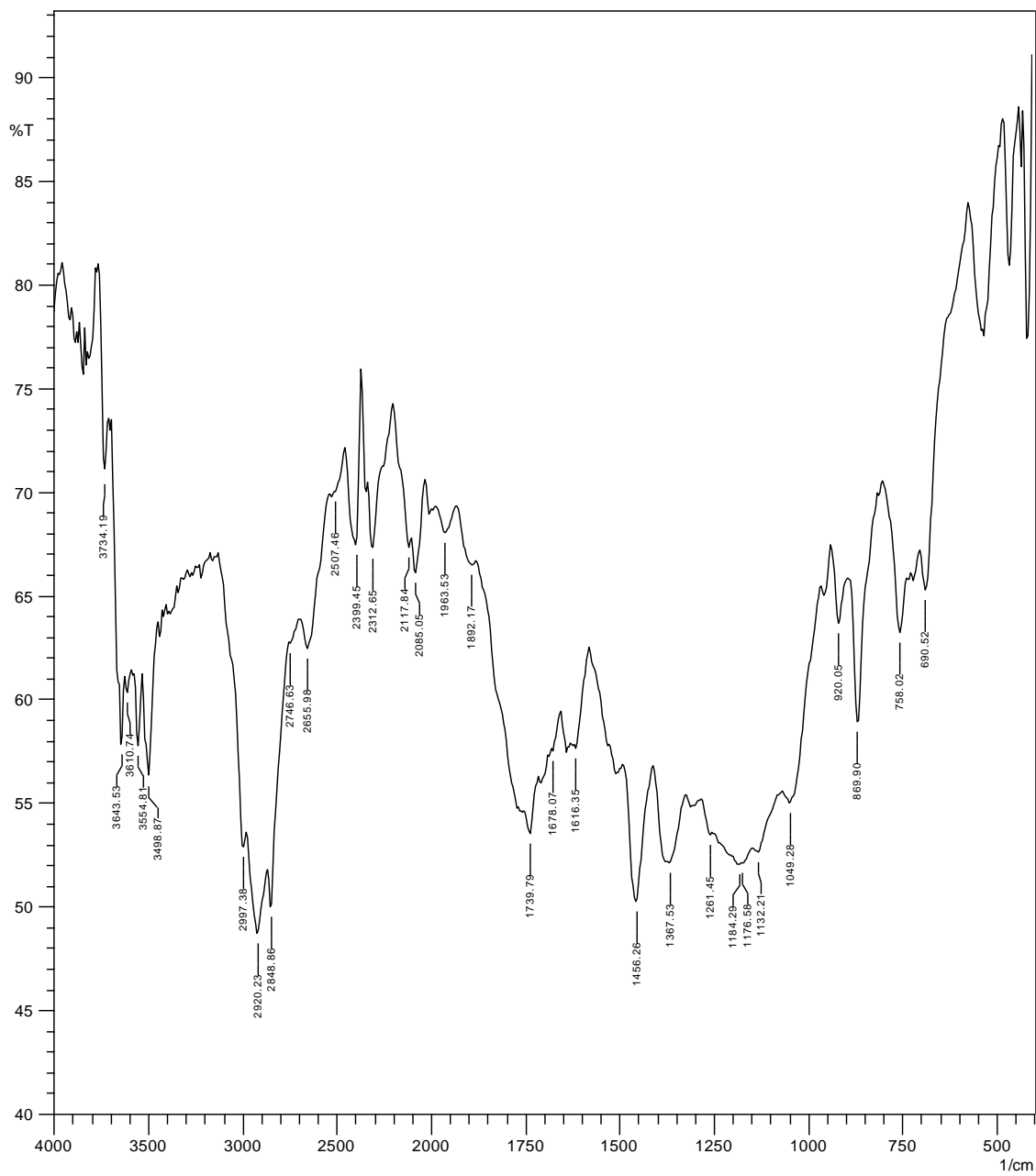
LAMPIRAN B2-2 Sampel PLA

Coefficients



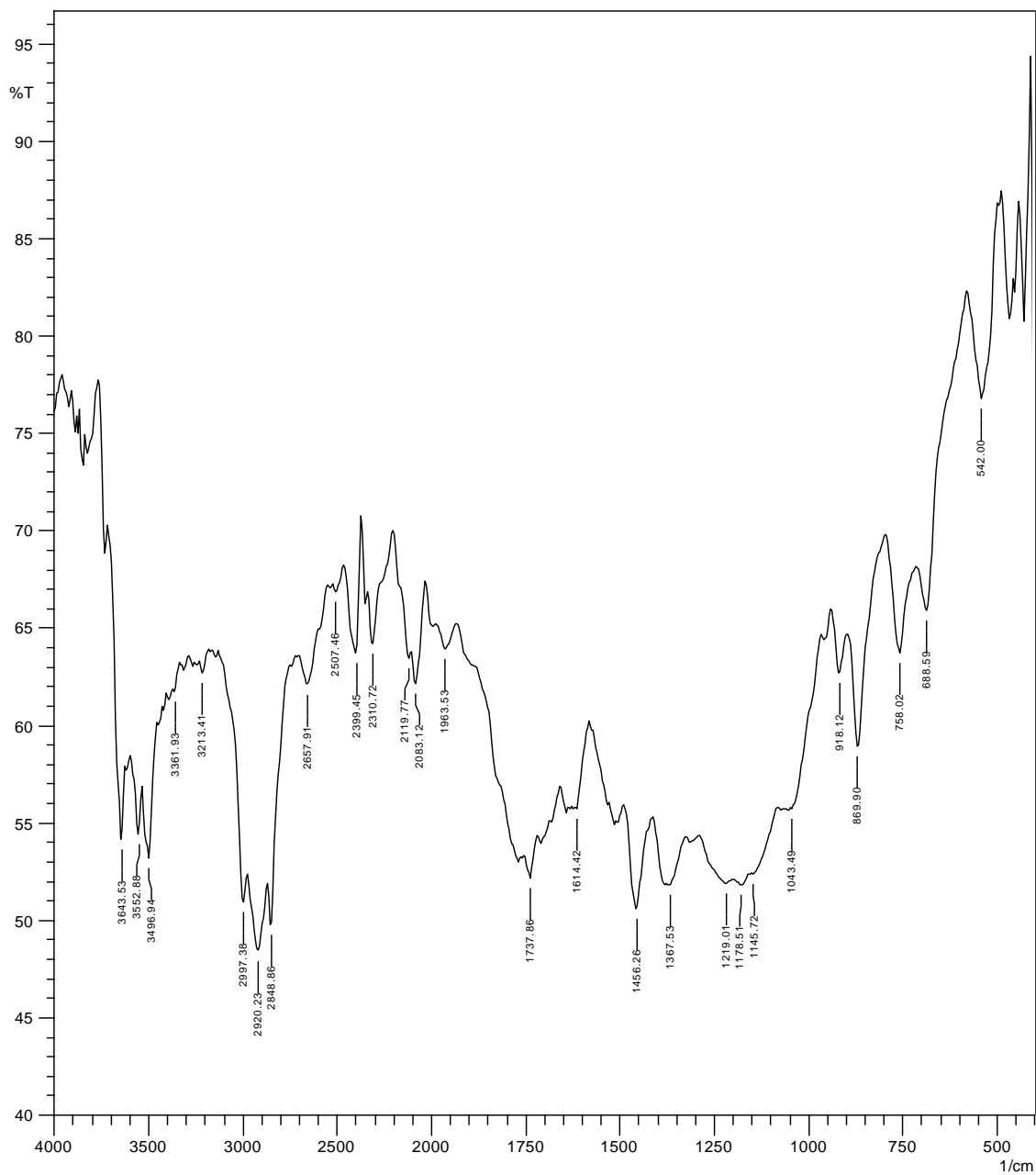
LAMPIRAN B2-3 PLA 10 ml dan PE 30 ml

Coefficients



LAMPIRAN B2-4 PLA 20 ml dan PE 20 ml

Coefficients



LAMPIRAN B2-5 PLA 30 ml dan PE 10 ml