

LAPORAN PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISASI *POLYSTYRENE-CO-ACRYLIC ACID*
DENGAN METODE MINIEMULSI POLIMERISASI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Diploma Empat (D-IV)
Program Studi Teknologi Kimia Industri



Disusun Oleh :

Maulana Dwi Ardiyansah
Mohammad Shibgatullah Wildan

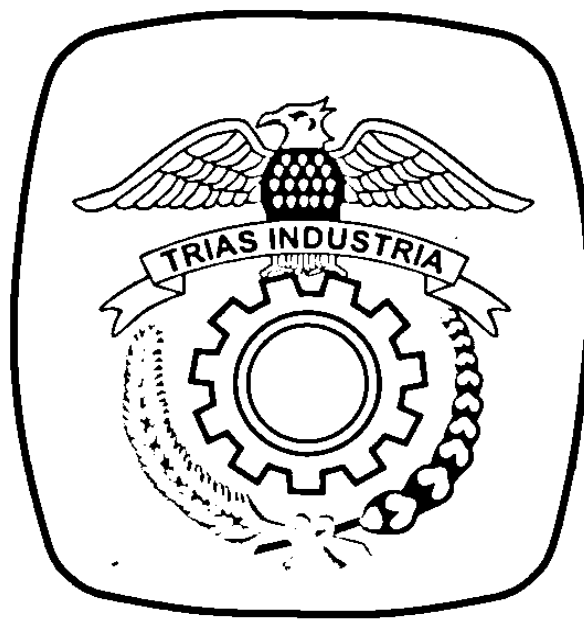
NIM : 1511038
NIM : 1511039

TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
STMI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2015

LAPORAN PENELITIAN
SINTESIS DAN KARAKTERISASI *POLYSTYRENE-CO-ACRYLIC ACID*
DENGAN METODE MINIEMULSI POLIMERISASI

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Diploma Empat (D-IV)
Program Studi Teknologi Kimia Industri



Disusun Oleh :

Maulana Dwi Ardiyansah

NIM : 1511038

Mohammad Shibgatullah Wildan

NIM : 1511039

TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI
STMI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2015

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa program studi Teknologi Kimia Industri, Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Maulana Dwi Ardiyansah

NIM : 1511038

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

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

SINTESIS DAN KARAKTERISASI *POLYSTYRENE-CO-ACRYLIC ACID* DENGAN METODE MINIEMULSI POLIMERISASI

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

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

Jakarta, Juni 2015

Yang Membuat Pernyataan

Maulana Dwi Ardiyansah

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa program studi Teknologi Kimia Industri, Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Nama : Mohammad Shibgatullah Wildan

NIM : 1511039

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

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

SINTESIS DAN KARAKTERISASI *POLYSTYRENE-CO-ACRYLIC ACID* DENGAN METODE MINIEMULSI POLIMERISASI

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

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

Jakarta, Juni 2015

Yang Membuat Pernyataan

Mohammad Shibgatullah Wildan

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Penelitian

di

LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA

PUSAT PENELITIAN KIMIA



Oleh :

Maulana Dwi Ardiyansah **1511038**

Mohammad Shibgatullah Wildan **1511039**

Jakarta, Juni 2015

Dosen Pembimbing

Pembimbing Penelitian

Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA

Sri Fahmiati, S.T

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Kimia Industri
Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Kementerian Perindustrian RI

Dr. Ir. Gatot Ibnu Santosa, DEA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran 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 tanggal 4 Februari – 4 April 2015 di Laboratorium Polimer dan Laboartorium Makromolekul di Pusat Penelitian Kimia, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan.

Penelitian di Jurusan Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri dimaksudkan untuk melatih mahasiswa dalam menerapkan teori dan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa kuliah. Dengan tugas penelitian ini, diharapkan mahasiswa memiliki ketrampilan dalam melakukan analisis, sintetis, analogi, generalisasi, mengembangkan hipotesis, mengembangkan konsep, melakukan percobaan dan mengambil keputusan.

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, keluarga, dan para sahabat penyusun yang tanpa henti selalu memberikan doa, motivasi dan bimbingan secara intensif.
2. Bapak Drs. Achmad Zawawi, MA, MM. selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI.
3. Bapak Dr.Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA selaku Ketua Jurusan Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI sekaligus dosen pembimbing penyusun, terimakasih atas bimbingan dan masukkannya dalam penyelesaian laporan ini.
4. Ibu Dr. Yenni Mellyana dan Mba Sri Fahmiati, S.T selaku pembimbing kami selama penelitian di Laboratorium Polimer dan Laboartorium Makromolekul di Pusat Penelitian Kimia, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan.
5. Ibu Fitria Ika Aryanti, M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Kimia Industri.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknologi Kimia Industri STMI angkatan 2011.
7. Serta semua pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu pada proses penelitian ini.

Seperti pepatah yang mengatakan bahwa *Tak Ada Gading Yang Tak Retak*, begitu pula dengan laporan Penelitian ini yang masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penyusun harapkan untuk penyempurnaan Laporan Penelitian ini.

Jakarta, Juni 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Miniemulsi Polimerisasi.....	5
2.2 Komponen dalam Miniemulsi Polimerisasi	6
2.2.1. Monomer	6
2.2.2. Air	10
2.2.3. Surfaktan.....	10
2.2.4. Inisiator	12
2.3. Karakterisasi Miniemulsi Polimerisasi.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	21
3.1.1 Alat Penelitian	21
3.1.2 Bahan Penelitian	21
3.2. Variabel Penelitian	22
3.2.1 Variabel Tetap	22
3.2.2 Variabel Berubah	22
3.3. Metode Penelitian.....	23
3.3.1 Pembuatan Miniemulsi.....	24
3.3.2 Proses Homogenisasi.....	24

3.3.3 Proses Polimerisasi.....	24
3.3.4 Karakterisasi <i>Polystyrene-Co-Acrylic Acid</i>	25
3.4. Cara Pengolahan Analisa Data.....	26
3.4.1. Cara Membaca Spektra FT-IR	26
3.4.2. Cara Membaca Spektra H NMR.....	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Polimerisasi <i>Styrene</i> dan <i>Acrylic Acid</i>	28
4.2. Penentuan Konsentrasi <i>Styrene</i> yang Optimum	30
4.2.1. <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) dengan 1 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i> dan bahan aktif Cu ₂ O	30
4.2.2. <i>Polystyrene-co-acrylic</i> (B) 1 mol <i>acrylic acid</i> , 1 mol <i>styrene</i> dan bahan aktif CuSO ₄	31
4.2.3. <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) dengan 1 mol <i>styrene</i> dan 1 mol <i>Acrylic acid</i>	32
4.2.4. <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dengan 2 mol <i>styrene</i> dan 1 mol <i>acrylic acid</i>	33
4.2.5. <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) dengan 3 mol <i>styrene</i> dan 1 mol <i>acrylic acid</i>	34
4.3. Hasil Karakterisasi <i>Polystyrene-co-Acrylic Acid</i>	35
4.3.1. Analisa FTIR (<i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i>)	35
4.3.1.1 Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 mol.....	36
4.3.1.2. Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (B) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 mol dan Bahan Aktif CuSO ₄	37
4.3.1.3. Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 mol	38
4.3.1.4. Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 2 mol	39

4.3.1.5. Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 3 mol	40
4.3.2. Analisa NMR (<i>Nuclear Magnetic Resonance</i>)	41
4.3.2.1. Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) dengan Konsentrasi 1 mol.....	42
4.3.2.2. Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (B) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 Mol	45
4.3.2.3. Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) dengan Konsentrasi 1 mol.....	49
4.3.2.4. Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 2 mol	51
4.3.2.5. Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 3 mol	54
4.3.3. Analisa SEM-EDX (<i>Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i>)	56
4.3.4. Analisa PSA (<i>Particle Size Analyzer</i>)	60
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	63
5.2. Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi dan Gambar Struktur <i>Styrene</i>	8
Tabel 2.2 Spesifikasi dan Gambar Struktur <i>Acrylic Acid</i>	9
Tabel 2.3 Spesifikasi <i>Sodium Dodecyl Sulfate</i>	12
Tabel 2.4. Bilangan Gelombang Ikatan Gugus Fungsi.....	14
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Produk <i>Polystyrene-co-Acrylic acid</i>	29
Tabel 4.2 Perbandingan Data ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid-Cu</i> (A) Hasil Perhitungan dan Penemuan	43
Tabel 4.3 Perbandingan Data ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid-Cu</i> (B) Hasil Perhitungan dan Penemuan	47
Tabel 4.4 Perbandingan Data ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid-Cu</i> (C) Hasil Perhitungan dan Penemuan	49
Tabel 4.5 Perbandingan Data ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid-Cu</i> (D) Hasil Perhitungan dan Penemuan	52
Tabel 4.6 Perbandingan Data ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid-Cu</i> (E) Hasil Perhitungan dan Penemuan	54
Tabel 4.7 Data EDX <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i>	59
Tabel 4.8 Data Analisa <i>Particle Size Analyzer (PSA) Polystyrene-co-acrylic acid</i>	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Makroemulsi dan Miniemulsi Polimerisasi	5
Gambar 2.2 Struktur <i>Styrene</i>	7
Gambar 2.3 Struktur SDS	12
Gambar 2.4 Skema SEM. Prinsip kerja SEM sama dengan mikroskop optik hanya berbeda sumber cahaya.	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4.1 <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) 1 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i>	31
Gambar 4.2 <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (B) 1 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i> dan CuSO_4	32
Gambar 4.3 <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) dengan 1 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i> (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan.	33
Gambar 4.4 <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dengan 2 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i> (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan.	34
Gambar 4.5 <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) dengan 3 mol <i>styrene</i> , 1 mol <i>acrylic acid</i> (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan.	35
Gambar 4.6 Overlay Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 Mol	36
Gambar 4.7 Overlay Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (B) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 Mol dan Bahan Aktif CuSO_4	37
Gambar 4.8 Overlay Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 1 Mol	38
Gambar 4.9 Overlay Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 2 Mol	39
Gambar 4.10 Overlay Spektrum IR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) dengan Konsentrasi <i>Styrene</i> 3 Mol	40
Gambar 4.11 Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (A) a) Lapisan Atas b) Lapisan Bawah	42

Gambar 4.12 Estimasi <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> -Cu (A)	43
Gambar 4.13 Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (B) a) Lapisan Atas b) Lapisan Bawah	46
Gambar 4.14 Estimasi <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> -Cu (B)	47
Gambar 4.15 Estimasi <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> -Cu (C)	49
Gambar 4.16 Estimasi <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> -Cu (D)	51
Gambar 4.17 Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D)	53
Gambar 4.18 Estimasi <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> -Cu (E)	54
Gambar 4.19 Spektra ^1H NMR <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E)	55
Gambar 4.20 Hasil Analisa SEM dari a) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C), b) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D), c) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E)	56
Gambar 4.21 Hasil EDX <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C)	57
Gambar 4.22 Hasil EDX <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D)	58
Gambar 4.23 Hasil EDX <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E)	58
Gambar 4.24 Grafik Distribusi Ukuran Partikel dari a) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C), b) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) dan c) <i>Polystyrene-co-acrylic acid</i>	61

ABSTRAK

Biofouling merupakan salah satu masalah terbesar dalam teknologi kelautan dan navigasi karena dampaknya dapat mengurangi kecepatan kapal dan konsumsi bahan bakar kapal jauh lebih tinggi. Karena penggunaan antifouling berbahan dasar logam aktif tributyltin yang diklaim sebagai senyawa antifouling yang paling efektif telah dilarang sejak Januari 2008, upaya untuk menggantinya telah dikembangkan. Teknologi yang paling potensial untuk digunakan dalam penggunaan jangka panjang (lebih dari lima tahun) adalah teknologi berbasis kopolimer. Dalam penelitian ini, kami mengembangkan *poly(styrene-co-acrylic acid)* sebagai biosida untuk mencegah biofouling dengan kandungan Cu 15 % dan variasi rasio mol styrene terhadap *acrylic acid* yaitu 1 : 1, 2 : 1, dan 3 : 1. Struktur dan permukaan *poly(styrene-co-acrylic acid)* dikarakterisasi dan diinvestigasi oleh alat-alat berikut, yaitu : FTIR, NMR, PSA, SEM, EDX. Pembuatan *poly(styrene-co-acrylic acid)* menggunakan metode miniemulsi polimerisasi. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi monomer styrene dalam proses pembentukan *poly(styrene-co-acrylic acid)* menggunakan metode miniemulsi polimerisasi sehingga bisa didapatkan rasio mol monomer styrene yang optimum yang nantinya dapat digunakan dalam sintesis *poly(styrene-co-acrylic acid)*. Di dalam penelitian ini menggunakan surfaktan yaitu *sodium dodecyl sulfate* dan inisiator yaitu *azobisisobutyronitrile*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil yang paling optimum ditunjukkan pada *poly(styrene-co-acrylic acid)* dengan perbandingan 1 : 1 konsentrasi styrene terhadap *acrylic acid*. Hasil menegaskan bahwa tembaga (Cu) itu tersebar merata di *poly(styrene-co-acrylic acid)*.

Kata Kunci : biofouling, *poly(styrene-co-acrylic acid)*, styrene, acrylic acid, sintesis, miniemulsi polimerisasi.

ABSTRACT

Biofouling is one of the biggest problems in marine technology and navigation because of its impact can reduce the speed of the ship and ship fuel consumption is much higher. Due to the use of the active metal-based antifouling tributyltin who claimed to be the most effective antifouling compounds have been banned since January 2008, attempts to replace it have been developed. Technology with the most potential to be used in long-term use (more than five years) is a technology based copolymer. In this research, we developed a poly (styrene-co-acrylic acid) as biocides to prevent biofouling. With a Cu content of 15% and a variation of the mole ratio of styrene to acrylic acid is 1: 1, 2: 1, and 3: 1. The structure and the surface of poly (styrene - co - acrylic acid) characterized and investigated by means of the following, namely: FTIR, NMR, PSA, SEM, EDX. Manufacture of poly (styrene - co - acrylic acid) using miniemulsion polymerization method. This research aims to determine the effect of concentration of styrene monomer in the process of formation of poly (styrene- co - acrylic acid) using the method of polymerization that can be obtained miniemulsion mole ratio of styrene monomer optimum that can later be used in the synthesis of poly (styrene - co - acrylic acid). In this research using a surfactant is sodium dodecyl sulfate and initiator is azobisisobutyronitrile. The results showed that the most optimum results shown in poly (styrene - co - acrylic acid) with a ratio of 1: 1 concentration of styrene to acrylic acid. The results confirmed that the copper (Cu) that is uniformly dispersed in poly (styrene- co-acrylic acid).

Keywords : biofouling, poly(styrene- co- acrylic acid), styrene, acrylic acid, synthesis, miniemulsion polymerization.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem laut kaya akan sumber daya hayati, salah satunya adalah biota yang memiliki pola hidup menempel pada substrat. Biota tersebut memiliki peran penting dalam ekosistem laut. Selain sebagai *filter feeder*, biota tersebut juga berperan penting sebagai sumber makanan makhluk hidup lainnya. Namun, permasalahan muncul ketika biota penempel ini berinteraksi langsung dengan benda ciptaan manusia. Proses penempelan ini dikenal dengan istilah *biofouling*.

Kerugian yang dialami manusia akibat *biofouling* cukup besar. *Biofouling* dapat menyebabkan dinding lambung kapal menjadi tidak teratur dan kasar. Hal ini mengakibatkan penurunan kecepatan dan *manuver* daya jelajah kapal. Laju kapal yang semakin berat otomatis mengakibatkan peningkatan bahan bakar yang dibutuhkan kapal. Pemakaian bahan bakar kapal yang berlayar di perairan beriklim sedang selama enam bulan di laut akan meningkat sebesar 35-50%. Sedangkan penggunaan bahan bakar diperkirakan akan lebih meningkat di perairan tropis. Hal ini disebabkan kandungan nutrisi di perairan tropis yang lebih tinggi sehingga meningkatkan mekanisme *biofouling*.

Selain mengurangi kecepatan dan menambah konsumsi bahan bakar, *biofouling* juga menyebabkan berkurangnya umur kapal karena korosi. Penempelan suatu organisme pada material logam secara intensif mampu menimbulkan korosi pada media perairan laut. Salah satu organisme penyebab *biofouling* yang mampu mempercepat korosi adalah teritip. Teritip mampu merusak lapisan cat yang ada pada material logam. Cangkang teritip yang tajam mampu merusak lapisan cat setebal 0,2 mm. Lapisan cat yang rusak mengakibatkan logam akan bereaksi dengan air laut yang bersifat korosif.

Salah satu cara untuk menghambat penempelan organisme *biofouling* adalah dengan penggunaan campuran logam berat pada cat kapal. Hampir semua cat yang digunakan mengandung logam berat dengan konsentrasi tertentu. Penggunaan logam berat sebagai bahan baku cat diklaim sebagai salah satu sumber pencemaran logam berat yang akhirnya terakumulasi di laut. Pencemaran, penurunan kualitas lingkungan dan degradasi lingkungan adalah beberapa dampak yang ditimbulkan oleh penggunaan logam berat. Logam berat yang banyak digunakan adalah *Trybutyltin* (TBT). TBT merupakan salah satu senyawa kimia yang tersusun atas logam timah yang tersusun atas logam timah yang berfungsi sebagai biosida alga, jamur, serangga tambahan pada cat *antifouling*. Cat *antifouling* sendiri biasanya diaplikasikan pada lambung kapal besar maupun kecil untuk mencegah pertumbuhan organisme penempel seperti bakteri, kerang, teritip dan alga.

Namun, TBT dalam cat *antifouling* diketahui memiliki efek yang buruk pada lingkungan. TBT merupakan salah satu senyawa toksik di perairan. Tak hanya menghambat penempelan organisme penyusun *biofouling*, TBT juga berpengaruh pada organisme non target seperti gastropoda. Pengaruh paparan TBT terhadap gastropoda dapat menyebabkan kelainan *imposex*. *Imposex* adalah berkembangnya organ kelamin jantan pada gastropoda betina. Spesies gastropoda seperti *Buccinum undatum* dan *Nucella lapillus* merupakan spesies yang sangat sensitive terhadap paparan TBT. *Imposex* yang dialami oleh jenis *Nucella lapillus* dapat mengakibatkan populasi gastropoda terancam punah.

Penggunaan dan pemanfaatan logam berat sebagai bahan baku cat sepertinya sudah tidak bisa ditawar lagi dan kondisi tersebut sudah berlangsung lama. Sehingga perlu dilakukan terobosan untuk mengurangi penggunaan logam berat pada bahan baku cat dengan bahan baku yang lebih ramah lingkungan.

Melihat permasalahan tersebut, saat ini telah banyak dikembangkan cat *antifouling* yang menggunakan polimer khusus sebagai bahan aktifnya. Dengan polimer ini, maka pelepasan logam berat (bahan aktif utama pencegah *fouling*) ke air laut lebih terkontrol. Logam berat yang biasa digunakan adalah Cu. Di samping Cu dapat pula digunakan logam lainnya seperti Zn, tetapi mengingat aktivitas dari Cu lebih baik daripada Zn maka pada penelitian ini dipilih Cu.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan pembuatan cat *antifouling* berbasis polimer yang mengontrol pelepasan bahan aktif Cu ke air laut. Untuk mengetahui kandungan bahan aktif Cu yang terikat pada polimer dilakukan serangkaian uji dengan mencampurkan bahan aktif Cu dan monomer-monomer seperti *acrylate acid* dan *styrene* dengan proses miniemulsi polimerisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pada konsentrasi *styrene* berapa agar didapatkan kandungan bahan aktif Cu yang optimum?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian adalah :

1. Bahan baku yang digunakan adalah *styrene* dan *acrylic acid*.
2. *Styrene* dan *Acrylic acid* akan diproses menjadi *Polystyrene-co-Acrylic acid-Cu* dengan metode *miniemulsion polymerization* dengan menggunakan surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan inisiator *azobisisobutyronitrile* (AIBN).
3. Proses *miniemulsion polymerization* dilakukan dengan variabel yang divariasi adalah konsentrasi monomer *styrene* terhadap *acrylic acid*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mempelajari proses polimerisasi *styrene* dan *acrylic acid* menjadi *Polystyrene-co-Acrylic acid-Cu* melalui reaksi *miniemulsion polymerization*.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi monomer *styrene* dalam proses pembentukan *Polystyrene-co-Acrylic acid-Cu* menggunakan metode *miniemulsion polymerization*.
3. Mencari berapa kandungan Cu yang terikat dengan polimer dari variasi konsentrasi monomer *styrene* yang telah ditentukan

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Penulis

Penelitian ini sebagai sarana untuk mengaplikasikan teori-teori dalam bidang teknik kimia yang diperoleh dalam bangku kuliah, sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan penelitian secara riil terkait dengan kondisi nyata dalam suatu proses pengolahan.

2. Bagi Pengembangan Ilmu

Penelitian ini diharapkan dapat menjadikan sumbangan pustaka dan bahan referensi atau rujukan dalam pembuatan *Polystyrene-co-Acrylic acid-Cu* dari *styrene* dan *monomer* dengan metode *miniemulsion polymerization* , khususnya bagi penelitian selanjutnya.

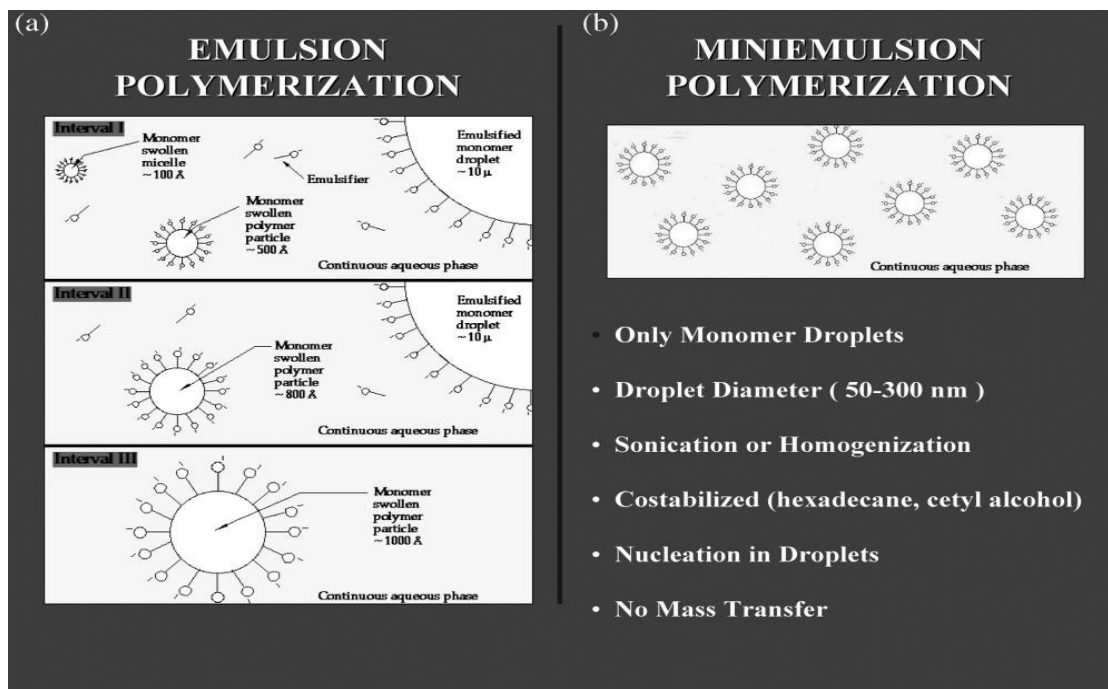
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Miniemulsi Polimerisasi

Mekanisme emulsi dan miniemulsi polimerisasi konvensional terdapat beberapa hal yang berbeda. Miniemulsi polimerisasi melibatkan penggunaan surfaktan yang efektif / sistem *costabilizer* untuk menghasilkan droplet yang sangat kecil (0,01-0,5 mm) . Luas permukaan droplet dalam sistem ini sangat besar dan sebagian besar dari surfaktan teradsorpsi pada permukaan droplet. Sejak awal surfaktan sebagai partikel bebas yang tersedia untuk menstabilkan partikel yang terbentuk. Kedua larutan, fasa minyak dan fasa air larut dalam inisiator yang dapat digunakan adalah bahwa reaksi polimerisasi berlangsung.

Kebanyakan miniemulsi polimerisasi dilakukan dalam reaktor *batch*. Namun di dalam reaktor kontinyu dapat memberikan konsistensi yang tinggi ketika dioperasikan pada *steady state*. Pada laporan ini, kemajuan dalam miniemulsi polimerisasi terus menerus akan ditinjau.



Gambar 2.1. (a) Makroemulsi

(b) miniemulsi polimerisasi .

2.2 Komponen dalam Miniemulsi Polimerisasi

Di dalam proses miniemulsi polimerisasi terdapat empat komponen utama yang diperlukan, yaitu air, surfaktan, monomer dan inisiator.

2.2.1 Monomer

Monomer merupakan salah satu komponen utama dalam proses miniemulsi polimerisasi. Banyak monomer yang dapat digunakan dalam proses miniemulsi polimerisasi dan penggunaannya pun berupa homopolimer ataupun kopolimer. Pemilihan monomer berdasarkan hasil akhir polimer yang diinginkan. Salah satu faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan monomer adalah suhu transisi gelas (T_g). Suhu transisi gelas merupakan suhu dimana suatu polimer melepaskan sifat-sifat gelasnya dan berubah menjadi lebih condong elastis seperti karet.

Berdasarkan sifat fisik suhu transisi gelas (T_g) monomer, maka monomer dapat diklasifikasikan sebagai:

- **Monomer keras**, yaitu monomer yang memiliki T_g tinggi atau di atas suhu kamar. Homopolimer yang terbentuk bersifat keras dan mempunyai ketahanan mekanik yang tinggi. Contoh : *styrene* (100°C), *methyl methacrylate* (105°C), *vinyl chloride* (81°C), dan *vinyl acetate* (32°C)

- **Monomer lunak**, yaitu monomer yang memiliki T_g rendah atau di bawah suhu kamar. Homopolimer yang terbentuk biasanya bersifat lunak atau *rubbery* dan *tacky*. Contoh : *ester acrylic*, *butadiene* (-138°C), *butyl acrylic* (-54°C), dan *ethylene* (-125°C).

Berdasarkan fungsi monomer dalam miniemulsi polimerisasi, monomer diklasifikasikan sebagai :

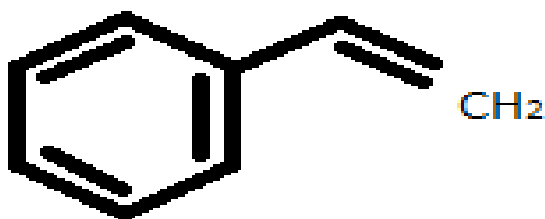
- **Monomer penstabil**, merupakan monomer yang larut dalam air atau umumnya monomer yang mempunyai gugus fungsi karboksil. Monomer ini dapat

menstabilkan partikel dispersi dengan cara menggabungkan pusat hidrofilik ke polimer hidrofobik. Monomer-monomer ini memperbaiki sifat mekanik, meningkatkan stabilitas dispersi lateks, meningkatkan toleransi terhadap elektrolit, meningkatkan stabilitas dispersi lateks, meningkatkan kekerasan film, dan meningkatkan adhesi film lateks terhadap substrat. Contoh : *acrylic acid*, *methacrylic acid*, *maleic acid*, *fumarate acid*.

- **Monomer pengikat silang**, merupakan monomer yang dapat mengalami polimerisasi juga. Umumnya monomer ini adalah senyawa yang memiliki dua ikatan rangkap dan dua gugus fungsi. Saat polimerisasi berlangsung, monomer ini ikut dalam polimerisasi, dan ikatan rangkap yang kedua atau gugus fungsi yang kedua akan berikatan silang dengan polimer. Contoh : senyawa *polyvinyl* dan *polyallyl* atau *diene*, *divinyl benzene*, senyawa *N-methylol* dan derivat ester *diacrylic* atau *triacrylic*.

Monomer utama yang digunakan dalam miniemulsi polimerisasi ini adalah *styrene* dan *acrylic acid*.

Styrene, adalah hidrokarbon aromatik yang dalam kondisi normal tidak berwarna, cairan yang mudah terbakar juga dikenal sebagai *vinilbenzene*, *ethylbenzene*, *cinamene*, atau *fenilethylene*. *Styrene* berasal dari minyak bumi dan hasil samping gas alam, *styrene* membantu menciptakan ribuan produk yang sangat kuat, fleksibel, dan ringan. Namun, *styrene* juga terbentuk secara alami di lingkungan dan ada dalam berbagai makanan umum, seperti kopi, stroberi, dan kayu manis. *Styrene* umumnya dihasilkan oleh dehidrogenasi katalitik *ethylbenzene* yang terbentuk dari reaksi *benzene* dan *ethylene*.



Gambar 2.2 Struktur *Styrene*

Tabel 2.1 Spesifikasi dan Gambar Struktur *Styrene*

Rumus Molekul	C ₈ H ₈
Penampilan	Cairan minyak tidak berwarna
Mr Relatif	104.15 g mol ⁻¹
Densitas (pada 25°C)	0.909 g cm ⁻³
Titik Didih	145°C
Titik Leleh	- 30°C
Titik Nyala	31°C
Kelarutan dalam Air	0.027 g L ⁻¹

Styrene digunakan untuk membuat polimer berbasis *styrene* dan juga digunakan dalam industri karet sintesis. Produk yang mengandung *styrene* termasuk isolasi, *fiberglass*, pipa plastik, suku cadang kendaraan bermotor, sepatu, cangkir minum dan wadah makanan lainnya serta alas karpet. Sebagian besar produk ini mengandung *styrene* terkait bersama-sama dalam rantai panjang *polystyrene*.

Mayoritas monomer *styrene* digunakan dalam produksi *polystyrene*. Tujuan umum atau *polystyrene* Kristal dan *polystyrene* ketahanan pukul tinggi digunakan dalam barang sehari-hari seperti tempat CD, gelas minuman, wadah makanan dan penahan pintu kulkas. *Polystyrene expendable*, busa ringan, digunakan dalam isolasi rumah, sebagai bahan kemasan, sebagai bantalan dalam helm sepeda motor dan interior mobil, dan konstruksi jembatan.

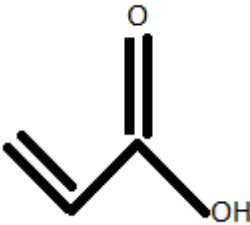
Efek kesehatan dari *styrene* termasuk iritasi kulit, mata, dan saluran pernapasan bagian atas. Paparan akut juga dapat mengakibatkan efek gastrointestinal. Paparan kronis mempengaruhi sistem saraf pusat menunjukkan gejala seperti depresi, sakit kepala, letih, lemah, dan dapat menyebabkan efek kecil pada fungsi ginjal. Studi pada pekerja menunjukkan *styrene* dapat menyebabkan cacat lahir atau berat badan lahir rendah namun hasilnya tidak meyakinkan. Tidak ada cacat lahir yang diamati pada hewan percobaan.

Styrene menguap saat terkena udara dan mudah larut bila dicampur dengan air. *Styrene* juga menguap dari air dan tanah ke udara serta dapat merusak bahan kimia lainnya. Mikroorganisme juga dapat merusak *styrene*. *Styrene* berkontribusi terhadap pembentukan asap fotokimia karena reaksi fotokimia tidak langsung.

Styrene harus disimpan di tempat yang berventilasi baik jauh dari sinar matahari langsung, sumber nyala api dan panas sumber lain, seperti disimpan dalam tangki baja berisolasi karbon. Polimerisasi inhibitor harus ditambahkan dan suhu *styrene* harus dikendalikan sekitar 10-11°C untuk mencegah terbentuknya polimer *styrene*. Kemampuan sirkulasi perlu untuk mempertahankan oksigen yang tepat dan tingkat inhibitor. Nitrogen atau gas pelindung inert lain tidak dapat digunakan. *Styrene* distabilkan dengan sejumlah inhibitor untuk menghindari polimerisasi spontan. *Styrene* diangkut menggunakan kapal, tongkang dan truk. Sebaiknya untuk container transportasi dan penyimpanan menggunakan stainless steel atau baja karbon, dan bukan plastik karena alasan ketidaksesuaian.

Acrylic acid, adalah senyawa organik dengan rumus $C_3H_4O_2$ yang dikenal dengan nama lain *acroleic acid*, *2-propenoic acid*, *vinilformic acid*, *propene acid* dan *ethylenecarboxylic acid*. Asam ini merupakan asam karboksilat yang paling sederhana yang terdiri dari gugus vinil terhubung langsung ke terminal asam karboksilat. Berupa cairan tak berwarna yang memiliki bau tajam atau khas yang larut dalam air, alkohol, eter, dan kloroform.

Tabel 2.2 Spesifikasi dan Gambar Struktur *Acrylic Acid*

Struktur	
Penampilan	Berbentuk cairan tidak berwarna, berbau tajam dan pedas, dan mudah terbakar
Berat Molekul	72.064 g/mol
Suhu Kritis	380°C
Tekanan Kritis	56.6 bar
Viskositas 25°C	1.149 mPa.s
<i>Boiling Point</i>	52.6°C
<i>Density at 30°C</i>	1.04 g/ml

Asam akrilat merupakan bahan kimia industri yang penting karena merupakan bahan kimia *intermediate* yang banyak digunakan dalam proses-proses produksi pada industri dan produk-produk konsumen.

Ada dua penggunaan utama untuk asam akrilik. Yang pertama adalah dengan menggunakan asam akrilik sebagai *intermediate* bahan kimia dalam produksi ester akrilat dan resin. Ester akrilat meliputi etil akrilat, butil akrilat, metil akrilat, dan 2-etilheksil akrilat. Mereka kemudian dipolimerisasi dan menjadi bahan dalam formulasi cat, pelapis, tekstil (tenun dan *non-woven*), perekat, polis, dan plastik. *Methyl acrylic* juga digunakan dalam pembuatan vitamin B1.

Penggunaan kedua asam akrilat adalah sebagai sebuah blok bangunan dalam produksi polimer asam poliakrilat. Polimer-polimer ini merupakan jenis *cross-linked poliacrilat* dan absorben dengan kemampuan untuk menyerap dan mempertahankan lebih dari seratus kali berat mereka sendiri. Mereka digunakan untuk membuat popok, dan produk kesehatan feminin. Asam akrilat juga digunakan dalam produksi polimer dan deterjen dalam produksi flokulan yang digunakan dalam pengelolaan air limbah pabrik.

2.2.2 Air

Fungsi air yang digunakan adalah sebagai medium pendispersi yang dapat menyerap dan menyebarkan panas yang timbul dari reaksi eksotermis. Penggunaan air dalam miniemulsi polimerisasi ini biasanya berkisar antara 35-65%. Air yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik agar tidak mengganggu proses polimerisasi. Oleh karena itu, perlu digunakan air demineral.

2.2.3 Surfaktan

Surfaktan atau *surface active agent* adalah suatu molekul yang memiliki gugus hidrofil dan gugus liofil secara bersama-sama, sehingga dapat menggabungkan cairan yang terdiri dari minyak dan air. Aktivasi surfaktan diperoleh karena sifat ganda dari molekul-molekulnya. Molekul surfaktan memiliki bagian polar yang suka air (hidrofilik) dan bagian nonpolar yang suka minyak (lipofilik). Biasanya bagian nonpolar merupakan suatu rantai akrilik yang panjang, sedangkan bagian yang polar mengandung gugus hidroksil.

Penggunaan surfaktan terbagi menjadi tiga golongan, yaitu sebagai bahan pembasah (*wetting agent*), bahan pengemulsi (*emulsifying agent*), dan bahan pelarut (*solubilizing agent*). Pemakaian surfaktan berfungsi sebagai peningkat

kestabilan emulsi dengan cara menurunkan tegangan antar-muka antara fase pendispersi dan fase terdispersi. Surfaktan baik digunakan sebagai untuk emulsi minyak dalam air maupun air dalam minyak. Tegangan permukaan larutan akan turun bila dalam larutan ditambahkan surfaktan. Pada konsentrasi tertentu tegangan permukaan akan konstan walaupun dilakukan penambahan konsentrasi surfaktan dan jika konsentrasi surfaktan berlebih akan membentuk misel. Titik terbentuknya misel ini disebut *Critical Micelle Concentration* (CMC) dan tegangan permukaan akan turun jika CMC tercapai.

Surfaktan dalam miniemulsi polimerisasi berfungsi sebagai pengemulsi yang berperan dalam penyediaan tempat untuk nukleasi partikel serta berfungsi sebagai penstabil koloid dari partikel yang sedang tumbuh sebagai hasil dari adsorpsi surfaktan pada antarmuka partikel air.

Berdasarkan gugus hidrofiliknya, surfaktan dikelompokkan sebagai berikut :

- Surfaktan anionik, bagian aktif permukaan mengandung muatan negatif.
Contoh : *sodium lauryl sulfate* dan *sodium dodecyl sulfate*.
- Surfaktan kationik, bagian aktif permukaan mengandung muatan positif
Contoh : garam dari amina rantai panjang.
- Surfaktan non-ionik, bagian aktif permukaan tidak bermuatan.
Contoh : asam lemak rantai panjang.
- Surfaktan *zwitter ion*, bagian aktif permukaan mengandung muatan positif dan muatan negatif. Contoh : asam amino rantai panjang

Umumnya pada proses miniemulsi polimerisasi menggunakan surfaktan anionik. Dalam penelitian ini, surfaktan yang digunakan adalah *sodium dodecyl sulfate* (SDS).

***Sodium dodecyl sulfate* (SDS)** atau yang dikenal dengan *sodium lauryl sulfate* (SLS) adalah surfaktan anionik yang membawa muatan negatif pada kepala surfaktan. *Sodium dodecyl sulfate* (SDS) sering dijumpai dalam produk perawatan diri misalnya sampo, sabun, pasta gigi dan lain sebagainya. Bahan ini tidak mahal dan sangat efektif untuk dalam pembentukan buih. SDS juga merupakan surfaktan yang sering digunakan dalam beberapa produk kosmetik

yang bersifat pembersih yang berbentuk emulsi, yang identik dengan sabun. Bahan ini sering digunakan dalam produk perawatan diri karena berbagai alasan, antara lain harganya murah, dapat membuat campuran mengembang sempurna dan merupakan pengental (*thickener*) yang baik. Namun penggunaan bahan ini juga memiliki efek samping seperti iritasi pada kulit dan selaput mata, tidak beracun pada pemakaian dosis rendah, tidak berinteraksi dengan DNA, tidak bersifat karsinogen dan tidak menyebabkan kemandulan pada pemakaian dosis rendah.



Gambar 2.3 Struktur SDS

Tabel 2.3 Spesifikasi *Sodium Dodecyl Sulfate*

Parameter SDS	Nilai
Wujud	Bubuk kristal putih
Berat Molekul	288.38 g/mol
Berat jenis	1.01 g/cm ³
CMC (25°C)	2.2 g/L
HLB	40
Titik Leleh	206°C
Kelarutan dalam Air	250 g/L (20°C)

Selain itu, *sodium dodecyl sulfate* dapat bertindak sebagai agen pembasah (*wetting agent*) dengan cara meningkatkan penyebaran/penjalaran air ke atas permukaan melalui penurunan tegangan permukaan larutan berair. Mempunyai rumus molekul $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{11}-\text{O}-\text{SO}_3-\text{Na}^+$ dengan berat molekul sekitar : 420 g/mol ($288.38 + 44.05n$) g/mol.

2.2.4 Inisiator

Inisiator merupakan sumber radikal bebas dalam miniemulsi polimerisasi. Dalam hal ini radikal bebas merupakan atom atau gugus apa saja yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan. Dengan adanya inisiator, maka inisiasi yang merupakan tahap awal polimerisasi akan berlangsung. Inisiator bukan katalis

sebenarnya. Ini dikarenakan inisiator dikonsumsi dalam jumlah tertentu pada reaksi kimia.

2.3 Karakterisasi Miniemulsi Polimerisasi

- FTIR

Fourier Transform Infra Red (FTIR) digunakan untuk menentukan berbagai macam gugus fungsi yang terkandung dalam suatu senyawa. FTIR juga dapat digunakan untuk analisa kualitatif meliputi analisa gugus fungsi (adanya ‘peak’ dan gugus fungsi spesifik) beserta polanya dan analisa kuantitatif dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang. Dalam penganalisaan di penelitian ini menggunakan KBr untuk dicampurkan dengan sampel. Hampir setiap senyawa yang memiliki ikatan kovalen baik organik maupun anorganik, akan menyerap berbagai frekuensi radiasi elektromagnetik dalam daerah spektrum IR. Sinar IR berada pada kisaran gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,5-1000 μm . Daerah yang paling berguna untuk mengenal struktur suatu senyawa adalah pada daerah 1-25 μm atau 10.000 – 40.000 cm^{-1} . Satuan yang lebih umum dipakai adalah satuan frekuensi (cm^{-1}), dan bukan satuan panjang gelombang. Serapan setiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C-C, C=C, dan sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi infra merah. Kisaran serapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan setiap tipe ikatan.

Frekuensi inframerah biasanya dinyatakan dalam satuan bilangan gelombang (*wavenumber*), yang didefinisikan sebagai banyaknya gelombang per centimeter. Instrumen biasa memindai (*scan*) pada kisaran sekitar 700 sampai 5000 cm^{-1} . Kisaran frekuensi ini sama dengan energi sekitar 2 sampai 12 kkal/mol. Jumlah energi ini cukup untuk mempengaruhi getaran (vibrasi) ikatan (gerakan seperti peregangan atau pembengkokan ikatan) tetapi sangat kurang untuk memutus ikatan.

Spektrometer FTIR memiliki keuntungan yaitu dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat daripada menggunakan cara pemindaian, sensitifitas FTIR lebih besar

daripada cara dispersi disebabkan radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah

Spektra inframerah suatu senyawa dapat dengan mudah diperoleh dalam beberapa menit. Sedikit sampel senyawa diletakkan dalam instrumen dengan sumber radiasi inframerah. Spektrometer secara otomatis membaca sejumlah radiasi yang menembus sampel dengan kisaran frekuensi tertentu dan merekam pada kertas berapa persen radiasi yang ditransmisikan. Radiasi yang diserap oleh molekul muncul sebagai pita spektra.

Seberapa banyak frekuensi tertentu yang melewati senyawa tersebut diukur sebagai persentase transmitansi (*percentage transmittance*). Persentase transmitansi dengan nilai 100 berarti bahwa semua frekuensi dapat melewati senyawa tersebut tanpa diserap sama sekali. Pada kenyataannya, itu tidak pernah terjadi, selalu akan ada penyerapan, walaupun kecil, mungkin transmitansi sebesar 95% adalah yang terbaik yang bisa diperoleh. Identifikasi pita absorpsi khas yang disebabkan oleh berbagai gugus fungsi merupakan dasar penafsiran spektra inframerah. Delapan daerah terpenting dan telah ditentukan dengan baik yang digunakan pada pemeriksaan pendahuluan spektra tertera dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4. Bilangan Gelombang Ikatan Gugus Fungsi

Daerah Spektra (Bilangan Gelombang, cm⁻¹)	Ikatan yang menyebabkan absorpsi
3750 – 3000	Regang O–H, N–H
3300 – 2900	Regang C–H : $\text{>C}\equiv\text{C-H}$, $\text{C}=\text{C-H}$, Ar–H
3000 – 2700	Regang C–H : CH_3 , CH_2 , C–H, CO–H
2400 – 2100	Regang $\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{N}$
1900 – 1650	Regang C=O (asam, aldehyd, keton, amida, ester, anhidrida)
1675 – 1500	Regang C=C (alifatik dan aromatik), C=N
1475 – 1300	Lentur C–H
1000 – 650	Lentur C=C–H, Ar–H (luar bidang)

Berdasarkan struktur dari senyawa 4-(3-hidroksifenil)-3-buten-2-on, maka dapat diperkirakan kemungkinan gugus fungsi yang akan muncul dalam spektroskopi infra merah diantaranya:

- a. Adanya gugus karbonil C=O pada serapan $1900 - 1650 \text{ cm}^{-1}$. Puncak ini biasanya terkuat dengan lebar medium dalam spektrum dan serapan tersebut sangat karakteristik.
- b. Adanya gugus hidroksi memiliki serapan yang melebar pada daerah $3750-3000 \text{ cm}^{-1}$.
- c. Adanya cincin aromatik memiliki serapan medium tinggi kuat pada daerah $1675 - 1500 \text{ cm}^{-1}$
- d. Adanya ikatan rangkap C=C yang memiliki serapan pada daerah $1675-1500 \text{ cm}^{-1}$
- e. Adanya C-H alifatik pada daerah serapan kurang dari 3000 cm^{-1} , maupun aromatik pada daerah serapan lebih dari 3000 cm^{-1}
- f. Adanya cincin di substitusi meta pada daerah serapan 671 cm^{-1} dan satu lagi dekat 780 cm^{-1} .

Spektrometri *infrared* telah berkembang secara pesat selama 40 tahun terakhir. Teknik spektrometri *infrared* digunakan untuk penentuan struktur senyawa-senyawa organik. Teknik ini biasanya digabung dengan teknik *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR), Spektrometer massa, bahkan digabung dengan XRD.

Perkembangan teknik *sampling* pada spektroskopi *infrared* saat ini dan dilengkapinya FTIR dengan *Attenuated Total Reflectance* (ATR) maka pengukuran spektrum *infrared* dari berbagai sampel dapat dilakukan secara lebih mudah. Teknik FTIR sudah berhasil digunakan untuk menentukan residu petroleum, spesifikasi karbon organik dalam tanah, komposisi keju, struktur protein, dan identifikasi bakteri. Berbagai studi telah menunjukkan bahwa spektroskopi FTIR dapat memberikan informasi karakteristik struktural suatu senyawa organik makromolekul.

- NMR

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) digunakan untuk menganalisa untuk menentukan struktur dari komponen alami dan sintetis yang baru. NMR mengandung informasi tentang proton (H) dan karbon (C) dalam suatu senyawa. Spektroskopi NMR adalah teknik penelitian yang memanfaatkan sifat magnetik inti atom tertentu untuk menentukan sifat fisik dan kimia dari atom atau molekul dimana mereka yang terkandung. Hal ini bergantung pada fenomena resonansi magnetik nuklir dan dapat memberikan informasi rinci tentang struktur, dinamika, reaksi dan lingkungan kimia dari molekul. Dalam penganalisaan di NMR menggunakan DMSO untuk menjadi pelarut.

- SEM

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang digunakan untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10-3000000x, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian. Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai :

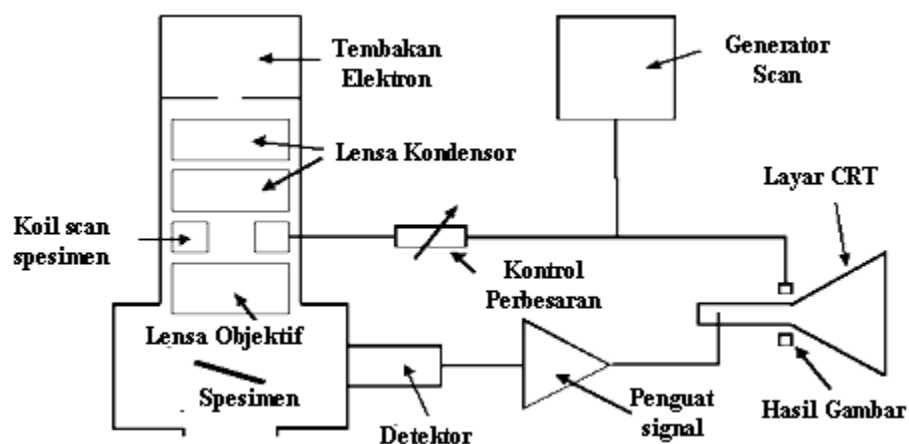
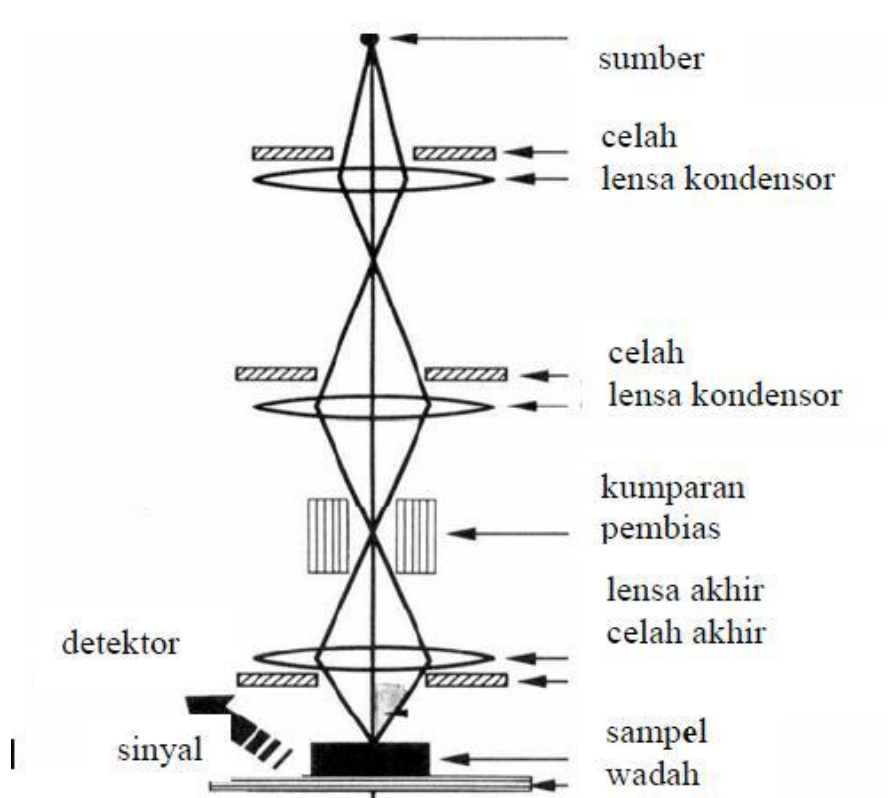
- Topografi, yaitu ciri-ciri permukaan dan teksturnya (kekerasan, sifat memantulkan cahaya, dan sebagainya).
- Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekatan, cacat pada *Integrated Circuit (IC)* dan chip, dan sebagainya).
- Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, keraktifan, kekerasan, dan sebagainya).
- Informasi kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir di dalam objek yang diamati (konduktivitas, sifat elektrik, kekuatan, dan sebagainya).

Prinsip kerja dari alat ini adalah sumber elektron dari filamen yang terbuat dari tungsten memancarkan berkas elektron. Jika electron tersebut berinteraksi dengan bahan (spesimen) maka akan menghasilkan elektron sekunder dan sinar-X karakteristik. *Scanning* pada permukaanbahan yang dikehendaki dapat dilakukan dengan mengatur *scanning generator* dan *scanning coils*. Elektron sekunder hasil interaksi antaraelektron dengan permukaan spesimen ditangkap oleh detektor SE(*Secondary Electron*) yang kemudian diolah dan diperkuat oleh *amplifier* dan kemudian divisualisasikan dalam monitor sinar katoda (CRT).

SEM memiliki beberapa detektor yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda. Detektor-detektor tersebut antara lain :

- Detektor EDX, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.
- *Backscatter detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi.
- *Secondary detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai topografi.

SEM adalah sebuah instrumen berkekuatan besar dan sangat handal yang dipadukan dengan EDX (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*) sehingga dapat digunakan untuk memeriksa, observasi, dan karakterisasi struktur terkecil benda-benda padat dari material organik maupun anorganik yang heterogen serta permukaan bahan dengan skala micrometer bahkan sampai sub-mikrometer yang menggunakan sumber medan emisi dan mempunyai resolusi gambar 1,5 nm, sehingga kita dapat menentukan sifat dari bahan yang diuji baik sifat fisis, kimia maupun mekanis yang dapat mempengaruhi mutu dan kualitas dari suatu produk, dengan demikian kita dapat mengembangkan produk tersebut melalui informasi ukuran partikel dari mikrostruktur yang terbentuk dan komposisi unsurnya .



Gambar 2.4. Skema SEM. Prinsip kerja SEM sama dengan mikroskop optik hanya berbeda sumber cahaya.

- PSA (*Particle Size Analyzer*)

Analisis distribusi ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) dapat menganalisis partikel suatu sampel yang bertujuan menentukan ukuran partikel dan distribusinya dari sampel yang representatif. Distribusi ukuran partikel dapat diketahui melalui gambar

yang dihasilkan. Ukuran tersebut dinyatakan dalam jari-jari untuk partikel yang berbentuk bola. Penentuan ukuran dan distribusi partikel menggunakan PSA dapat dilakukan dengan :

(1) difraksi sinar laser untuk partikel dari ukuran submikron sampai dengan milimeter,

(2) *counter principle* untuk mengukur dan menghitung partikel yang berukuran mikron sampai dengan milimeter, dan

(3) penghamburan sinar untuk mengukur partikel yang berukuran mikron sampai dengan nanometer.

Keunggulan penggunaan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran partikel:

- 1) Lebih akurat. Pengukuran partikel dengan menggunakan PSA lebih akurat jika dibandingkan dengan pengukuran partikel dengan alat lain seperti XRD ataupun SEM. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari single particle.
- 2) Hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga dapat menggambarkan keseluruhan kondisi sample.
- 3) Rentang pengukuran dari 0,6 nanometer hingga 7 mikrometer.
- 4) Akurasi dan reproduksibilitas berada dalam $\pm 1\%$.
- 5) Dapat digunakan untuk pengukuran distribusi ukuran partikel emulsi, suspensi, dan bubuk kering.

Pengukuran partikel dengan menggunakan PSA biasanya menggunakan metode basah. Metode ini dinilai lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kering ataupun pengukuran partikel dengan metode ayakan dan analisa gambar. Terutama untuk sampel-sampel dalam orde nanometer dan submikron yang biasanya memiliki kecenderungan aglomerasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga partikel tidak saling beraglomerasi (menggumpal). Dengan demikian ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari *single particle*. Selain itu hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga hasil pengukuran dapat diasumsikan sudah

menggambarkan keseluruhan kondisi sampel. Beberapa analisa yang dilakukan, antara lain:

- 1) Menganalisa ukuran partikel.
- 2) Mengetahui ukuran partikel tegangan permukaan dari densitas pada miniemulsi yang digunakan pada produk-produk industri polimer.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari:

1. Peralatan *glassware* yang terdiri dari erlenmeyer 500 ml, pipet volume 50 ml, pipet tetes, beaker glass 250 ml dan 1000 ml, gelas ukur 10 ml, botol gelas sampel, corong pemisah 500 ml, labu leher tiga 500 ml, kondensor, corong serta cawan petri.
2. *Homogenizer*
3. Kertas saring
4. *Hotplate*
5. Neraca analitik
6. Statif
7. *Thermometer*
8. Spatula Mortar dan *pestle*
9. *Magnetic stirrer*
10. Kertas saring
11. *Silicon oil*
12. Panci

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam melakukan prosedur penelitian ini adalah :

1. *Styrene*, Brataco, Teknis, sebagai monomer
2. Asam akrilat, Merck, sebagai monomer
3. AIBN, Sigma Aldrich, sebagai inisiator
4. SDS, Merck, sebagai surfaktan
5. Aquadest
6. Cu_2O , Sigma Utama, sebagai bahan aktif
7. Ethanol, Teknis, untuk sterilisasi alat
8. Na_2CO_3 , Merck

9. Nitrogen *High Purified*

10. Air es, sebagai temperature homogenisasi

3.2 Variabel Penelitian

3.2.1 Variabel Tetap

Variabel tetap merupakan variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap yang digunakan selama penelitian yaitu:

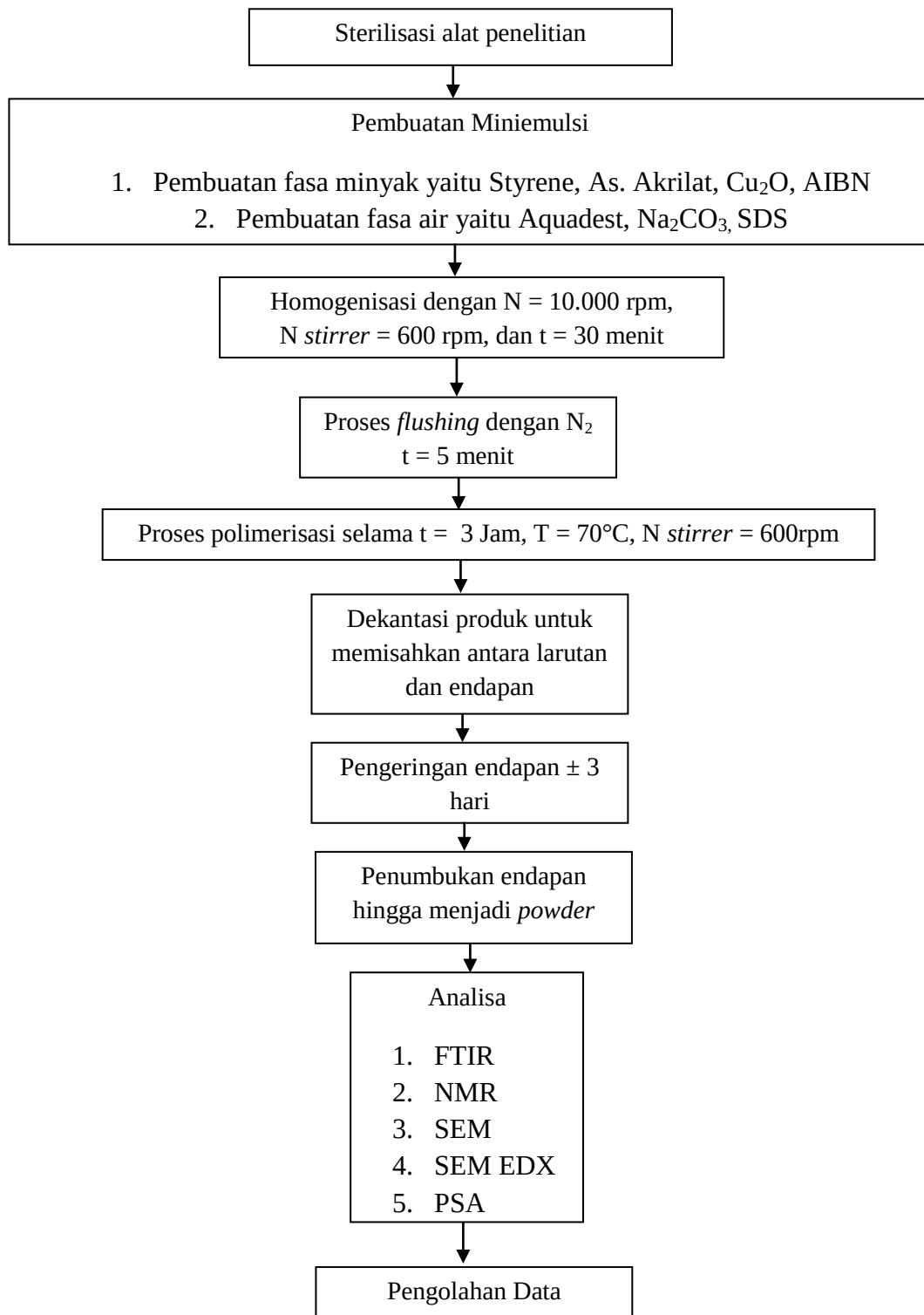
- Konsentrasi Asam Akrilat : 25,2 M
- Konsentrasi AIBN : 965,7 M
- Komposisi SDS : 1,4165 gr
- Komposisi Cu₂O: 12,50025 gr
- Volume aquadest : 250 ml
- Komposisi Na₂CO₃ : 0,0712 gr
- Volume ethanol : 200 ml
- Kecepatan homogenizer : 10.000 rpm
- Kecepatan pengadukan : 600 rpm
- Waktu proses 3 jam
- Waktu flushing : 5 menit
- Temperatur proses : 70°C

3.2.2 Variabel Berubah

Variabel berubah adalah variabel yang divariasikan selama penelitian berlangsung yang bertujuan untuk mencari titik optimasi pada setiap penelitian. Variabel berubah yang digunakan yaitu :

- Konsentrasi *styrene* : 1 mol ; 2 mol ; 3 mol

3.3 Metode Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Pembuatan Miniemulsi

Penelitian ini dimulai dengan membuat dua macam larutan, yaitu larutan fasa minyak dan fasa air. Berikut tahapan untuk membuat masing –masing larutan:

Larutan fasa minyak

- Siapkan *beaker glass* 250 ml dan masukan asam akrilat kemudian masukkan Cu_2O sedikit demi sedikit dengan keadaan *stirrer* memutar dengan $N = 600$ rpm. Setelah sistem menjadi homogen kemudian masukkan AIBN dan *styrene* sambil tetap di aduk.

Larutan fasa air

- Siapkan beaker glass 250 ml dan masukan Na_2CO_3 kemudian masukan aquadest sedikit demi sedikit dengan keadaan *stirrer* memutar dengan $N = 600$ rpm lalu setelah homogen kemudian masukan SDS hingga larutan menjadi homogen kembali.

3.3.2 Proses Homogenisasi

Kedua larutan diatas dicampurkan dan dilakukan homogenisasi dengan homogenizer ika ultraturac berkecepatan 10.000 rpm. Proses di lakukan selama 30 menit dengan pola 5 menit proses homogenisasi dan 2 menit istirahat di lingkungan air dingin.

3.3.3 Proses Polimerisasi

Setelah homogenisasi masukan larutan ke dalam reaktor dan lakukan flushing selama 5 menit dengan N_2 untuk menghilangkan gas oksigen di dalam reaksi. Pada polimerisasi suhu harus dijaga pada 70°C dengan waktu selama 3 jam dengan kecepatan stirrer 600 rpm . Setelah proses polimerisasi selesai hasil polimerisasi di tuang ke dalam *beaker glass* untuk didiamkan sejenak kemudian lakukan pemisahan antara larutan dengan endapan yang berada di dalam hasil polimerisasi. Endapan yang sudah terpisahkan kemudian masukan oven pada suhu 40°C selama 3 hari agar mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah kering kemudian digerus agar menjadi bubuk untuk proses analisa

3.3.4 Karakterisasi *Polystyrene-Co-Acrylic Acid*

A. FTIR

Analisa dengan FTIR dilakukan di PP – Kimia LIPI menggunakan alat *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) IR Prestige 21, SHIMADZU. Analisa ini untuk menunjukkan apakah PS Co AA yang telah dihasilkan memiliki gugus fungsi PS Co AA yang sempurna. Artinya tidak ada gugus fungsi yang hilang dari PS Co AA yang dihasilkan. Sampel PS Co AA dicampurkan dengan KBr dalam mortar hingga tercampur. Sampel – sampel tersebut kemudian di analisa dengan alat FTIR

B. NMR

Analisa dengan NMR dilakukan di PP – Kimia LIPI menggunakan alat *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) JEOL. Analisa ini digunakan untuk menentukan struktur dari komponen PS Co AA yang di analisa, meskipun FTIR juga dapat digunakan untuk tujuan tersebut, analisa spektra NMR mampu memberikan informasi yang lebih lengkap. Dalam menganalisanya sampel PS Co AA ini dilarutkan dengan DMSO. Dari analisa NMR ini salah satunya menghasilkan nilai H dan C pada sampel.

C. SEM

Analisa dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan di PP – Fisika LIPI. Analisa ini digunakan untuk mengetahui informasi – informasi mengenai :

- Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek.
- Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek.

SEM memiliki beberapa *detector* yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda dan salah satunya untuk menganalisa PS Co AA ini menggunakan *EDX Detector* yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.

D. PSA

Analisa dengan PSA (*Particle Size Analyzer*) dilakukan di PP – Kimia LIPI. Pengukuran partikel dengan menggunakan PSA biasanya menggunakan metode basah. Metode ini dinilai lebih akurat jika dibandingkan dengan metode kering ataupun pengukuran partikel dengan metode ayakan dan analisa gambar. Terutama untuk sampel-sampel dalam orde nanometer dan submikron yang biasanya memiliki kecenderungan aglomerasi yang tinggi. Hal ini dikarenakan partikel didispersikan ke dalam media sehingga partikel tidak saling beraglomerasi (menggumpal). Dengan demikian ukuran partikel yang terukur adalah ukuran dari *single particle*. Selain itu hasil pengukuran dalam bentuk distribusi, sehingga hasil pengukuran dapat diasumsikan sudah menggambarkan keseluruhan kondisi sampel.

3.4 Cara Pengolahan Analisa Data

3.4.1 Cara Membaca Spektra FT-IR

1. Sumbu X dan sumbu Y merupakan spektrum dimana sumbu X adalah spektrum IR sebagai panjang gelombang jumlahnya berkisar dari 400 di paling kanan dan 4000 di paling kiri.
2. Sumbu Y adalah label yang menunjukkan “persen transmitasi” dan jumlahnya berkisar dari 0 pada bagian bawah dan 100 di bagian atas
3. Puncak spektrum IR menyatakan komponen gugus fungsi, dan semua spektrum inframerah mengandung banyak puncak
4. Selanjutnya melihat data daerah spektrum IR dapat dipisahkan menjadi empat wilayah, dimana rentang wilayah pertama dari 4000 sampai 2500. Rentang wilayah kedua dari 2500 sampai 2000. Rentang wilayah ketiga dari 2000 sampai 1500 dan rentang wilayah keempat dari 1500 ke 400.
5. Kemudian ditentukan kelompok fungsional yang diserap di wilayah pertama. Jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 4000 hingga 2500, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh NH, CH dan obligasi OH tunggal.

6. Kelompok fungsional yang diserap di wilayah kedua, jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 2500 sampai 2000, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan rangkap tiga.
7. Kelompok fungsional yang diserap di wilayah ketiga, jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 2000 hingga 1500, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan rangkap seperti C=O, C=C dan C=N.
8. Kelompok fungsional yang diserap di wilayah keempat, jika spektrum memiliki karakteristik puncak di kisaran 1500 hingga 400, puncak sesuai dengan penyerapan yang disebabkan oleh ikatan tunggal seperti C-C dan C-Ar.
9. Bandingkan puncak di wilayah keempat ke puncak di wilayah keempat spektrum IR lain. Wilayah keempat dikenal sebagai daerah sidik jari dari spektrum IR dan mengandung sejumlah besar puncak serapan yang sesuai dengan penyerapan berbagai macam ikatan tunggal.
10. Jika semua puncak dalam spektrum IR termasuk yang di wilayah keempat adalah identik dengan puncak spektrum IR lain, maka anda dapat yakin bahwa dua senyawa tersebut adalah identik.

3.4.2 Cara Membaca Spektra H NMR

1. Amati sinyal dari hasil analisa NMR. Di dalam sumbu X terdapat sinyal yang menunjukkan *ppm* yang dapat menentukan apakah gugus fungsi yang diharapkan sesuai dengan estimasi dari hasil *software Chem Draw Ultra*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis polimer *styrene-acrylic acid* dengan metode miniemulsi polimerisasi. Sintesis polimer *styrene-acrylic acid* ini dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama yaitu pembentukan miniemulsi dan tahap kedua yaitu proses polimerisasi *styrene-acrylic acid*. Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi monomer *styrene* terhadap *acrylic acid* dan kemudian dilanjutkan dengan karakterisasi yaitu *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-ray* (EDX), dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

4.1 Polimerisasi *Styrene* dan *Acrylic Acid*

Tahapan pertama penelitian ini ialah pembuatan larutan fase minyak dan air. Larutan fase minyak dibuat dengan mencampurkan monomer *styrene* dan *acrylic acid*, bahan aktif Cu_2O , dan inisiator *azobisisobutyronitrile* (AIBN) sedangkan larutan fase air dibuat dengan mencampurkan surfaktan *sodium dodecyl sulfate*, *aquadest*, dan Na_2CO_3 . Tahap kedua yaitu pembuatan miniemulsi dengan mencampurkan larutan fase minyak dan fase air, dimana pencampuran tersebut dilakukan dengan proses homogenasi.

Tahap ketiga yaitu polimerisasi *styrene-acrylic acid*, polimerisasi dilakukan pada suhu 70°C . Pada suhu tersebut dekomposisi inisiator AIBN menghasilkan jumlah radikal anion sulfat yang optimal. Hal ini sesuai dengan waktu paruh inisiator, semakin tinggi suhu yang digunakan maka waktu paruh inisiator semakin pendek sehingga laju dekomposisinya meningkat. Dengan jumlah radikal anion sulfat yang optimal tersebut dapat mencegah terbentuknya inti sekunder selama reaksi polimerisasi berlangsung sehingga diharapkan

partikel-partikel polimer yang dihasilkan berukuran seragam dan bersifat monodispers.

Untuk membuktikan terbentuknya polimer dapat dibuktikan dengan nilai *solid content*/endapan yang diperoleh. *Solid content* merupakan suatu ukuran terjadinya polimerisasi karena dengan melihat nilai *solid content*, dapat diketahui seberapa banyak monomer-monomer yang digunakan dapat berpolimerisasi membentuk polimer yang diharapkan. *Solid content* terdiri dari polimer, surfaktan, garam-garam anorganik yang terbentuk karena dekomposisi inisiator (M.A. Taylor *et al.* 2002).

Tahap keempat yaitu tahap pemisahan, pengeringan kemudian dilakukan penumbukan hasil polimerisasi dan selanjutnya dilakukan karakterisasi. Pada penelitian ini dilakukan percobaan selama lima kali dengan variasi konsentrasi monomer dan satu kali percobaan menggunakan variasi bahan aktif.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Produk *Polystyrene-co-Acrylic acid*

Kode	Konsentrasi <i>Styrene/Acrylic acid</i>	Bahan Aktif	Produk (gr)
PS-co-AA (A)	1/1	Cu ₂ O	-
PS-co-AA (B)	1/1	CuSO ₄	-
PS-co-AA (C)	1/1	Cu ₂ O	31.6704
PS-co-AA (D)	2/1	Cu ₂ O	37.1486
PS-co-AA (E)	3/1	Cu ₂ O	42.9805

Dari tabel 4.1 menunjukkan hasil dari polimerisasi *styrene-acrylic acid* dengan variasi konsentrasi *styrene*. Dari hasil percobaan 1 dan percobaan 2 dengan perbandingan *styrene* : *acrylic acid* (1:1) tidak terbentuk produk yang diinginkan dimana produk yang diinginkan berupa endapan yang sudah dikeringkan. Sedangkan pada percobaan 3 dengan perbandingan *styrene* : *acrylic acid* (1:1) terbentuk produk sebesar 31.6704 gr. Pada percobaan 4 dan 5 dengan perbandingan *styrene* : *acrylic acid* (2:1) dan (3:1) terbentuk produk sebesar 37.1486 gr dan 42.9805 gr.

Apabila dilihat dari produk yang terbentuk, yang terbesar adalah perbandingan *styrene* : *acrylic acid* (3:1) dengan produk sebesar 42.9805 gr. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi *styrene* yang digunakan maka semakin besar produk yang dihasilkan.

4.2 Penentuan Konsentrasi *Styrene* yang Optimum

Percobaan pembuatan *polystyrene-co-acrylic acid* dengan variasi konsentrasi *styrene* dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *styrene* terhadap kandungan bahan aktif Cu yang terikat di polimer serta untuk mengetahui konsentrasi *styrene* berapakah yang optimum dalam pembentukan *polystyrene-co-acrylic acid*. Dari hasil percobaan ini dilakukan pengujian-pengujian untuk mengetahui karakterisasi *polystyrene-co-acrylic acid* yang dihasilkan. Proses percobaan adalah dengan menggunakan konsentrasi *acrylic acid* 1 mol (39.6835 ml) sedangkan konsentrasi *styrene* divariasikan 1 mol, 2 mol dan 3 mol (45,835 ml, 91.67 ml, 137.505 ml) dari konsentrasi *acrylic acid*. Berikut ini adalah hasil pengamatan sintesis *polystyrene-co-acrylic acid*.

4.2.1 *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) dengan 1 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid* dan bahan aktif Cu₂O

Pada percobaan pertama dengan konsentrasi *styrene* 1 mol (45.835 ml), *polystyrene-co-acrylic acid* tidak dihasilkan dalam percobaan ini dikarenakan tidak terbentuknya endapan setelah proses polimerisasi selesai. Endapan ini yang menandakan telah terjadi proses polimerisasi. Hal ini disebabkan tidak homogenya larutan tersebut dikarenakan pada saat pembentukan miniemulsi tidak dilakukan tambahan pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*.

Selain itu, tidak homogenya larutan ditandai juga dengan terbentuknya tiga lapisan pada hasil polimerisasi. Lapisan pertama berwarna kuning menunjukkan bahwa lapisan tersebut adalah lapisan fase minyak. Lapisan kedua terbentuk buih-buih seperti sabun yang menunjukkan bahwa pada proses tersebut masih terdapat surfaktan yang tidak efektif bekerja dalam proses polimerisasi. Lapisan ketiga atau yang paling bawah berwarna biru muda yang menunjukkan bahwa larutan tersebut adalah larutan fase air.



Gambar 4.1 *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) 1 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid*

4.2.2 *Polystyrene-co-acrylic* (B) 1 mol *acrylic acid*, 1 mol *styrene* dan bahan aktif CuSO_4

Pada percobaan kedua dengan konsentrasi *styrene* 1 mol (45.835 ml) digunakan bahan aktif yang berbeda dari percobaan sebelumnya yaitu CuSO_4 , dimana pada percobaan sebelumnya bahan aktif yang digunakan adalah Cu_2O . Pada percobaan kali ini tahapan dalam pembuatan larutan fase minyak ada yang dirubah, dimana *acrylic acid* dimasukkan terlebih dahulu kemudian CuSO_4 . *Polystyrene-co-acrylic acid* tidak dihasilkan dalam percobaan ini dikarenakan tidak terbentuknya endapan setelah proses polimerisasi selesai. Hal ini dipengaruhi oleh bahan aktif CuSO_4 yang menyebabkan larutan menjadi asam setelah diukur menggunakan kertas pH dimana pH yang dihasilkan adalah 2. Hal ini disebabkan oleh kurangnya penambahan buffer Na_2CO_3 sehingga pH dari *polystyrene-co-acrylic acid* menjadi asam. Qi *et al.* (2009) juga menyatakan bahwa pH optimum yang dihasilkan dari *polystyrene-co-acrylic acid* yang mengikat unsur Cu adalah 7.

Pada proses pembuatan miniemulsi, campuran larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* berbeda dengan percobaan sebelumnya yang tidak diaduk dengan *magnetic stirrer* sehingga larutan menjadi homogen dan stabil. Setelah proses polimerisasi selesai hasil polimerisasi tersebut membentuk dua lapisan dimana lapisan atas berwarna kuning yang merupakan larutan fase minyak

dan lapisan bawah berwarna biru tua yang menunjukkan bahwa larutan tersebut adalah larutan fase air.

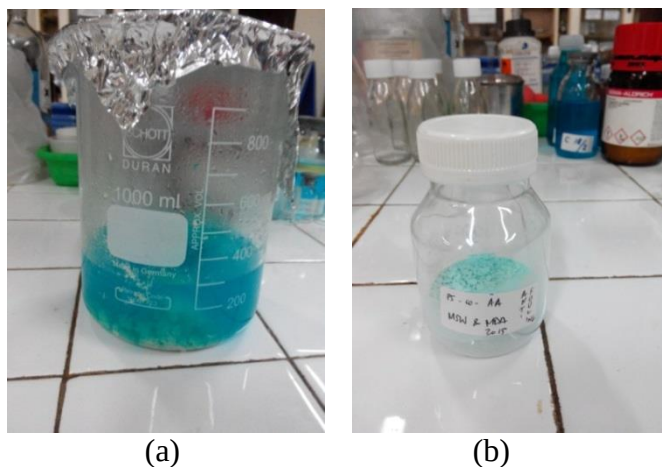


Gambar 4.2 *Polystyrene-co-acrylic acid (B)* 1 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid* dan CuSO_4

4.2.3 *Polystyrene-co-acrylic acid (C)* dengan 1 mol *styrene* dan 1 mol *acrylic acid*

Pada percobaan ketiga dengan konsentrasi *styrene* 1 mol (45.835 ml) didapatkan hasil berupa endapan yang menunjukkan telah terjadi polimerisasi. Tahapan pembuatan larutan fase minyak sama dengan tahapan pembuatan larutan fase minyak pada percobaan kedua. Pada saat memasukkan bahan aktif Cu_2O sedikit demi sedikit kedalam *acrylic acid*, *magnetic stirrer* yang mengaduk larutan tersebut berhenti berputar dan mengeluarkan gumpalan asap. Campuran tersebut berbentuk seperti pasta berwarna hijau dengan banyak bintik-bintik merah. Kemudian pada tahap selanjutnya yaitu pencampuran *styrene*, campuran tersebut dimasukkan kedalam *beaker glass* yang berisi *styrene* sedikit demi sedikit lalu ditambahkan AIBN dan diaduk sampai homogen.

Produk yang dihasilkan berupa endapan berwarna putih dan larutan berwarna biru tua. Endapan tersebut kemudian dipisahkan dari larutannya dan dikeringkan selama 2 hari. Setelah 2 hari endapan yang sudah kering tersebut ditumbuk agar menjadi halus dan memudahkan dalam melakukan karakterisasi. Produk yang dihasilkan pada percobaan ketiga ini adalah 31.6704 gr.



Gambar 4.3 *Polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan 1 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid* (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan.

4.2.4 *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan 2 mol *styrene* dan 1 mol *acrylic acid*

Pada percobaan keempat dengan konsentrasi 2 mol *styrene* (91.67 ml) didapatkan hasil berupa endapan. Tahapan pembuatan *polystyrene-co-acrylic acid* pada percobaan keempat ini sama dengan tahapan pada percobaan ketiga, namun pada percobaan kali ini *styrene* yang digunakan adalah *styrene* teknis berbeda dengan percobaan 1, 2 dan 3 yang menggunakan *styrene distillate*, dimana *styrene* teknis masih mengandung air dan *impurities* lainnya. Pada *styrene* teknis bentuknya lebih viskos bila dibandingkan dengan *styrene distillate* sehingga endapan yang dihasilkan viskositasnya lebih rendah bila dibandingkan dengan endapan pada percobaan ketiga.

Waktu pemisahan endapan dengan larutan lebih lama bila dibandingkan dengan percobaan ketiga. Dibutuhkan waktu 2 hari untuk mengeringkan endapan sampai kadar airnya hilang. Namun 2 hari masih dianggap kurang pada proses pengeringan endapan ini karena masih ada endapan yang belum kering dan sulit untuk ditumbuk. Hal ini disebabkan masih adanya kandungan air pada endapan tersebut.



(a)



(b)

Gambar 4.4 *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan 2 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid* (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan

4.2.5 *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) dengan 3 mol *styrene* dan 1 mol *acrylic acid*

Pada percobaan kelima dengan konsentrasi *styrene* 3 mol dihasilkan endapan setelah proses polimerisasi. Pada percobaan ini *styrene* yang digunakan adalah *styrene* teknis. Endapan yang dihasilkan berwarna kuning keputih-putihan dengan bintik-bintik merah dan melayang di dalam larutan berbeda dengan percobaan 3 dan 4 yang endapannya tenggelam di dalam larutan.

Pemisahan endapan dan larutan membutuhkan waktu lebih lama dibandingkan dengan percobaan keempat. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan endapan adalah 3 hari, namun pada saat penumbukkan masih ada endapan yang belum kering dan sulit untuk ditumbuk sehingga waktu pengeringan selama 3 hari masih dianggap kurang.



(a)



(b)

Gambar 4.5 *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) dengan 3 mol *styrene*, 1 mol *acrylic acid* (a) Setelah polimerisasi (b) setelah proses pemisahan, pengeringan dan penumbukan

4.3 Hasil Karakterisasi *Polystyrene-Co-Acrylic Acid*

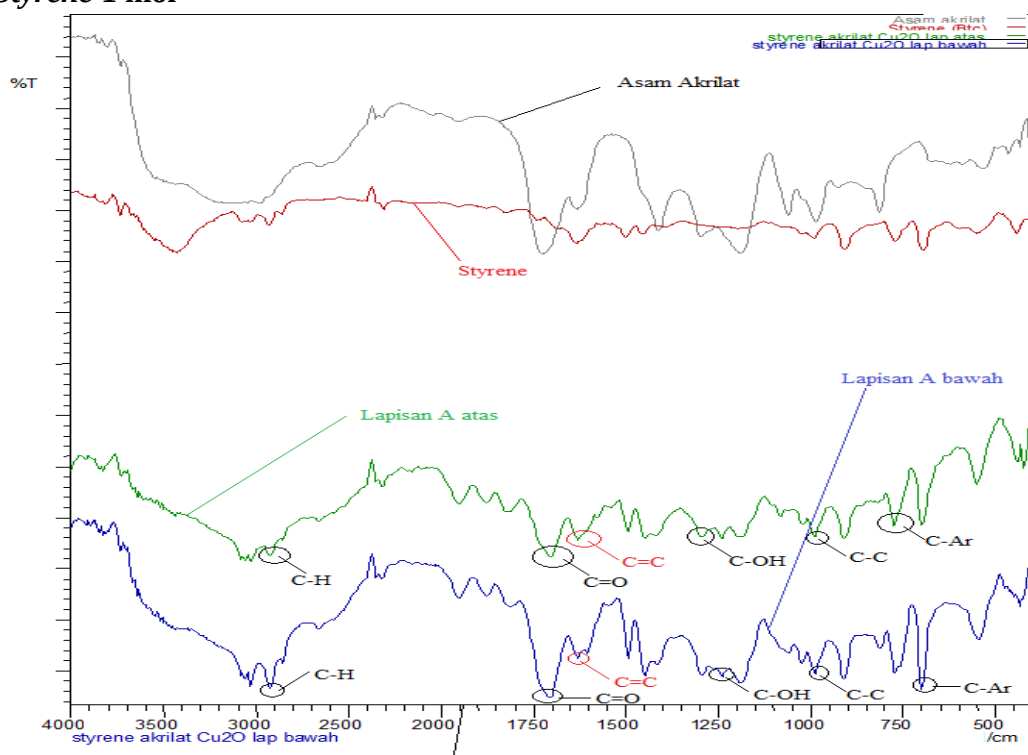
Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari *polystyrene-co-acrylic acid* yang dihasilkan. Karakterisasi meliputi studi terhadap struktur morfologi dan fisiologi menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Energy Dispersive X-ray* (EDX), dan *Particle Size Analyzer* (PSA).

4.3.1 Analisa FTIR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*)

Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) merupakan alat untuk menganalisis suatu material secara kualitatif dan kuantitatif dengan memanfaatkan spektra infra merah. Teknik yang dilakukan yaitu dengan mengumpulkan spektra infra merah sebagai pengganti pencatatan jumlah energi yang diserap dimana frekuensi cahaya infra merah tersebut berupa gelombang monokromatis. Teknik karakteristik secara spektroskopi infra merah merupakan teknik yang sesuai untuk

identifikasi secara kualitatif material melalui analisis gugus fungsi dengan melihat puncak serapan yang muncul dalam spektrum yang selanjutnya puncak serapan tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan tabel korelasi yang ada. Spektrum FTIR dari *polystyrene-co-acrylic acid* dianalisis dengan menggunakan alat IR Prestige-21 Shimadzu. Karakterisasi ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi gugus-gugus fungsi dari *polystyrene-co-acrylic acid*.

4.3.1.1 Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) dengan Konsentrasi Styrene 1 mol

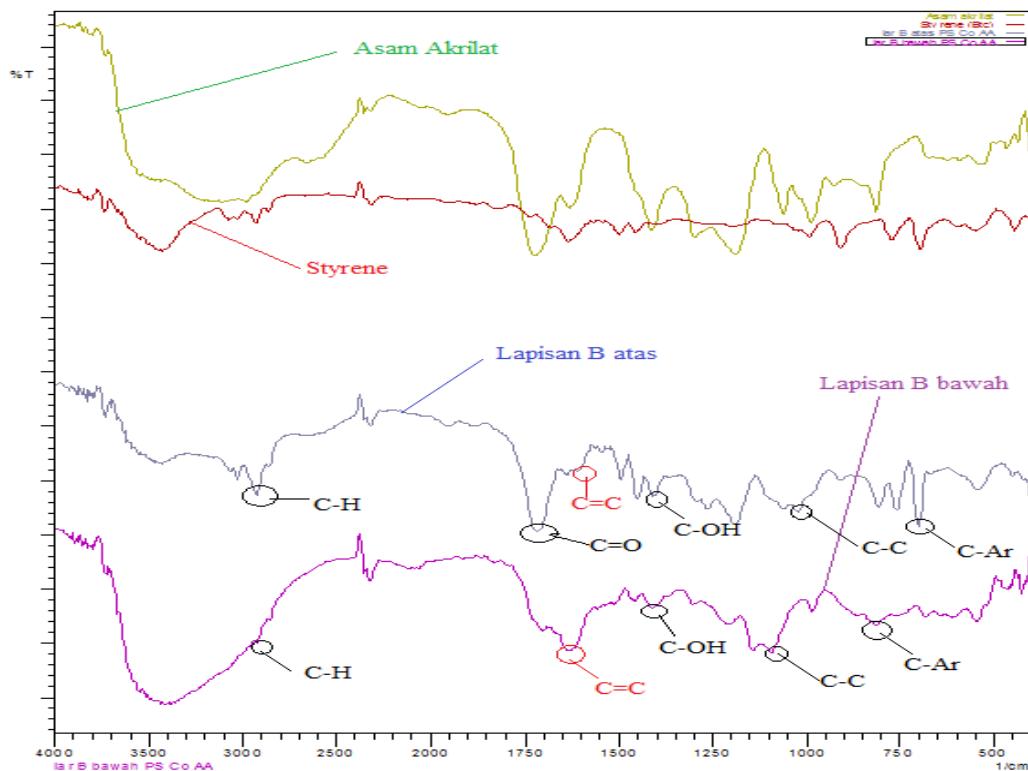


Gambar 4.6 Overlay Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) dengan Konsentrasi Styrene 1 Mol

Pada gambar 4.6 dapat dilihat bahwa *polystyrene-co-acrylic acid* yang dianalisis terdiri dari dua lapisan dimana spektrum yang berwarna hijau merupakan spektrum dari lapisan atas dan spektrum berwarna biru adalah spektrum dari lapisan bawah. Gugus fungsi pada *polystyrene-co-acrylic acid* (A) menunjukkan terjadi serapan gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang 1703.14 cm^{-1} pada

lapisan atas dan 1708.93 cm^{-1} pada lapisan bawah dimana terjadi pergeseran bilangan gelombang ke arah yang lebih kecil dibandingkan dengan C=O monomer. Pada bilangan gelombang 1627.92 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C=C pada lapisan atas dan bawah yang menunjukkan bahwa masih terdapat ikatan rangkap dari monomernya. Pada bilangan gelombang 775.38 cm^{-1} pada lapisan atas dan 700.16 cm^{-1} pada lapisan bawah terjadi serapan gugus fungsi C-aromatik dari *styrene* dan pada bilangan gelombang 2924.09 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C-H pada lapisan atas dan bawah.

4.3.1.2 Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) dengan Konsentrasi *Styrene* 1 mol dan Bahan Aktif CuSO_4



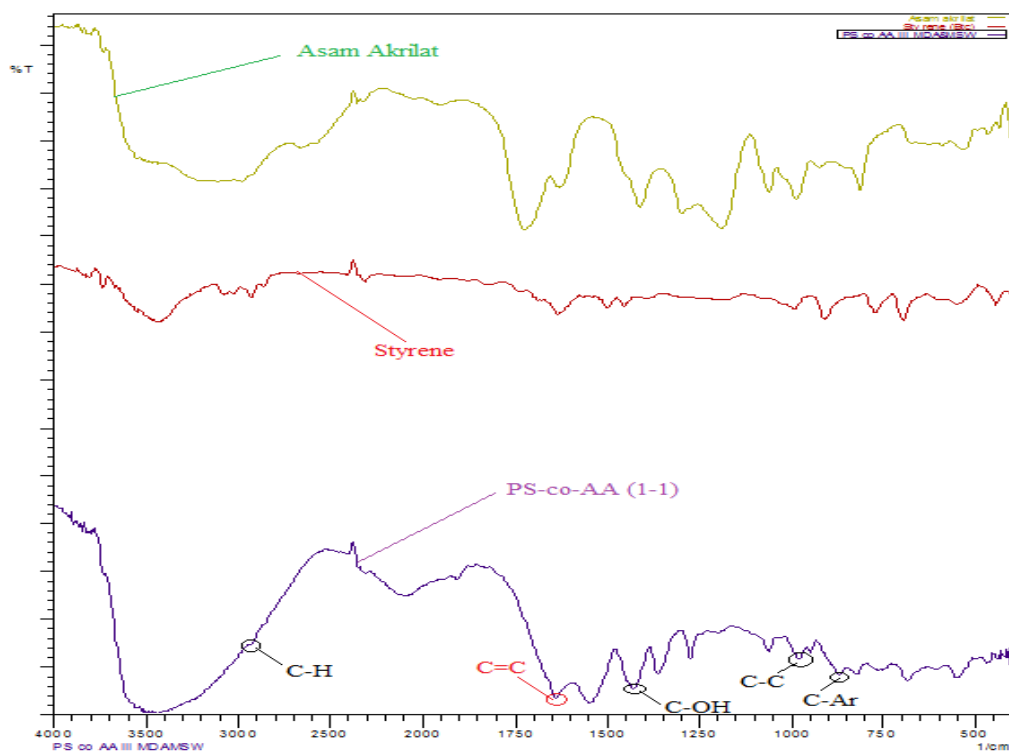
Gambar 4.7 Overlay Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) dengan Konsentrasi *Styrene* 1 Mol dan Bahan Aktif CuSO_4

Pada gambar 4.7 dapat dilihat bahwa *polystyrene-co-acrylic acid* (B) yang dianalisis terdiri dari dua lapisan dimana spektrum berwarna biru adalah lapisan atas dan spektra yang berwarna ungu adalah lapisan bawah. Pada bilangan gelombang 1716.65 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C=O pada lapisan atas

sedangkan pada lapisan bawah tidak terdeteksi adanya serapan gugus fungsi C=O. Hal ini dimungkinkan dengan adanya serapan baru yaitu gugus fungsi C-O-Cu pada gugus fungsi karboksil yang menyebabkan gugus fungsi tersebut tidak terdeteksi di FTIR.

Pada bilangan gelombang 1608.63 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C=C untuk lapisan atas dan 1639.49 cm^{-1} untuk lapisan bawah yang menunjukkan masih terdapat ikatan rangkap di dalam produk tersebut. Hal ini disebabkan masih terdapat sisa-sisa monomer yang tidak ikut bereaksi atau terpolimerisasi. Pada bilangan gelombang 2924.09 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C-H pada larutan atas maupun bawah dan terjadi serapan gugus fungsi C-aromatik dari *styrene* pada bilangan gelombang 700.16 cm^{-1} untuk lapisan atas dan 813.96 cm^{-1} untuk lapisan bawah.

4.3.1.3 Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan Konsentrasi *Styrene* 1 Mol

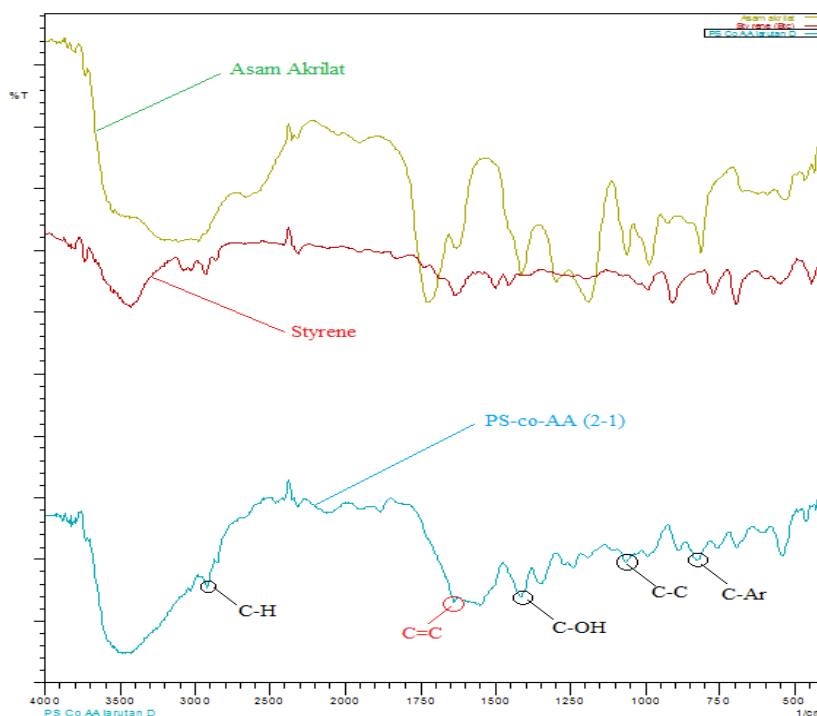


Gambar 4.8 Overlay Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan Konsentrasi *Styrene* 1 Mol

Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa terjadi serapan gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang 1637.56 cm^{-1} . Hasil tersebut juga didapatkan oleh Song *et al.* (2014) yang memperoleh serapan gugus fungsi C=C pada bilangan gelombang 1601 cm^{-1} yang merupakan serapan gugus fungsi dari *styrene*. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sisa-sisa dari *styrene* yang tidak ikut bereaksi.

Hasil karakterisasi juga menunjukkan bahwa tidak terjadi serapan gugus fungsi C=O yang mengindikasikan telah terjadi serapan gugus fungsi baru yaitu serapan gugus fungsi C-O-Cu yang menyebabkan gugus fungsi tersebut tidak terdeteksi oleh FT-IR. Hal ini menyebabkan terjadi serapan khas dari gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2935.66 cm^{-1} dimana pada bilangan gelombang 3415.93 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi -OH *stretching* dari gugus fungsi (-COOH). Hasil tersebut sama dengan yang didapatkan oleh Alka dan Anita (2014) yang memperoleh serapan gugus fungsi -OH pada bilangan gelombang 3446.24 cm^{-1} .

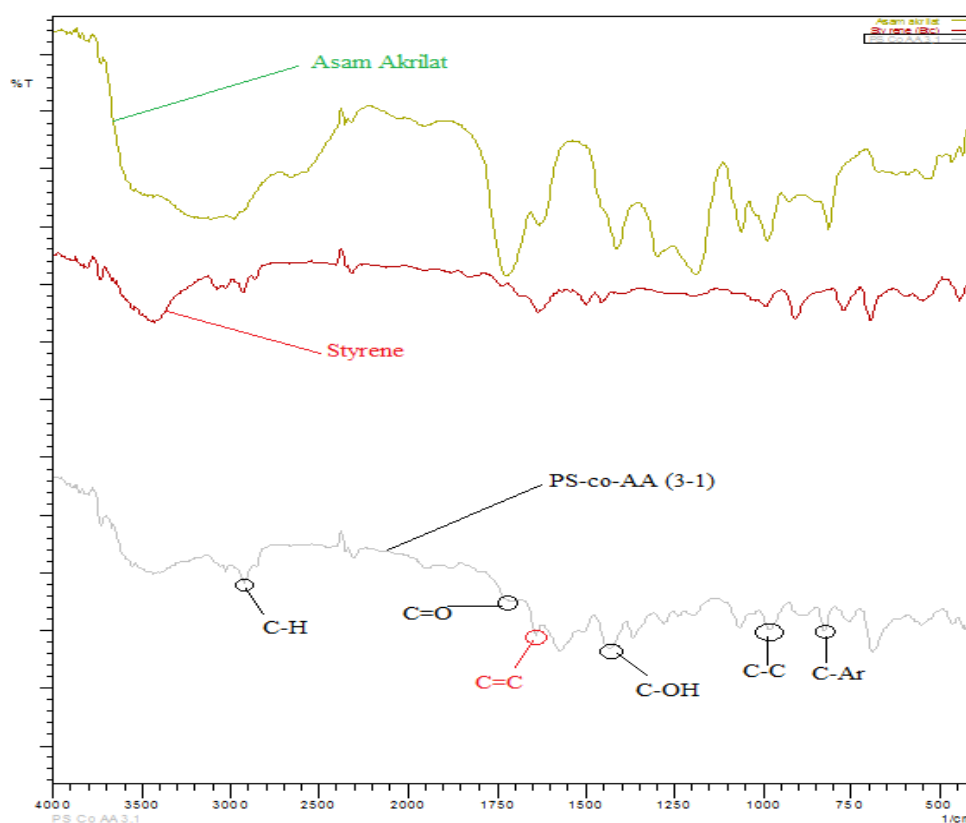
4.3.1.4 Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan Konsentrasi *Styrene* 2 Mol



Gambar 4.9 Overlay Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan Konsentrasi *Styrene* 2 Mol

Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa tidak terjadi serapan gugus fungsi C=O sama seperti yang terjadi pada *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dimana ini dimungkinkan terjadi serapan gugus fungsi baru yaitu serapan gugus fungsi C-O-Cu. Pada bilangan gelombang 1637.56 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi C=C yang menunjukkan bahwa masih terdapat sisa-sisa *styrene* yang tidak bereaksi dan terpolimerisasi sehingga menyebabkan terdeteksinya serapan gugus C=C di FT-IR dan terjadi serapan gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2918.30 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 3427.51 cm^{-1} terjadi serapan gugus fungsi -OH dimana gugus fungsi -OH ini berasal dari gugus fungsi (-COOH) dalam *acrylic acid* (Suswanti 2008).

4.3.1.5 Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) dengan Konsentrasi *Styrene* 3 Mol



Gambar 4.10 Overlay Spektrum IR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) dengan Konsentrasi *Styrene* 3 Mol

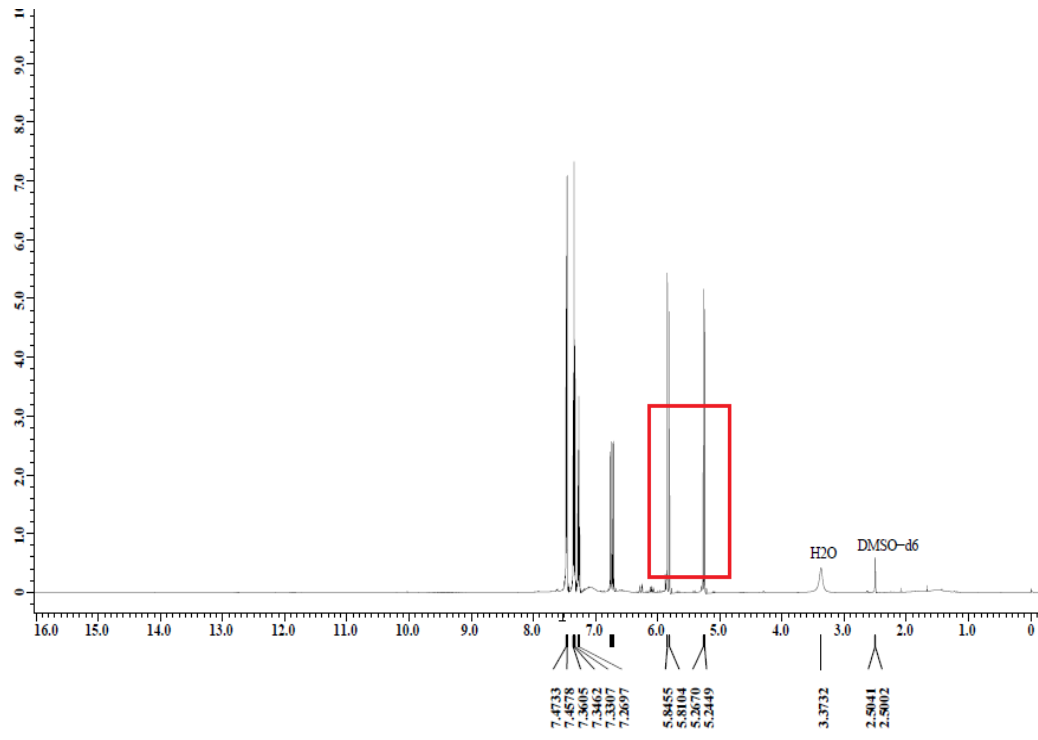
Pada gambar 4.10 dapat dilihat bahwa terjadi serapan gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang 1705.07 cm^{-1} . Hasil tersebut sama dengan yang didapatkan oleh Song *et al.* (2014) yang memperoleh serapan gugus fungsi C=O pada 1709 cm^{-1} . Song *et al.* (2014) juga mengemukakan bahwa serapan gugus fungsi C=O merupakan serapan gugus fungsi karboksil dari *acrylic acid*. serapan gugus C=O mengindikasikan bahwa hanya sedikit bahan aktif Cu yang terikat sehingga gugus fungsi C=O dapat terdeteksi oleh FT-IR. Hal ini menyebabkan terjadi pergeseran bilangan gelombang ke arah yang lebih kecil pada serapan gugus fungsi C-H. Serapan gugus fungsi C-H terjadi pada bilangan gelombang 2922.16 cm^{-1} .

Pada serapan gugus fungsi C-H ini tidak terjadi serapan gugus fungsi –OH dari gugus fungsi karboksil dikarenakan gugus fungsi –OH tersebut masih terikat dengan gugus fungsi (-COOH) berbeda dengan gugus fungsi –OH pada *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D). Pada *polystyrene-co-acrylic acid* (E) serapan gugus fungsi –OH dari gugus fungsi (-COOH) tidak lebar sebagaimana lazimnya. Hal ini menunjukkan tidak adanya ikatan hidrogen yang biasanya terjadi karena pembentukan dimer karboksilat. Kondisi ini berkaitan dengan jumlah/konsentrasi *acrylic acid* yang sedikit bila dibandingkan dengan jumlah/konsentrasi *styrene*.

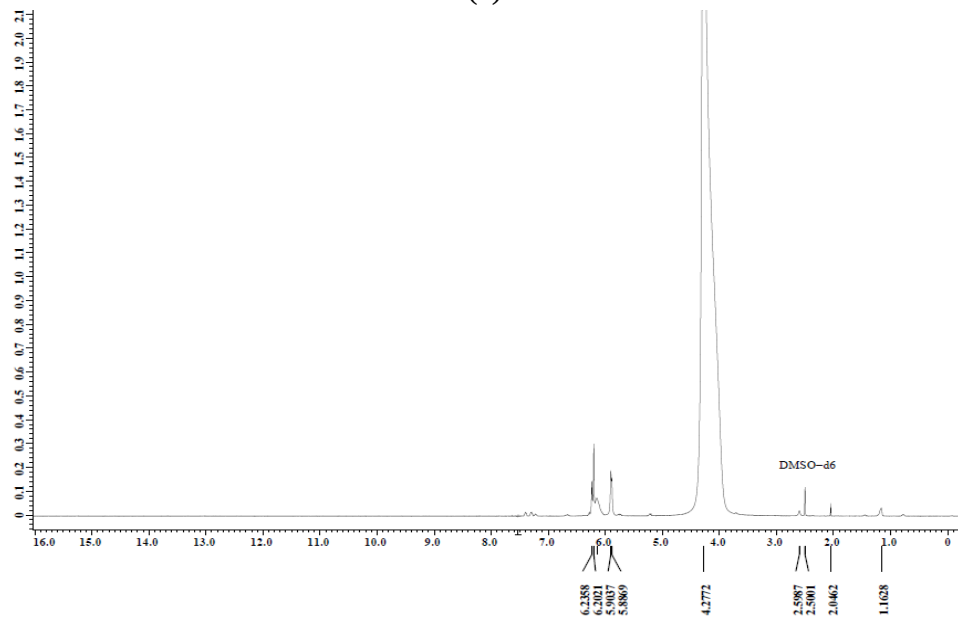
4.3.2 Analisa NMR (Nuclear Magnetic Resonance)

Karakterisasi menggunakan NMR difokuskan pada ^1H NMR saja, hal ini dikarenakan dalam penelitian ini data yang dianalisa untuk ^{13}C NMR kurang lengkap sehingga karakterisasi menggunakan NMR difokuskan pada inti proton saja. Spektroskopi NMR merupakan alat yang berguna pada penentuan struktur molekul organik. Spektroskopi NMR didasarkan pada penyerapan gelombang radio oleh inti-inti tertentu dalam molekul organik, apabila molekul tersebut berada dalam medan magnet yang kuat. Spektroskopi ^1H NMR memberikan informasi mengenai berbagai jenis atom hidrogen dalam molekul, lingkungan kimia atom hidrogen, jumlah atom hidrogen dalam setiap lingkungan dan struktur gugus yang berdekatan dengan setiap atom hidrogen.

4.3.2.1 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) dengan Konsentrasi 1 Mol



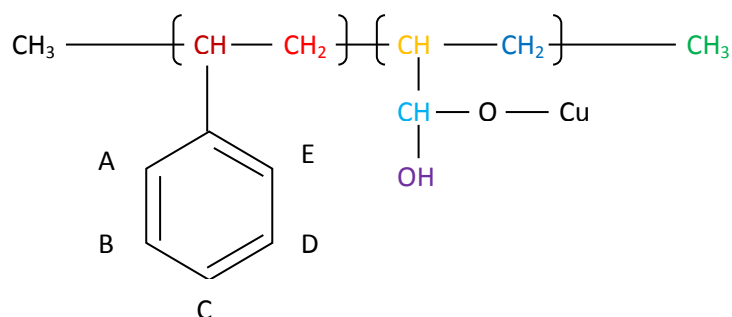
(a)



(b)

Gambar 4.11 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) a) Lapisan Atas
b) Lapisan Bawah

Gambar 4.11 menunjukkan dua spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas dan lapisan bawah. Spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas menampilkan lima kelompok sinyal proton sedangkan ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan bawah menampilkan tiga kelompok sinyal. Tabel 4.2 menunjukkan data ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) hasil penemuan dan hasil perhitungan menggunakan *software Chem Draw Ultra 10.1* sebagai pembandingan.



Gambar 4.12 Estimasi *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu* (A)
(*Chem Draw Ultra 10.1*)

Tabel 4.2 Perbandingan Data ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu* (A) Hasil Perhitungan dan Penemuan

Proton	Data Perhitungan (δ ppm)	Data Penemuan (δ ppm)	
		Lapisan Atas	Lapisan Bawah
CH_3	1.25	-	1.1628
CH	2.55	-	2.5987
CH_2	1.54	-	-
A	7.30	7.2697 – 7.3605	-
B	7.37		-
C	7.27		-
D	7.37		-
E	7.30		-
CH	1.64	-	-
CH_2	1.55	-	-
CH	4.94	-	4.2772
OH	2.0	-	2.0462
CH_3	0.90	-	-

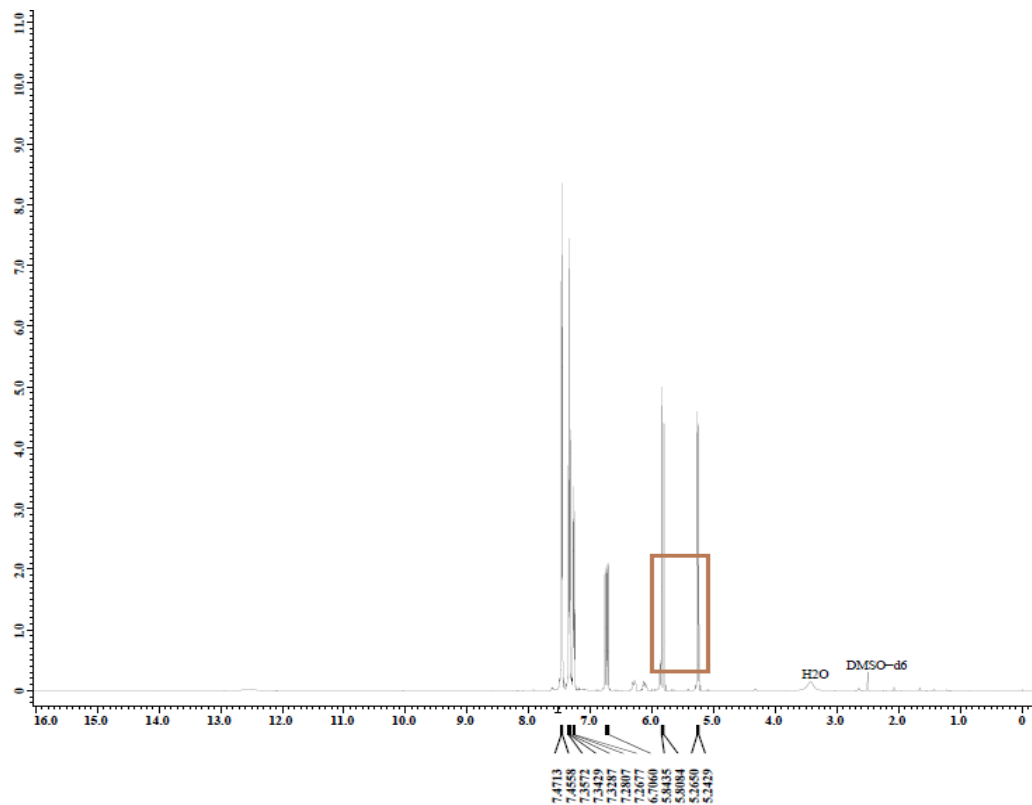
Pada gambar 4.11 (a) dapat dilihat bahwa pada spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas menunjukkan lima kelompok sinyal. Satu kelompok sinyal pada daerah 2.5002 - 2.5041 ppm menunjukkan sinyal untuk pelarut *dimethylsulphoxide* (DMSO). Sinyal ikatan $=\text{CH}_2-$ dari *styrene* muncul pada daerah 5.2449 – 5.2670 ppm dimana pada hasil perhitungan spektra ^1H NMR *styrene*, sinyal ikatan $=\text{CH}_2-$ muncul pada daerah 5.18 ppm untuk satu atom *hydrogen*. Sinyal untuk ikatan $=\text{CH}_2-$ dari *acrylic acid* muncul pada daerah 5.8104 – 5.8455 ppm dimana pada hasil perhitungan, sinyal $=\text{CH}_2-$ untuk *acrylic acid* ditunjukkan pada daerah 5.75 ppm untuk satu atom *hydrogen*. Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa sinyal 1-*benzene* dari *styrene* muncul pada daerah 7.2697 – 7.3605 ppm.

Pada gambar 4.11 (b) menunjukkan spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan bawah memiliki tiga kelompok sinyal dimana satu kelompok sinyal yang muncul pada daerah 2.5001 – 2.5987 ppm diindikasikan sebagai sinyal untuk pelarut *dimethylsulphoxide* (DMSO) pada daerah 2.5001 ppm dan sinyal untuk CH-aromatik dari *styrene* pada daerah 2.5987 ppm. Dua kelompok sinyal yang muncul pada daerah 5.8869 – 5.9037 ppm dan 6.2021 – 6.2358 ppm diindikasikan sebagai sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2=$ dan $=\text{CH}-$ dari *acrylic acid*, dimana pada hasil perhitungan spektra ^1H NMR *acrylic acid* sinyal ikatan $-\text{CH}_2=$ dan $=\text{CH}-$ muncul pada daerah 5.75 ppm untuk satu atom *hydrogen* dan 6.22 ppm. Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa sinyal ikatan CH_3- muncul pada daerah 1.1628 ppm dimana pada hasil perhitungan sinyal ikatan CH_3- ditunjukkan pada daerah 1.25 ppm.

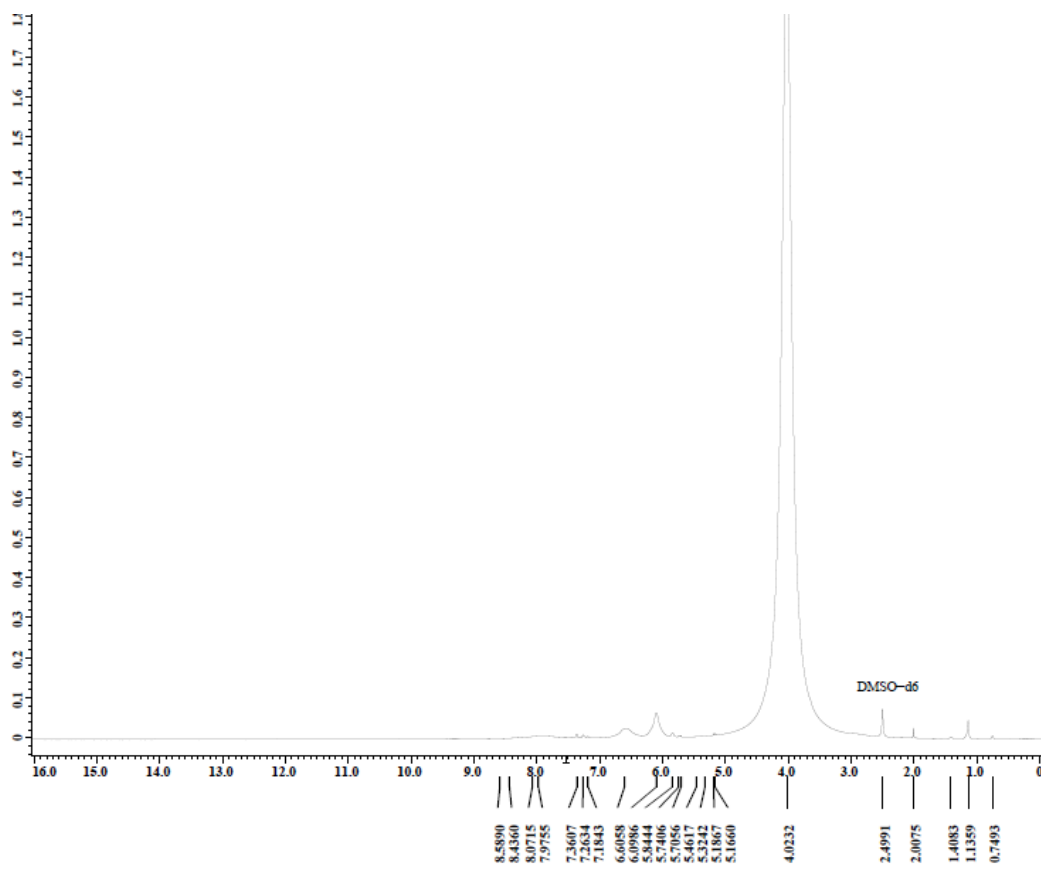
Pada daerah 4.2772 ppm muncul sinyal khas untuk ikatan $-\text{CH}-$ dari ikatan karboksilat ($-\text{COOH}$) yang diindikasikan Cu terikat pada ikatan karbonil sehingga menyebabkan adanya satu atom hidrogen yang berasal dari ikatan $-\text{C}=\text{O}$. Sinyal ikatan $-\text{CH}-$ tersebut muncul pada daerah 4.2772 ppm dimana dari hasil perhitungan, sinyal ikatan $-\text{CH}-$ muncul pada daerah 4.94 ppm. Selain itu, terikatnya Cu pada ikatan $-\text{CH}-\text{O}-\text{Cu}$ menyebabkan terjadinya pergeseran kimia untuk ikatan $-\text{OH}$ dari ikatan karboksilat ($-\text{COOH}$) dari 12.05 ppm menjadi 2.0

ppm yang menyebabkan ikatan –OH pada ikatan (-COOH) menjadi ikatan alkohol (-OH). Sinyal ikatan –OH ini ditunjukkan pada tabel 4.2 pada daerah 2.0462 ppm.

4.3.2.2 Spektre ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) dengan Konsentrasi *Styrene* 1 Mol



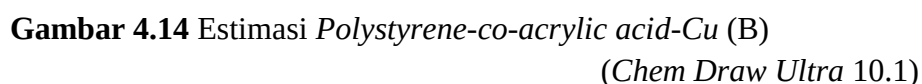
(a)



(b)

Gambar 4.13 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) a) Lapisan Atas
b) Lapisan Bawah

Gambar 4.13 menunjukkan dua spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan atas dan lapisan bawah. Spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan atas menampilkan enam kelompok sinyal proton sedangkan ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan bawah menampilkan tiga kelompok sinyal. Tabel 4.3 menunjukkan data ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (B) hasil penemuan dan hasil perhitungan menggunakan *software Chem Draw Ultra 10.1* sebagai pembanding.



Proton	Data Perhitungan (δ ppm)	Data Penemuan (δ ppm)	
		Lapisan Atas	Lapisan Bawah
CH ₃	1.25	-	1.1359
CH	2.55	-	-
CH ₂	1.54	-	-
A	7.30	7.2521 – 7.3572	7.1843 – 7.3607
B	7.37		
C	7.27		
D	7.37		
E	7.30		
CH	1.64	-	-
CH ₂	1.55	-	-
CH	4.94	-	4.0232
OH	2.0	-	2.0075
CH ₃	0.90	-	0.7493

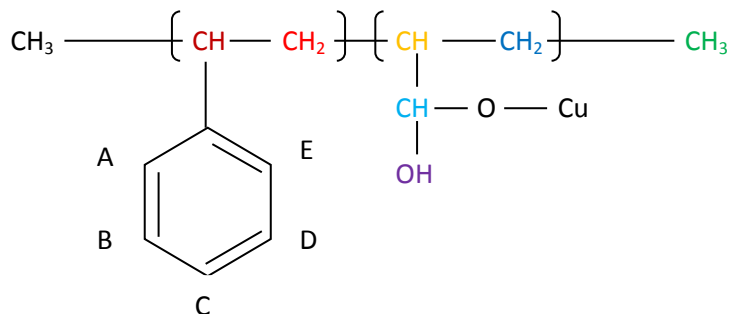
47

didapatkan sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2=$ dari *acrylic acid* muncul pada daerah 5.75 ppm untuk satu atom *hydrogen*. Selain itu, terdapat satu kelompok sinyal pada daerah 6.7060 – 6.7631 ppm yang mengindikasikan bahwa sinyal tersebut merupakan sinyal untuk ikatan $-\text{CH}=$ dari *styrene* dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal ikatan $-\text{CH}=$ muncul pada daerah 6.63 ppm. Pada tabel 4.3 menunjukkan bahwa sinyal untuk 1-*benzene* dari *styrene* muncul pada daerah 7.2521 – 7.3572 ppm dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk 1-*benzene* muncul pada daerah 7.27 – 7.37 ppm.

Pada gambar 4.13 (b) menunjukkan spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan bawah memiliki tiga kelompok sinyal dimana satu kelompok sinyal yang muncul pada daerah 5.1660 – 5.1867 ppm merupakan sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2=$ dari *styrene* dimana dari hasil perhitungan, sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2=$ muncul pada daerah 5.18 ppm untuk satu atom *hydrogen*. Satu kelompok sinyal yang muncul pada daerah 5.7056 -5.7406 ppm merupakan sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2=$ dari *acrylic acid* dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk $-\text{CH}_2=$ muncul pada daerah 5.75 ppm untuk satu atom *hydrogen*.

Pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa sinyal ikatan $-\text{CH}_3-$ muncul pada daerah 0.7493 ppm dan 1.1359 ppm dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_3-$ muncul pada daerah 0.90 ppm dan 1.25 ppm. Pada daerah 7.1843 – 7.3607 ppm muncul sinyal untuk ikatan 1-*benzene* dari *styrene* dimana dari hasil perhitungan, sinyal ikatan 1-*benzene* ditunjukkan pada daerah 7.27 – 7.37 ppm. Pada daerah 4.0232 ppm muncul sinyal khas ikatan $-\text{CH}-$ dari ikatan karboksilat yang menyebabkan terjadinya transfer atom *hydrogen* dari ikatan $-\text{C}=\text{O}$ menjadi ikatan $-\text{CH}-\text{O}-\text{Cu}$ pada ikatan karboksilat ($-\text{COOH}$) sehingga membuat ikatan $-\text{C}-\text{OH}$ pada ikatan karboksilat menjadi ikatan $-\text{OH}$. Dari hasil perhitungan, sinyal ikatan $-\text{CH}-$ muncul pada daerah 4.94 ppm sedangkan sinyal ikatan $-\text{OH}$ muncul pada 2.0 ppm dimana dari hasil penemuan sinyal ikatan $-\text{OH}$ muncul pada daerah 2.0075 ppm.

4.3.2.3 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan Konsentrasi 1 Mol

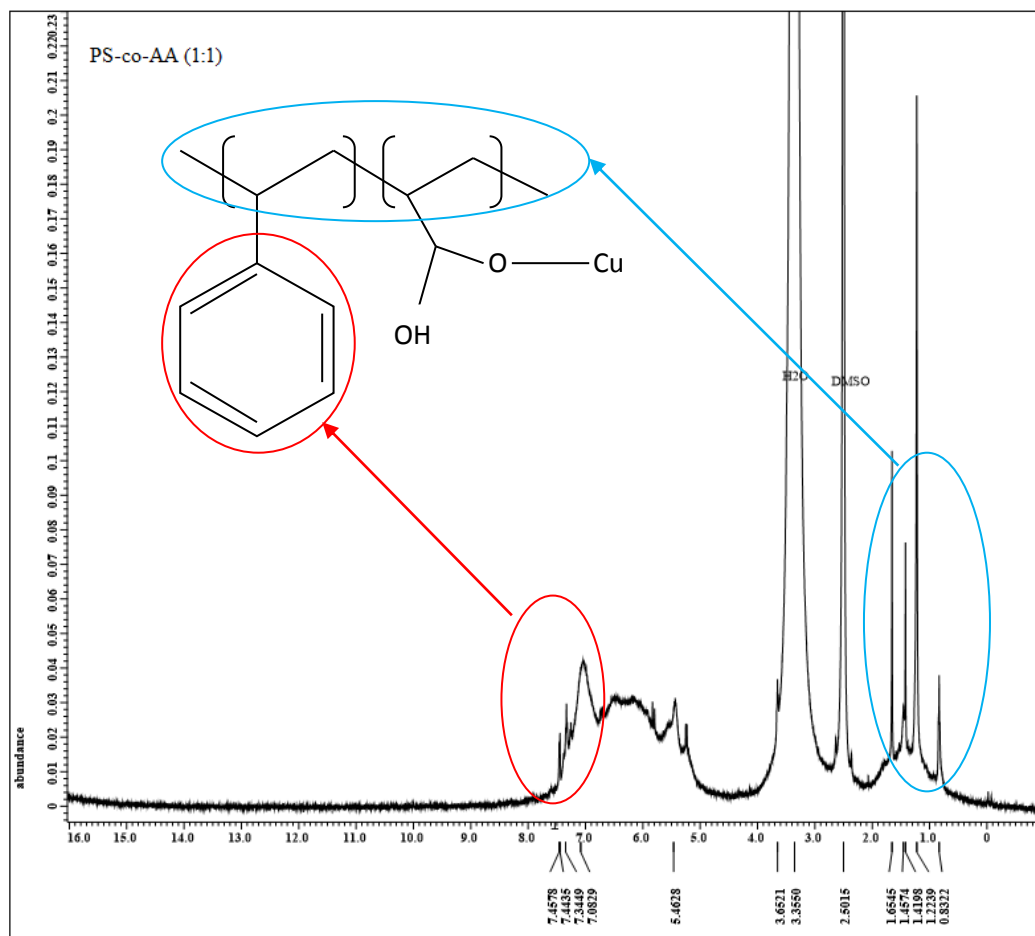


Gambar 4.15 Estimasi *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu* (C)

Tabel 4.4 Perbandingan Data ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu* (C) Hasil Perhitungan dan Penemuan

Proton	Data Perhitungan (δ ppm)	Data Penemuan (δ ppm)
CH_3	1.25	1.2239
CH	2.55	-
CH_2	1.54	1.4198
A	7.30	7.2541 – 7.3449
B	7.37	
C	7.27	
D	7.37	
E	7.30	
CH	1.64	1.6545
CH_2	1.55	1.4574
CH	4.94	-
OH	2.0	-
CH_3	0.90	0.8322

Gambar 4.15 menunjukkan spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C). Spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C) menampilkan lima kelompok sinyal proton. Tabel 4.4 menunjukkan data ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (C) hasil penemuan dan hasil perhitungan menggunakan *software Chem Draw Ultra 10.1* sebagai pembandingan.

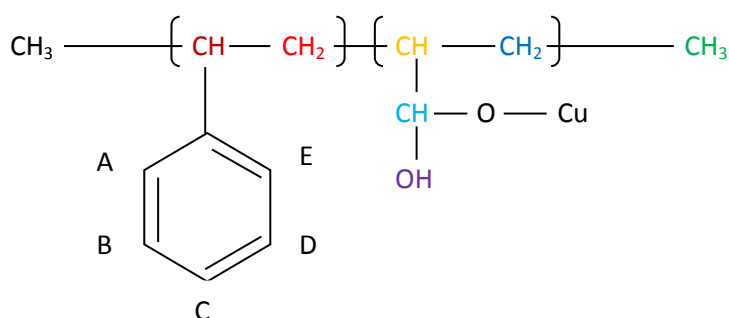


Gambar 4.15 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)

Pada gambar 4.15 dan tabel 4.4 dapat dilihat bahwa pada daerah 2.5015 ppm muncul sinyal untuk pelarut *dimethylsulphoxide* (DMSO). Hasil ini sama dengan yang didapatkan Karakatsanis *et al.* (2003) yang menghasilkan sinyal untuk DMSO pada daerah 2.5 ppm. Sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_3$ muncul pada daerah 0.8322 – 1.2239 ppm dimana pada hasil perhitungan, sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_3$ muncul pada daerah 0.90 – 1.25 ppm. Sinyal untuk ikatan $-\text{CH}_2-$ muncul pada daerah 1.4198 – 1.6545 ppm sedangkan pada hasil perhitungan sinyal ikatan $-\text{CH}_2-$ muncul pada daerah 1.54 – 1.64 ppm. Sinyal yang muncul pada daerah 0.8322 – 1.6545 ppm menunjukkan bahwa telah terjadi polimerisasi dengan hilangnya ikatan rangkap dari *styrene* dan *acrylic acid*. Hal ini bisa dilihat pada daerah yang diberi lingkaran berwarna biru pada gambar 4.15 dan hasil perhitungan pada tabel 4.4 dimana hasil tersebut juga didapatkan oleh

Karakatsanis *et al.* (2003) yang menemukan sinyal untuk inti proton dari ikatan rangkap *styrene* dan *acrylic acid* yang terkonjugasi pada daerah 1.0 – 2.5 ppm. Namun, sinyal ikatan $-\text{CH}_2=\text{CH}-$ dari *acrylic acid* dan *styrene* masih muncul pada daerah 5.2177 – 6.6860 ppm, hanya saja sinyal yang dihasilkan intensitasnya rendah/kecil. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sisa-sisa dari *styrene* dan *acrylic acid* yang tidak ikut bereaksi dan terpolimerisasi. Pada daerah 7.2541 – 7.3449 ppm muncul sinyal untuk ikatan 1-*benzene* dimana pada hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk ikatan 1-*benzene* pada daerah 7.27 – 7.37 ppm. Pada daerah 3.3550 – 3.6521 ppm muncul sinyal untuk H_2O yang menunjukkan bahwa *styrene* yang digunakan bukan *styrene* murni melainkan *styrene* teknis.

4.3.2.4 Spektre ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan Konsentrasi *Styrene* 2 Mol

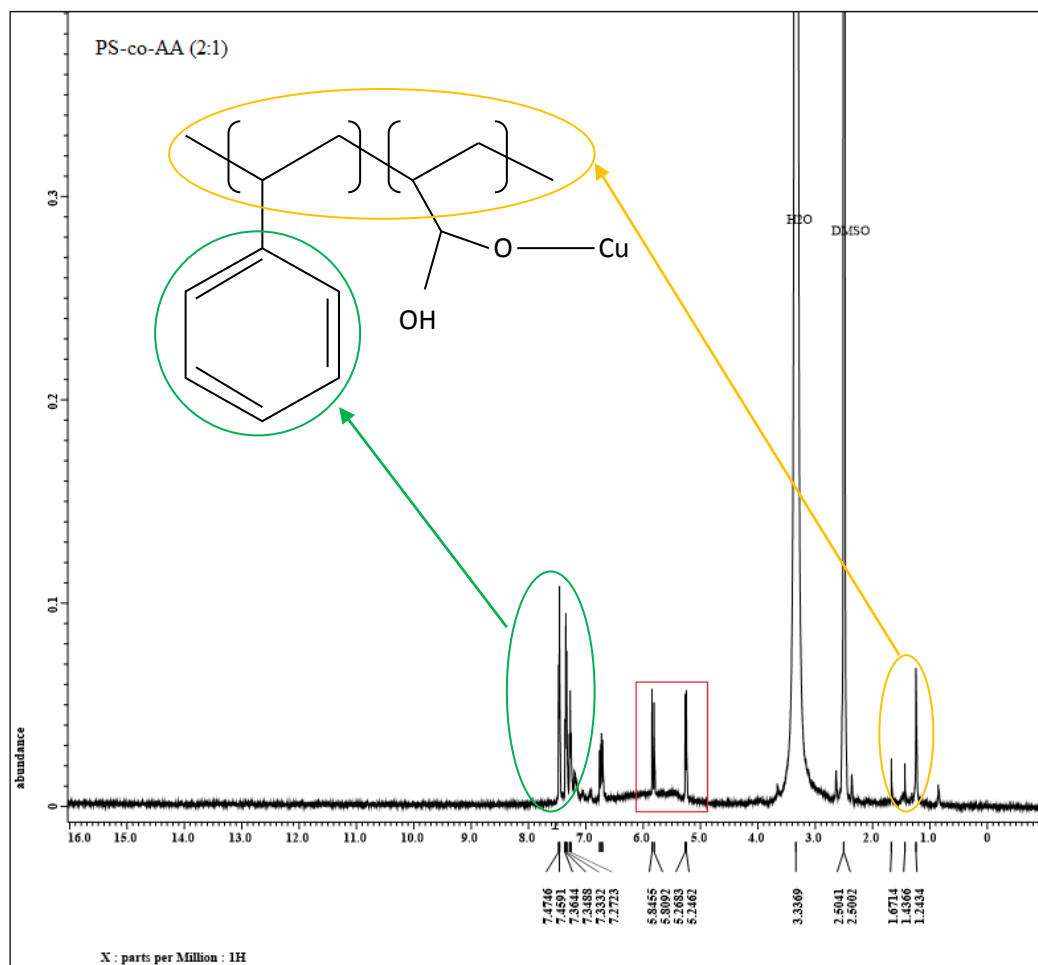


Gambar 4.16 Estimasi *Polystyrene-co-acrylic acid*-Cu (D)

Tabel 4.5 Perbandingan Data ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu* (D) Hasil Perhitungan dan Penemuan

Proton	Data Perhitungan (δ ppm)	Data Penemuan (δ ppm)
CH_3	1.25	1.2434
CH	2.55	-
CH_2	1.54	1.4366
A	7.30	7.2723 – 7.3644
B	7.37	
C	7.27	
D	7.37	
E	7.30	
CH	1.64	1.6714
CH_2	1.55	-
CH	4.94	-
OH	2.0	-
CH_3	0.90	-

Gambar 4.17 menunjukkan spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (D). Spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) menampilkan lima kelompok sinyal proton. Tabel 4.5 menunjukkan data ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (D) hasil penemuan dan hasil perhitungan menggunakan *software Chem Draw Ultra 10.1* sebagai pembanding.



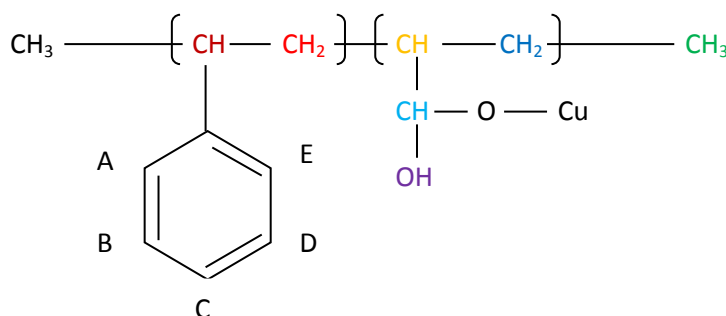
Gambar 4.17 Spektra ^1H NMR *Polystyren-co-acrylic acid* (D)

Pada gambar 4.17 dan tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pada daerah 1.2434 ppm muncul sinyal ikatan $-\text{CH}_3$ dimana pada hasil perhitungan didapatkan sinyal ikatan $-\text{CH}_3$ muncul pada daerah 1.25 ppm. Sinyal untuk H_2O muncul pada daerah 3.3369 ppm yang menunjukkan bahwa *styrene* yang digunakan adalah *styrene* yang tidak murni karena masih mengandung air didalamnya sehingga sinyal H_2O terdeteksi oleh NMR. Selain itu, sinyal untuk pelarut DMSO juga muncul pada daerah 2.502 – 2.5041 ppm.

Sinyal ikatan $-\text{CH}_2=$ untuk *styrene* dan *acrylic acid* masih terdeteksi di dalam NMR dimana sinyal tersebut muncul pada daerah 5.2462 – 5.2683 ppm untuk *styrene* dan 5.8092 – 5.8455 ppm untuk *acrylic acid*. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sisa-sisa dari *styrene* dan *acrylic acid* yang tidak ikut

bereaksi dan terpolimerisasi. Selain itu, sinyal untuk 1-benzene dari *styrene* muncul pada daerah 7.2723 – 7.3644 ppm.

4.3.2.5 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) dengan Konsentrasi *Styrene* 3 Mol

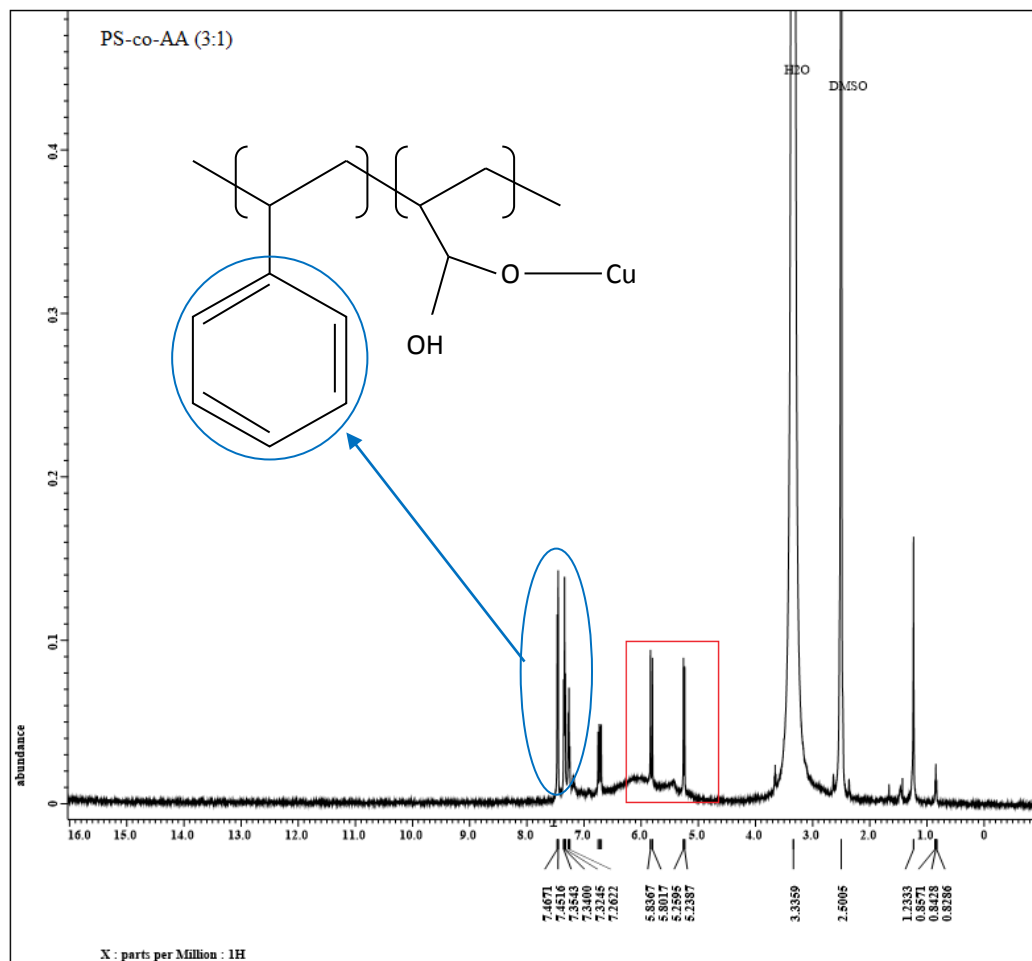


Gambar 4.18 Estimasi *Polystyrene-co-acrylic acid*-Cu (E)

Tabel 4.6 Perbandingan Data ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid*-Cu (E) Hasil Perhitungan dan Penemuan

Proton	Data Perhitungan (δ ppm)	Data Penemuan (δ ppm)
CH_3	1.25	1.2333
CH	2.55	-
CH_2	1.54	-
A	7.30	7.3245 – 7.3543
B	7.37	
C	7.27	
D	7.37	
E	7.30	
CH	1.64	-
CH_2	1.55	-
CH	4.94	-
OH	2.0	-
CH_3	0.90	0.8286 – 0.8571

Gambar 4.19 menunjukkan spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E). Spektrum ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) menampilkan lima kelompok sinyal proton. Tabel 4.6 menunjukkan data ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (E) hasil penemuan dan hasil perhitungan menggunakan *software Chem Draw Ultra 10.1* sebagai pembanding.



Gambar 4.19 Spektra ^1H NMR *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)

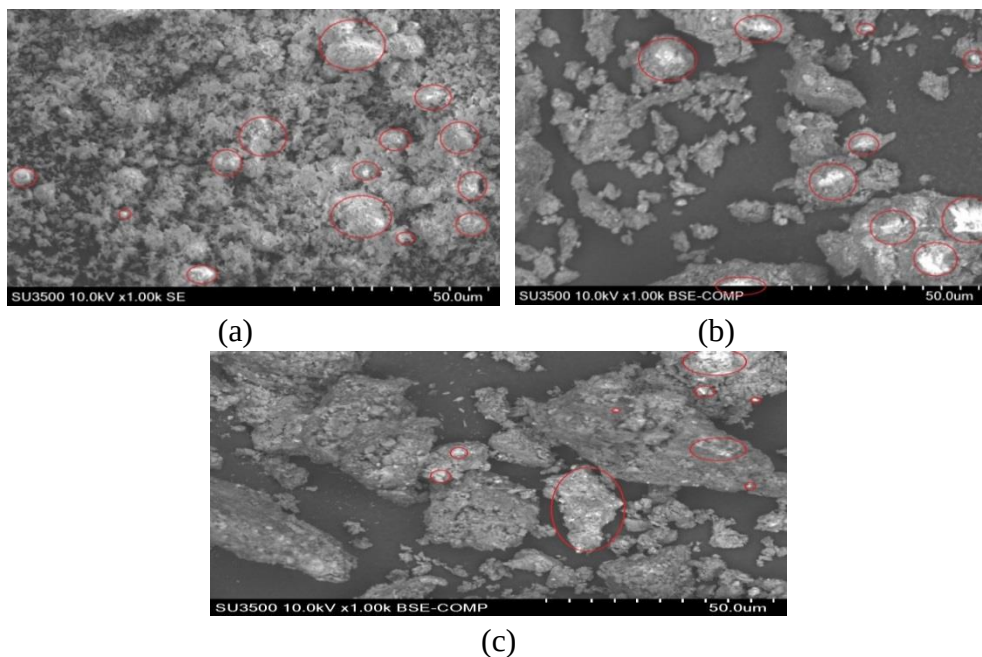
Pada gambar 4.19 dan tabel 4.6 dapat dilihat bahwa sinyal untuk ikatan CH_3 muncul pada daerah 0.8286 – 1.2333 ppm dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk CH_3 muncul pada daerah 0.90 – 1.25 ppm. Sinyal untuk H_2O muncul pada daerah 3.3359 ppm ini menunjukkan bahwa *styrene* yang digunakan adalah *styrene* teknis karena masih mengandung air. Pada daerah 5.2387 – 5.2595 ppm muncul sinyal ikatan $\text{CH}_2=$ dari *styrene* dimana dari hasil perhitungan untuk sinyal $\text{CH}_2=$ juga muncul pada daerah 5.18 ppm untuk satu atom *hydrogen*. Selain itu, sinyal untuk ikatan CH= dari *styrene* muncul pada daerah 6.6967 ppm dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk ikatan CH= muncul pada daerah 6.63 ppm.

Sinyal untuk ikatan $\text{CH}_2=$ dari *acrylic acid* muncul pada daerah 5.8017 – 5.8367 ppm dimana dari hasil perhitungan didapatkan sinyal untuk ikatan $\text{CH}_2=$

muncul pada daerah 5.75 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat sisa-sisa dari *styrene* dan *acrylic acid* yang tidak ikut bereaksi dan terpolimerisasi. Selain itu, sinyal untuk 1-benzene dari *styrene* muncul pada daerah 7.3245 – 7.3543 ppm.

4.3.3 Analisa SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*)

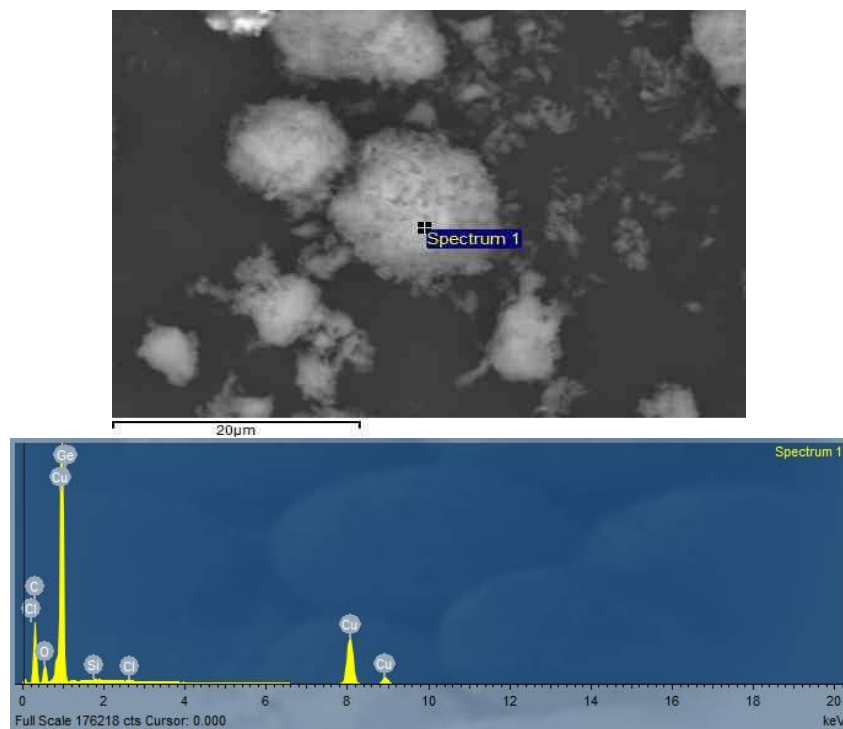
Analisa mikrostruktur dilakukan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang bertujuan untuk melihat morfologi permukaan. Pada prinsipnya, analisa permukaan melibatkan radiasi permukaan dengan sumber energi yang cukup untuk menembus dan menimbulkan beberapa transisi yang menghasilkan emisi dari permukaan berkas energi yang dibias dianalisa. Analisa SEM ini hanya dilakukan pada *polystyrene-co-acrylic acid* (C), (D) dan (E) karena pada *polystyrene-co-acrylic acid* tersebut menghasilkan *solid content/endapan*. Karakterisasi ini dilakukan untuk melihat seberapa besar kandungan Cu yang terikat di dalam polimer. Adapun hasil SEM seperti pada gambar 4.20 di bawah ini.



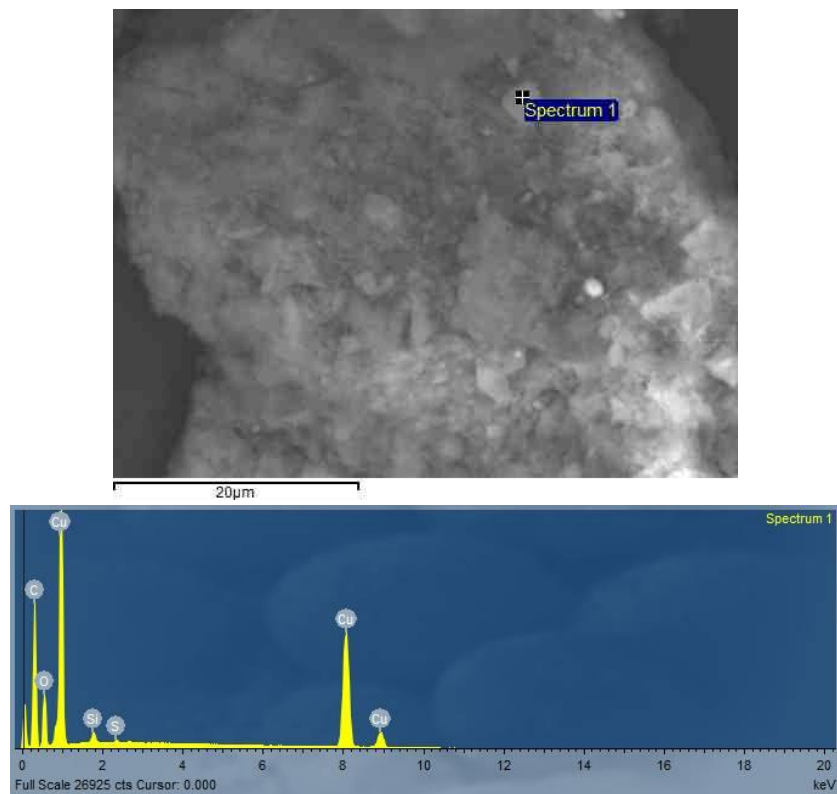
Gambar 4.20 Hasil Analisa SEM dari a) *Polystyrene-co-acrylic acid* (C), b) *Polystyrene-co-acrylic acid* (D), c) *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)

Dari gambar 4.16 dapat dilihat bahwa terdapat hasil gambar berwarna terang/putih yang menunjukkan adanya unsur Cu di dalam partikel. Hal ini disebabkan oleh unsur penyusun *polystyrene-co-acrylic acid* yaitu unsur C, O dan Cu, dimana unsur dengan nomor atom tertinggi akan menghasilkan warna yang lebih terang/putih daripada unsur lainnya dengan nomor atom yang lebih rendah. Unsur Cu memiliki nomor atom yang lebih tinggi yaitu 26 dibandingkan dengan C dan O yang memiliki nomor atom 6 dan 8 sehingga unsur Cu akan menghasilkan gambar lebih terang/putih daripada unsur lainnya.

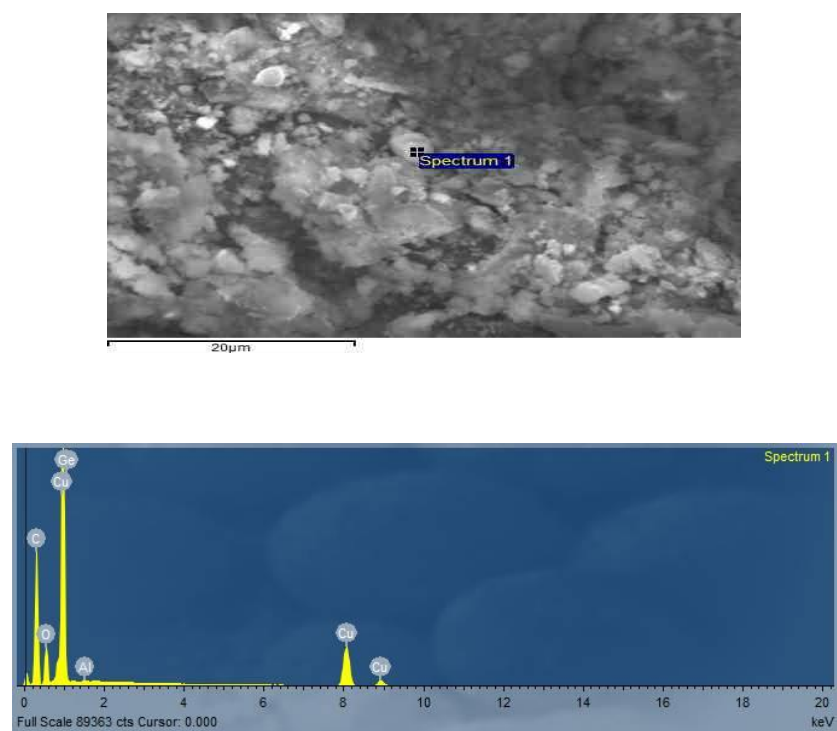
Sementara itu, untuk mengetahui komposisi unsur-unsur yang ada di dalam *polystyrene-co-acrylic acid* dapat digunakan EDX (*Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy*). Pada prinsipnya SEM-EDX merupakan sistem analisa yang menggabungkan SEM dan EDX kedalam satu unit yang dirancang pada konsep pengembangan produk sehingga memungkinkan analisa untuk mencapai pengamatan cepat, jelas dan akurat. Data EDX dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat dari gambar 4.21 – 4.23 dan tabel 4.2 untuk *polystyrene-co-acrylic acid*.



Gambar 4.21 Hasil EDX *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)



Gambar 4.22 Hasil EDX *Polystyrene-co-acrylic acid* (D)



Gambar 4.23 Hasil EDX *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)

Tabel 4.7 Data EDX *Polystyrene-co-acrylic acid*

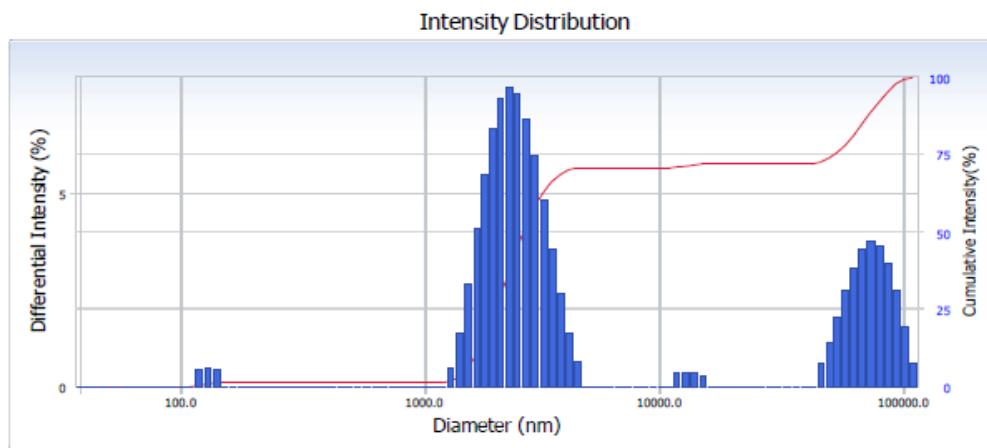
Unsur	<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (% Massa)		
	C	D	E
C	76.93	73.87	76.87
O	11.39	14.15	16.87
Si	0.10	0.33	-
Cl	0.06	-	-
Cu	11.48	11.55	6.18
Ge	0.02	-	0.05
Al	-	-	0.07
S	-	0.09	-

Pada gambar 4.20 - 4.23 ditunjukkan hanya satu spektrum saja dari data yang dihasilkan EDX, sedangkan komposisi unsur-unsur penyusun *polystyrene-co-acrylic acid* ditunjukkan pada tabel 4.2. Pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa unsur Cu yang terkandung pada *polystyrene-co-acrylic acid* (C) adalah 11.48 % hampir setara dengan *polystyrene-co-acrylic acid* (D) yang mengandung unsur Cu sebesar 11.55 %. Pada *polystyrene-co-acrylic acid* (E) unsur Cu yang terikat di dalam polimer sebesar 6.18 %. Ini menunjukkan bahwa *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D) merupakan polimer yang optimum dalam mengikat unsur Cu di dalam polimer dimana kandungan Cu yang diharapkan terikat adalah 15 % dari massa monomer. Hasil ini didapatkan juga oleh Harmami *et al.* 2014 yang menghasilkan Cu yang optimum sebesar 15%. Selain itu, semakin banyak komposisi *styrene* yang digunakan maka semakin sedikit komposisi unsur Cu yang terikat di dalam polimer.

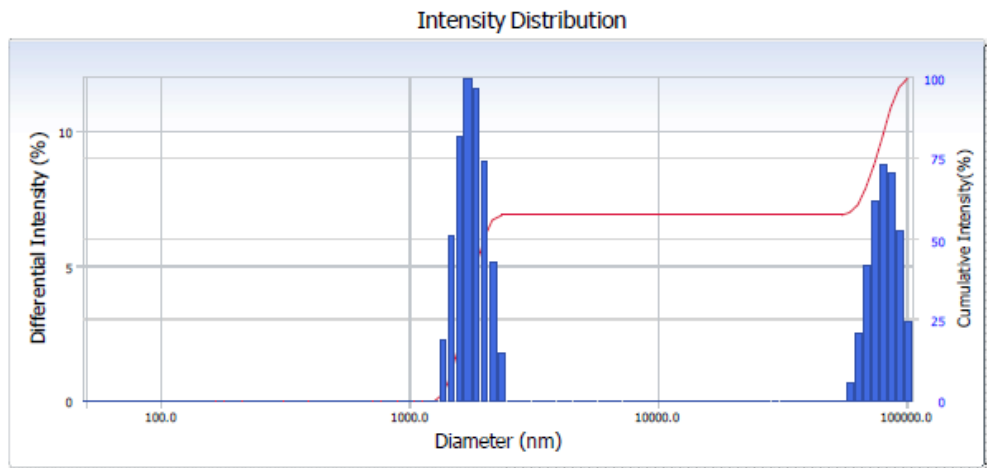
Pada *polystyrene-co-acrylic acid* (D) terdapat logam pengotor yaitu sulfur (S) dalam bentuk FeS_2 , begitu juga dengan *polystyrene-co-acrylic acid* (E) yang mengandung logam pengotor lainnya yaitu aluminium (Al) dalam bentuk Al_2O_3 . Keberadaan FeS_2 dan Al_2O_3 dapat menjadi petunjuk bahwa *styrene* yang digunakan tidak murni (teknis).

4.3.4 Analisa PSA (*Particle Size Analyzer*)

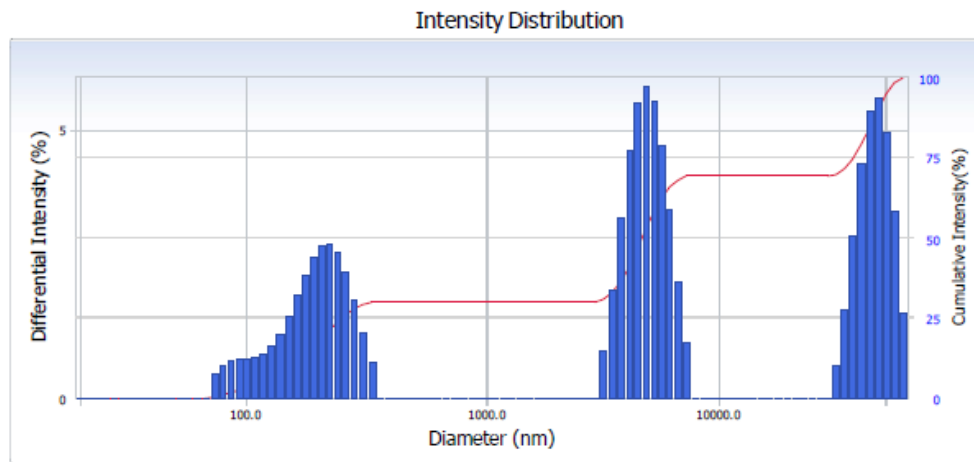
Particle Size Analyzer (PSA) dapat menganalisis partikel suatu sampel yang bertujuan menentukan ukuran partikel dan distribusinya dari sampel yang representatif. Distribusi ukuran partikel dapat diketahui melalui gambar yang dihasilkan. Hasil *Particle Size Analyzer* (PSA) dari *polystyrene-co-acrylic acid* dapat dilihat gambar 4.24 dan tabel 4.8.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.24 Grafik Distribusi Ukuran Partikel dari a) *Polystyrene-co-acrylic acid* (C), b) *Polystyrene-co-acrylic acid* (D) dan c) *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)

Tabel 4.8 Data Analisa *Particle Size Analyzer* (PSA) *Polystyrene-co-acrylic acid*

Variasi <i>Styrene</i>	Ukuran Partikel (μm)	Indeks Polidispersitas
<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (C) 1:1	3.50	0.791
<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (D) 2:1	3.68	0.661
<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (E) 3:1	1.76	0.949

Distribusi ukuran partikel *polystyrene-co-acrylic acid* dengan menggunakan analisa distribusi intensitas dari *Particle Size Analyzer* (PSA) terlihat di gambar 4.24. Dari tabel 4.8 dapat dilihat bahwa hasil analisa distribusi intensitas dari *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) diperoleh rata-rata ukuran partikel sebesar 3.50 μm . Hasil *Particle Size Analyzer* (PSA) dari *polystyrene-co-acrylic acid* (D) menunjukkan rata-rata ukuran partikel sebesar 3.68 μm sedangkan pada *polystyrene-co-acrylic acid* (E) diperoleh rata-rata ukuran partikel sebesar 1.76 μm . Selain itu, ukuran partikel dari *polystyrene-co-acrylic acid* (C), (D) dan (E) sudah menunjukkan ukuran partikel dari miniemulsi yaitu 0,01-0,5 mm

Distribusi ukuran partikel juga dinyatakan dalam indeks polidispersitas. Rentang indeks polidispersitas berada di antara 0 sampai dengan 1. Nilai indeks polidispersitas mendekati 0 menunjukkan dispersi ukuran yang homogen. Sedangkan indeks polidispersitas dengan nilai lebih dari 0.5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi. Hasil dari ketiga produk ini memiliki indeks

polidispersitas sekitar 0.6 – 0.9 sehingga ketiga produk menunjukkan dispersi ukuran yang heterogen.

Dilihat dari perbandingan monomer *styrene*, besarnya ukuran partikel/diameter droplet tidak begitu jauh berbeda antara *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi keseragaman ukuran partikel. Ukuran paling baik ditunjukkan pada *polystyrene-co-acrylic acid* (D) dengan penyebaran partikel yang sempit. *Polystyrene-co-acrylic acid* (E) memiliki penyebaran partikel yang lebih baik dibandingkan dengan *polystyrene-co-acrylic acid* (C) akan tetapi memiliki heterogenitas partikel yang tinggi bila dibandingkan dengan *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Proses polimerisasi *styrene* dan *acrylic acid* menjadi *Polystyrene-co-Acrylic acid-Cu* melalui reaksi *miniemulsion polymerization* telah terbukti dengan diperolehnya hasil yang optimum.
2. Dari semua percobaan yang telah dilakukan, hasil yang paling optimum ditunjukkan pada *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dengan perbandingan 1 : 1 konsentrasi *styrene* terhadap *acrylic acid*.
3. Dari hasil SEM ditunjukkan bahwa bahan aktif Cu terlihat di dalam partikel, hasil EDX menunjukkan bahwa *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D) merupakan polimer yang paling optimum mengikat bahan aktif Cu dimana bahan aktif Cu yang terikat didalam *polystyrene-co-acrylic acid* (C) dan (D) sebesar 11.48 % dan 11.55 %.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna mendapatkan kualitas produk yang lebih baik lagi.
- Bahan baku yang digunakan diharapkan menggunakan bahan baku *pro analysis*.
- Dilakukan karakterisasi ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) setelah proses pembuatan miniemulsi selesai untuk mengetahui apakah ukuran partikel tersebut sudah menunjukkan miniemulsi atau belum.

DAFTAR PUSTAKA

Alka, T., Anita, B., “*Effective Removal of Pesticide (Dichlorvos) by Adsorption onto Super Paramagnetic Poly(styrene-co-acrylic acid) Hydrogel from Water*”, International Research Journal of Environment Sciences, November, Vol. 3 (11) : 41 – 46, 2014.

Irawadi, H., “*Pengaruh Inisiator Redoks H_2O_2 -Asam Askorbat dan Pengikat Silang Glisidil Metakrilat terhadap Ukuran dan Distribusi Ukuran Partikel pada Polimerisasi Emulsi Core-Shell Butil-Akrlat-Stirena*”, Karya Utama Sarjana Departemen Kimia, FMIPA UI, 2007.

Karakatsanis E., Focke W., Summers G., “*Low Molar Mass Poly(styrene-co-acrylid acid) Amphiphilic Block Copolymers: Synthesis and Characterization*”, Macromol. Symp 193: 187 – 193, 2003.

Karakatsanis E., “*Synthesis and Characterization of Low Molecular Mass Amphiphilic Block Copolymers and Potential Use in Surfactant Assisted Particle Micro-Mixing*”, Department of Chemical Engineering, University of Pretoria, 2003.

M.A. Taylor, J. Schmidt-Thummes, E. Schwarzenbach, D.I. Lee. In: D. Urban, K. Takamura (Eds.), “*Polymer Dispersions and Their Industrial Applications*”, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, p 3 – 75, 2002.

Oktavia, E., “*Studi Pendahuluan Polimerisasi Emulsi Opal (Colorant Emulsion) Polistirena-ko-Polibutil Akrlat*”. Karya Utama Magister Departemen Kimia, FMIPA UI, 2006.

Pramauro, E., Pelezetti, E., et al., *“Surfactan in Analytical Chemistry: Applications of Organized Amphiphilic Media”*, Elsevier Science, Amsterdam, 1996.

Schork F. J, Luo Y, Smulders W, Russum J. P., Kevin A. B., *“Miniemulsion Polymerization”*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

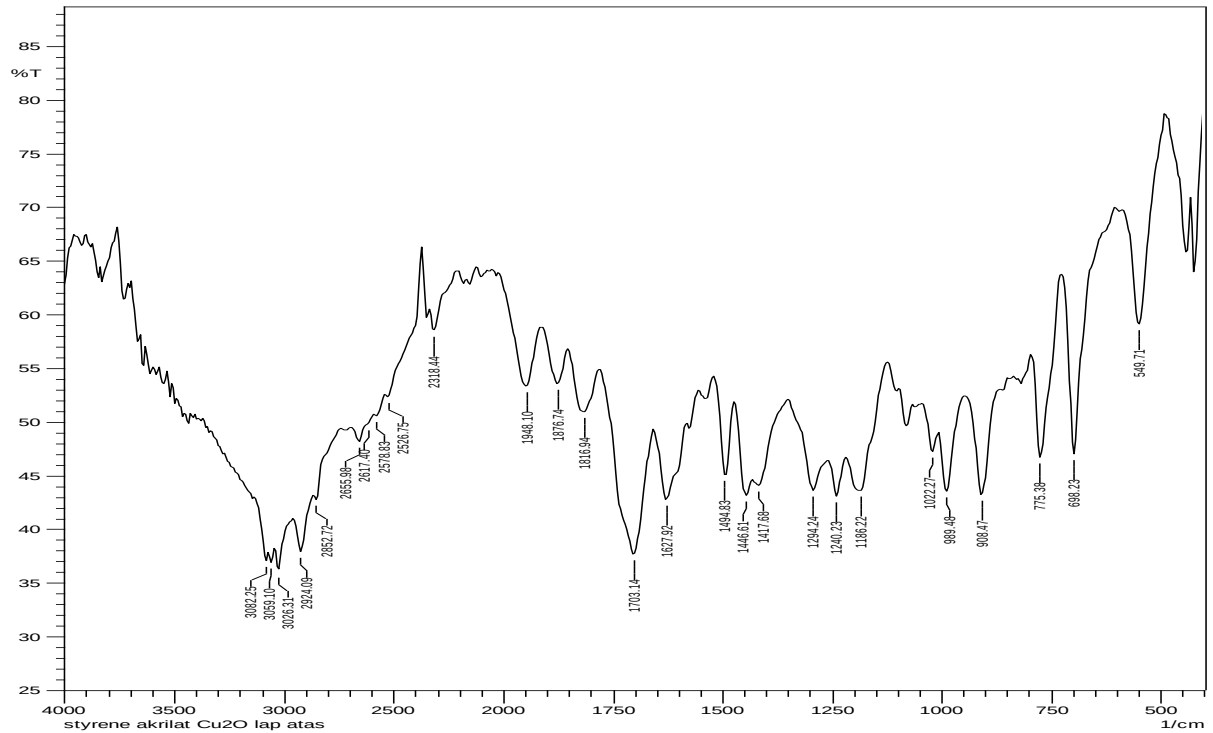
Song C., Chang Y., Cheng L., Xu Y., Chen X., Zhang L., Zhong L., Dai L., *“Preparation, characterization, and antibacterial activity studies of silver-loaded poly(styrene-co-acrylic acid) nanocomposites”*, Material Science and Engineering C 36 : 146 – 151, 2014.

Suswanti, Indah., *“Polimerisasi Core-Shell Metil Metakrilat-Butil Akrilat: Pengaruh Variasi Pengikat Silang Glisidil Metakrilat dan Teknik Polimerisasi terhadap Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersitas”*, Departemen Kimia, FMIPA UI, 2008..

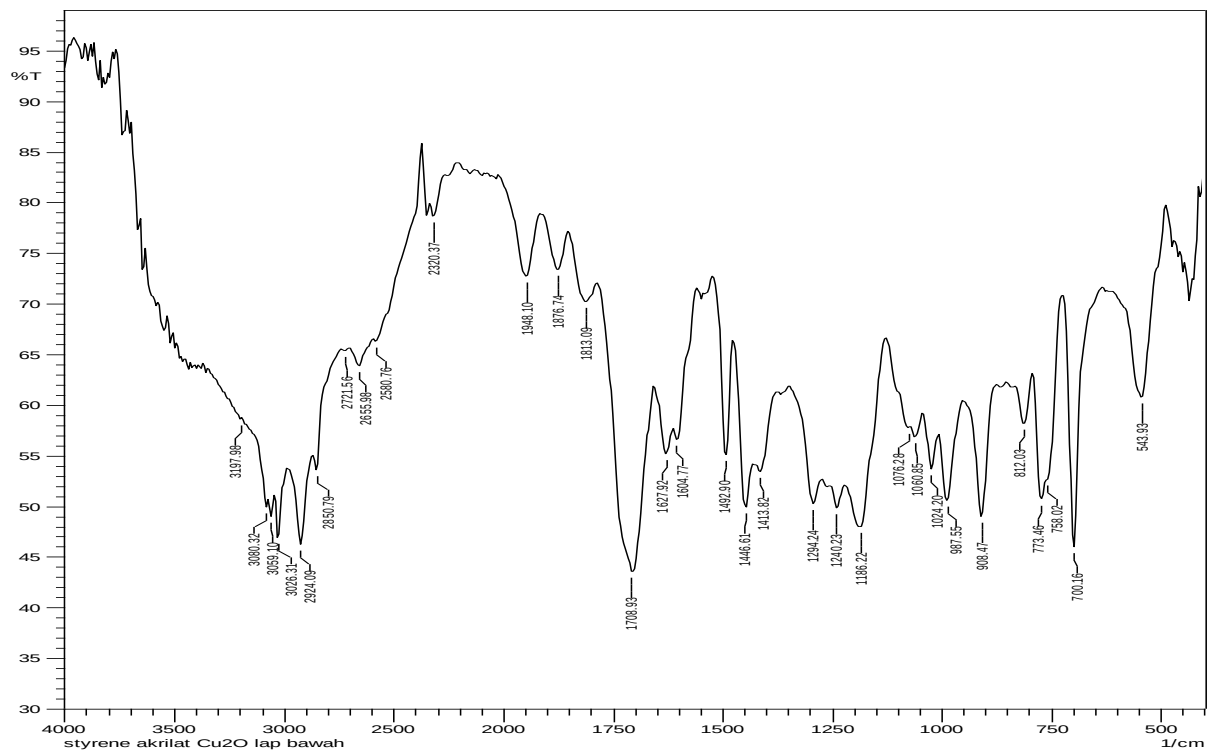
Lampiran

Lampiran 1. Hasil analisis spektrum FTIR

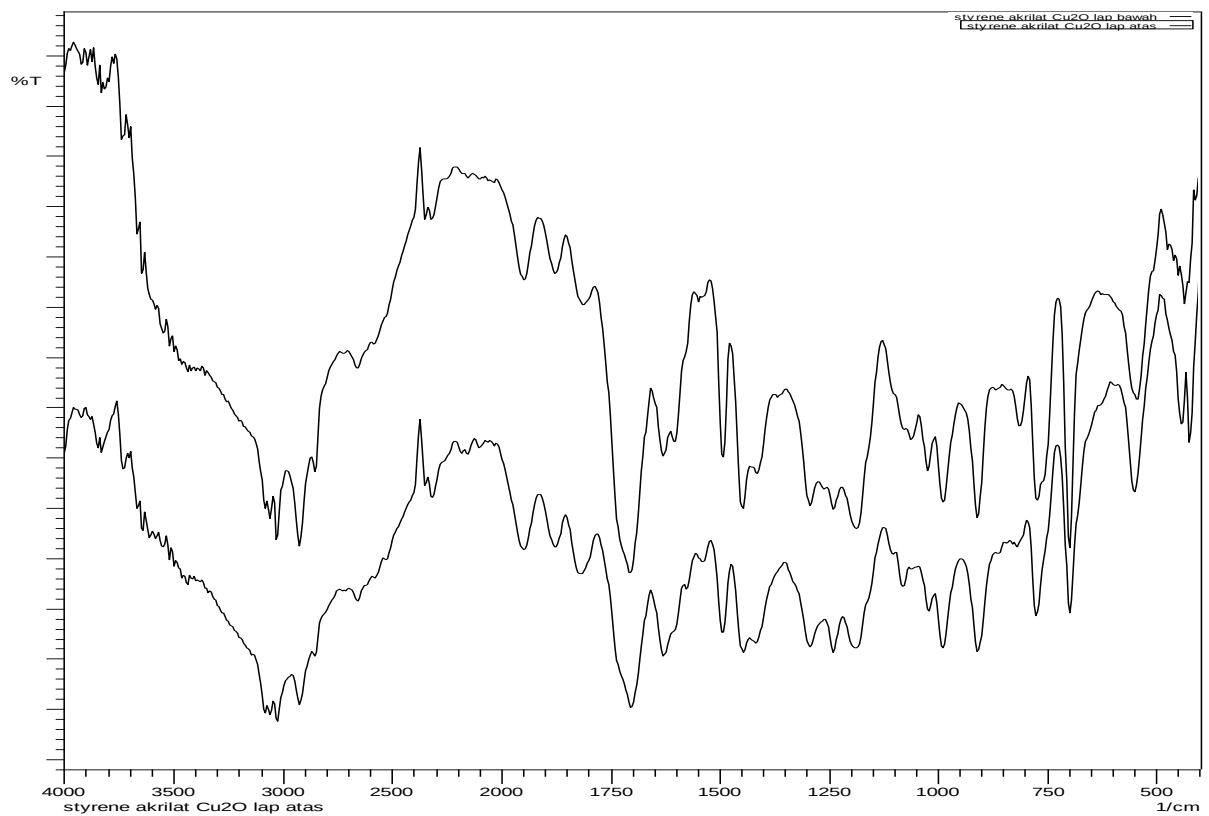
a. *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas



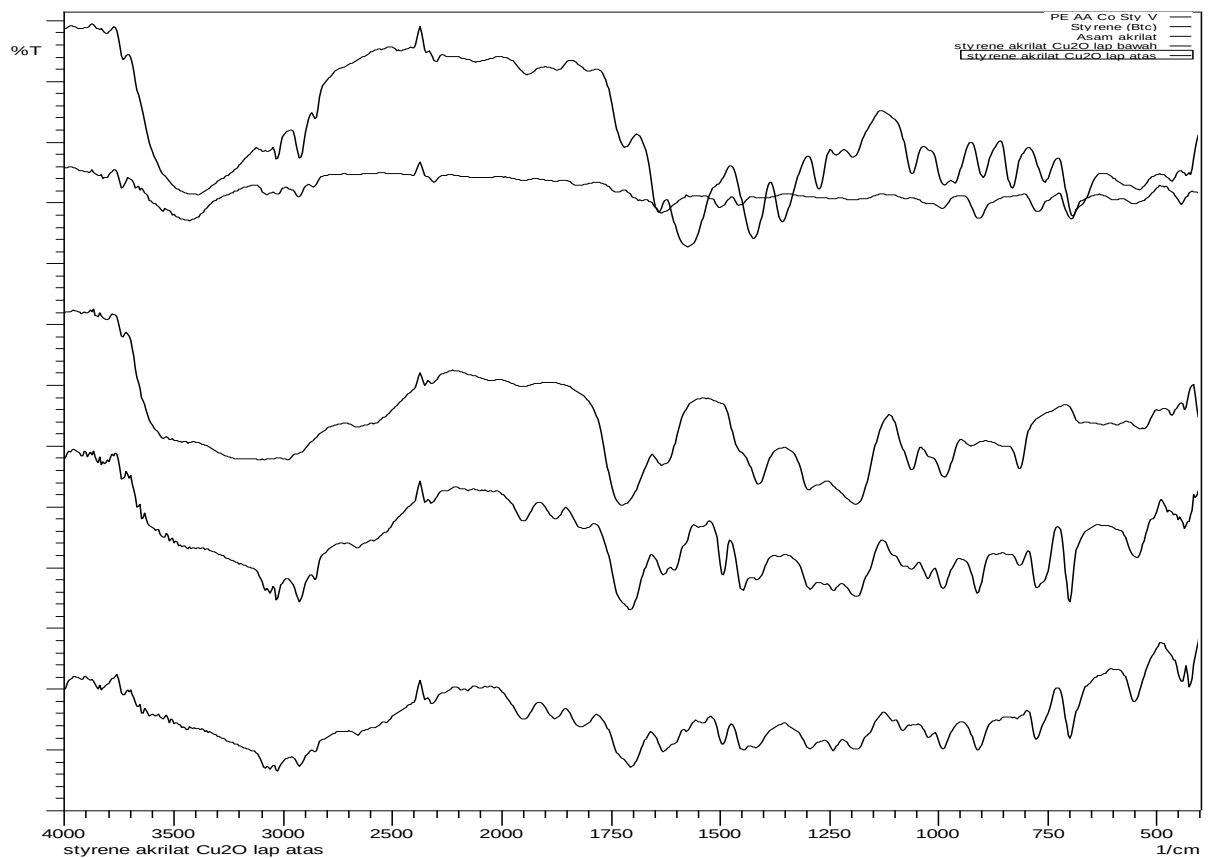
b. *Polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan bawah



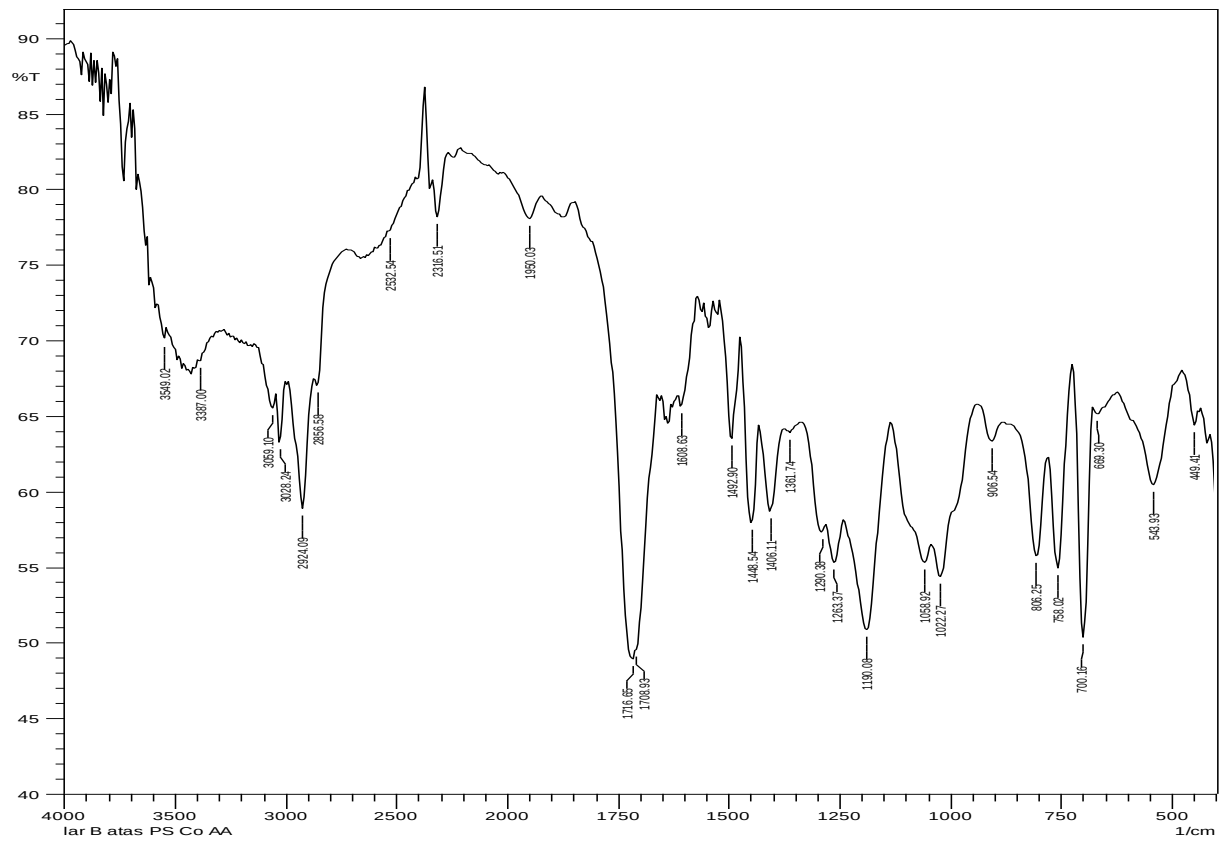
c. *Overlay polystyrene-co-acrylic acid (A) lapisan atas dan lapisan bawah*



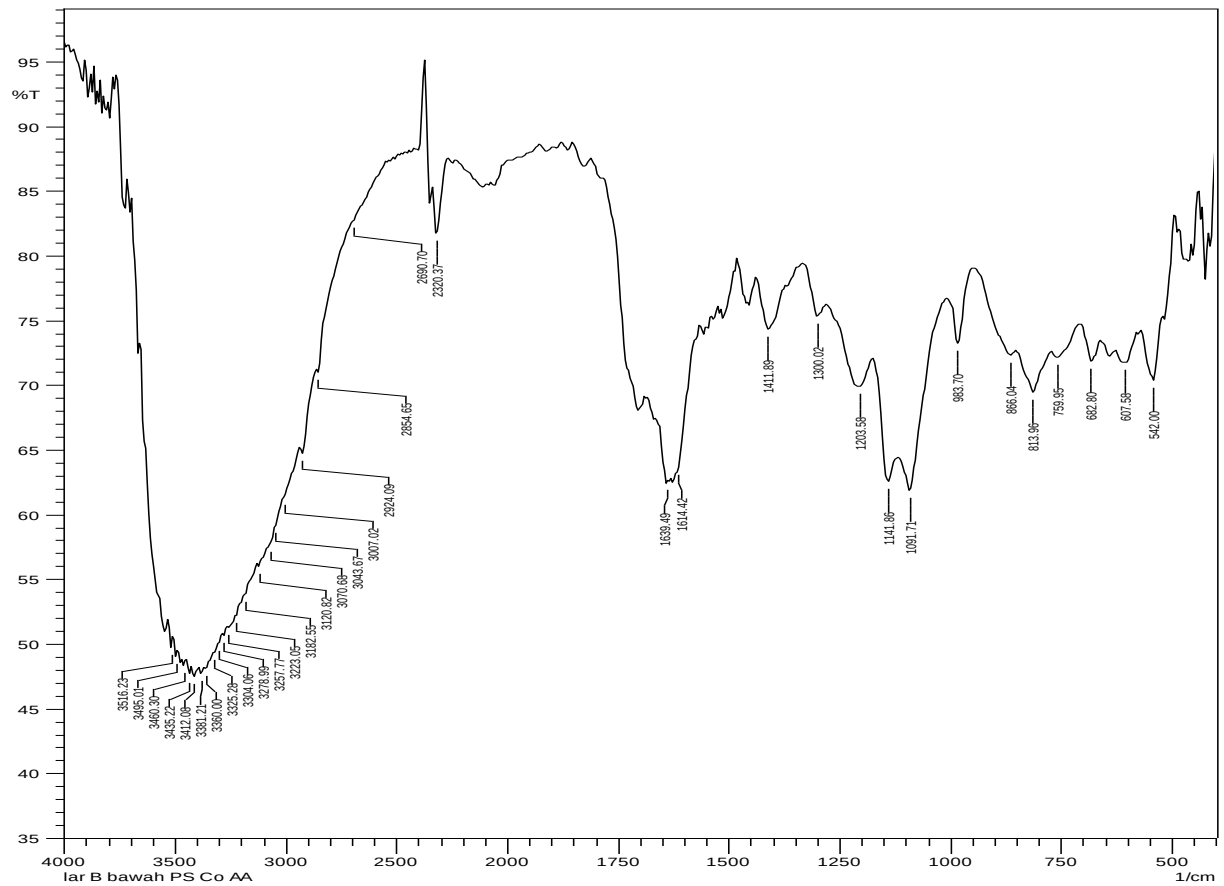
d. *Overlay polystyrene-co-acrylic acid (A) , styrene dan acrylic acid*



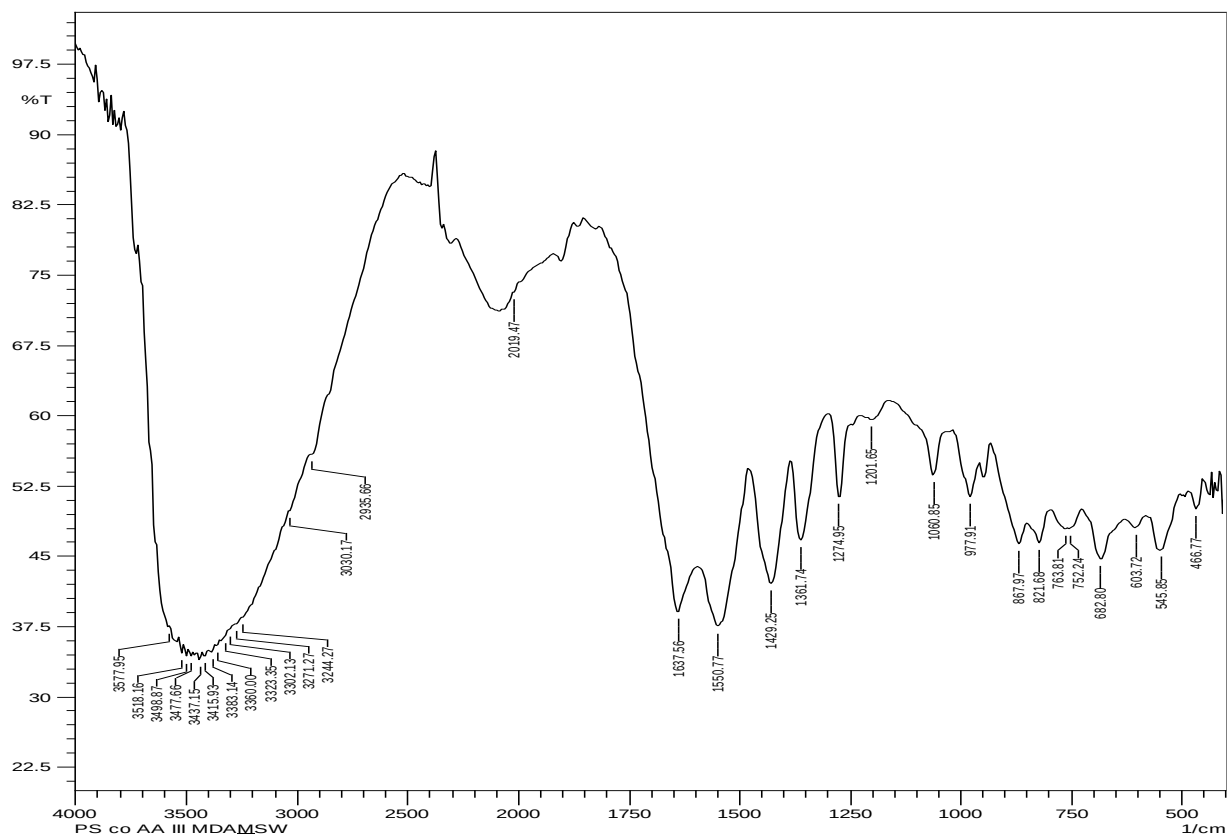
e. *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan atas



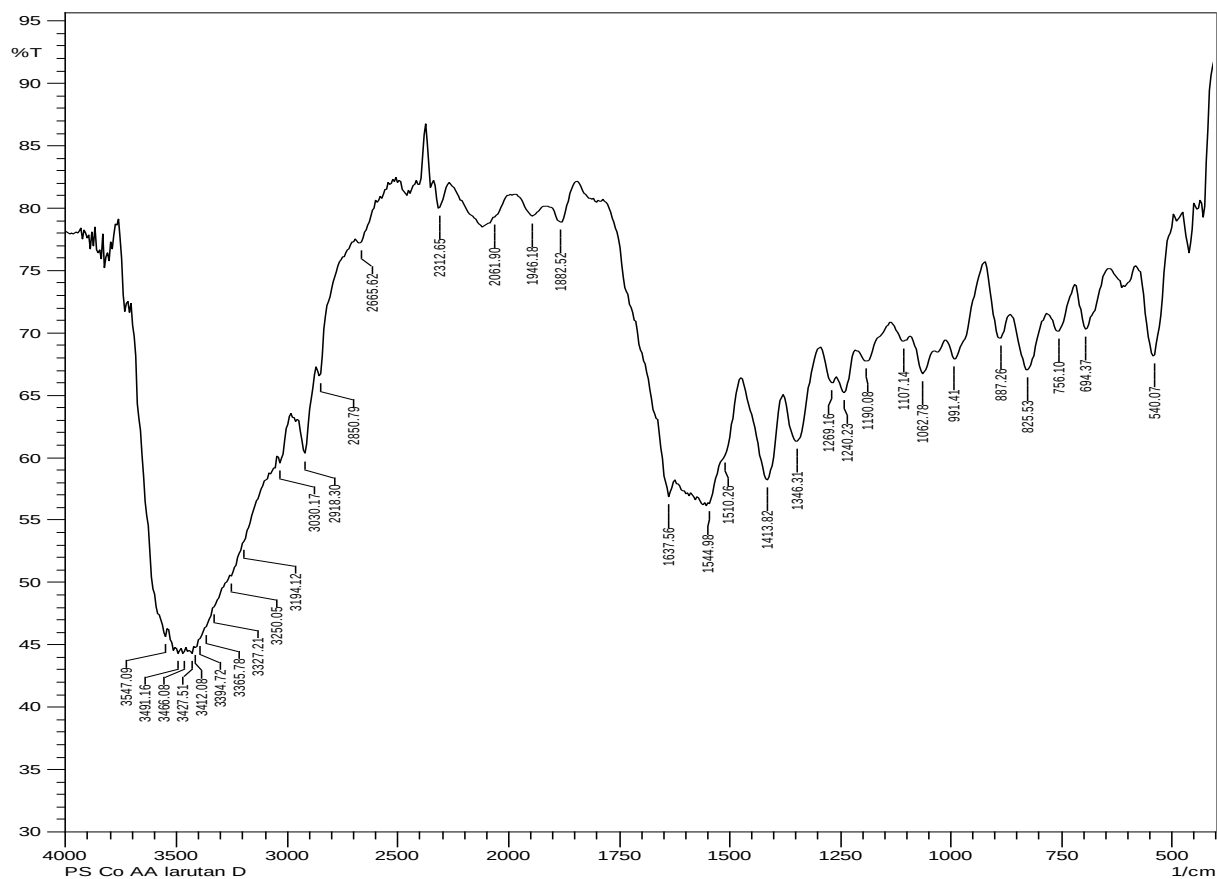
f. *Polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan bawah



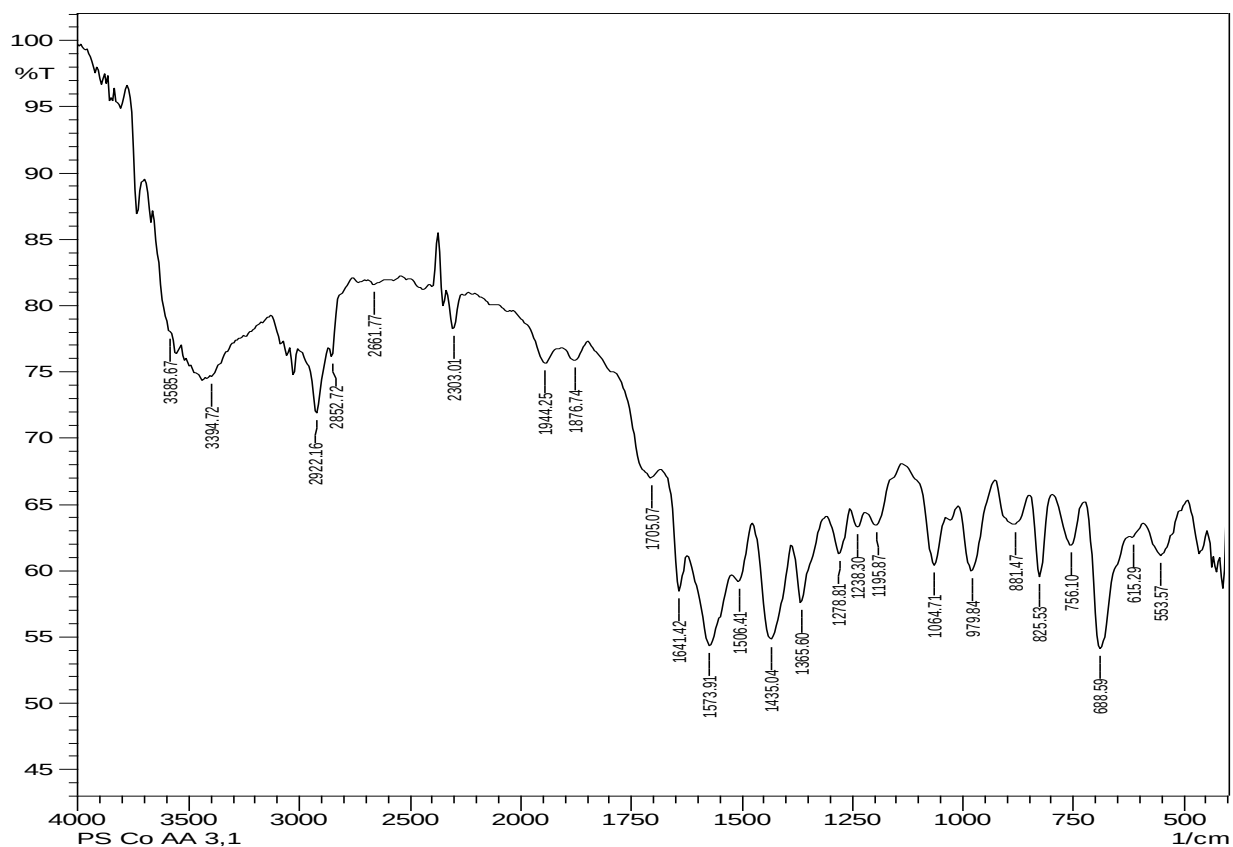
g. *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)



h. *Polystyrene-co-acrylic acid* (D)

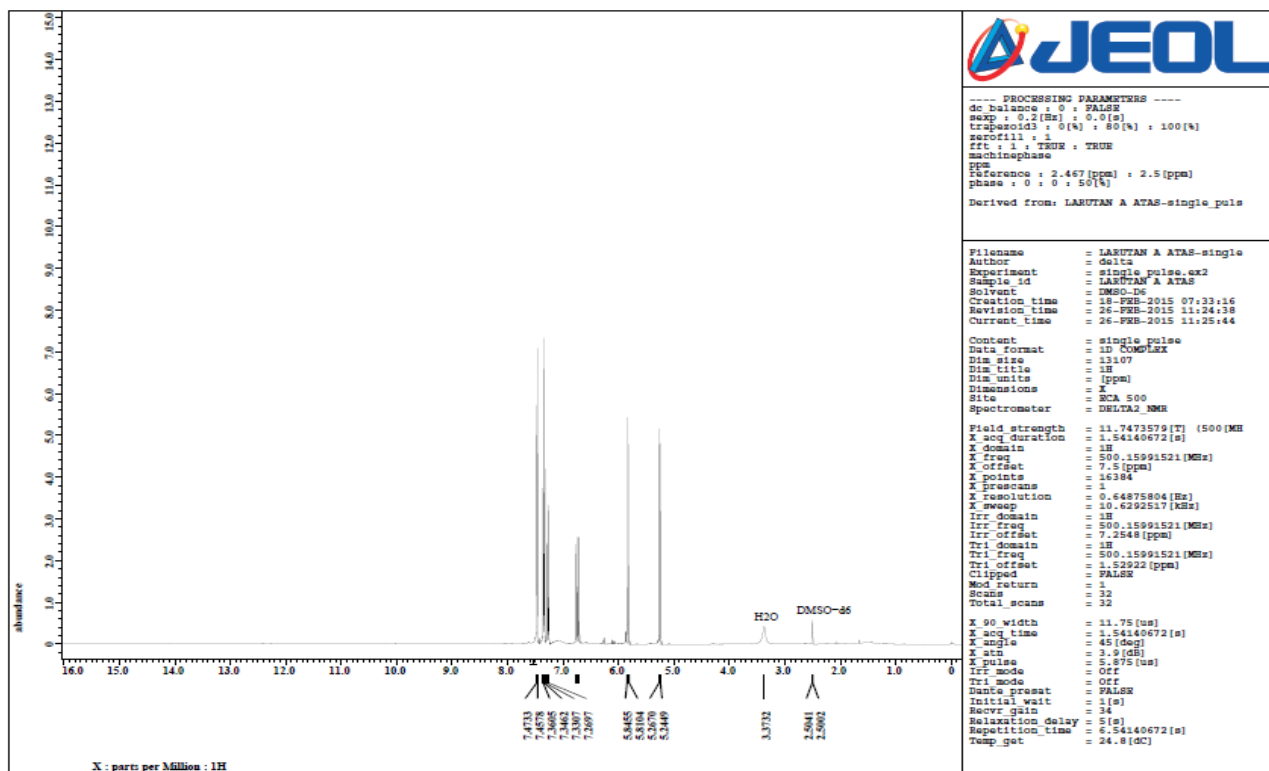


i. *Polysytrene-co-acrylic acid* (E)

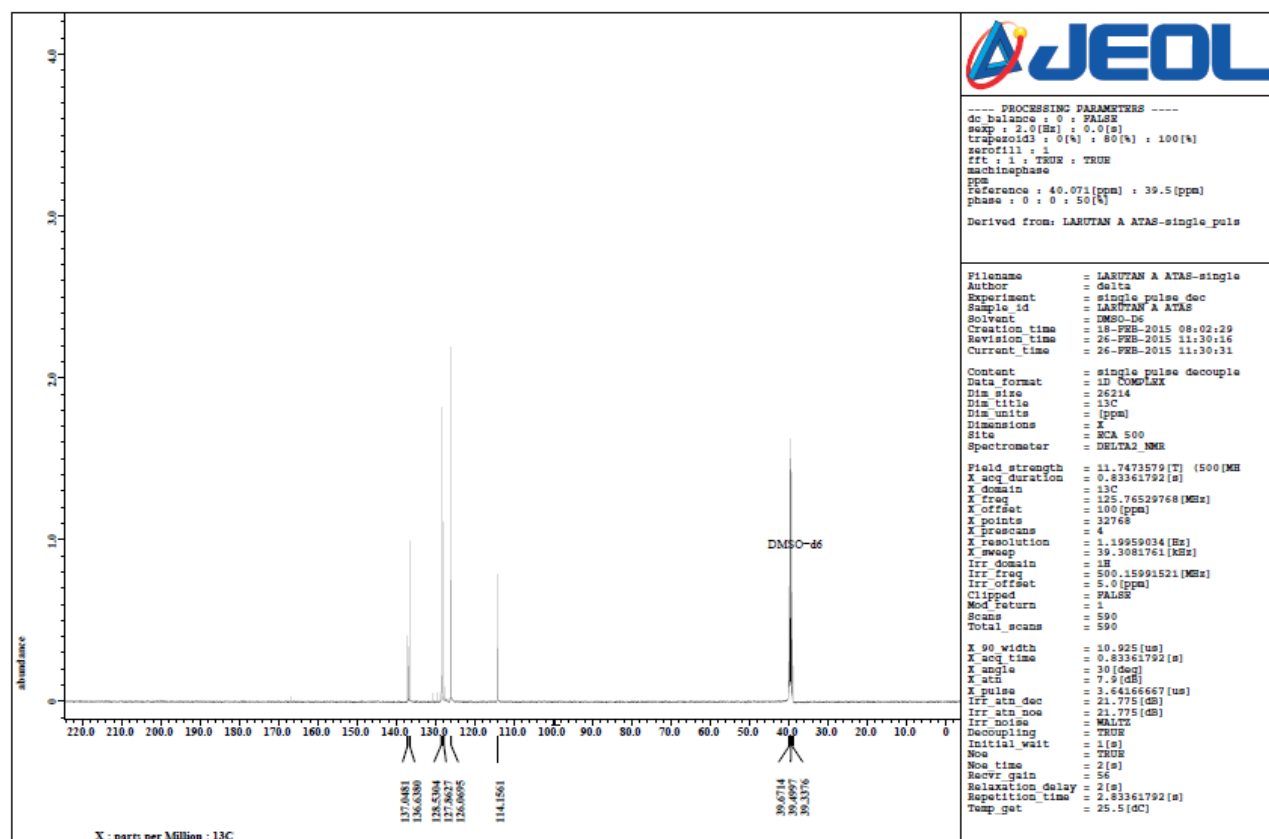


Lampiran 2 : Hasil Analisa Spektrum NMR

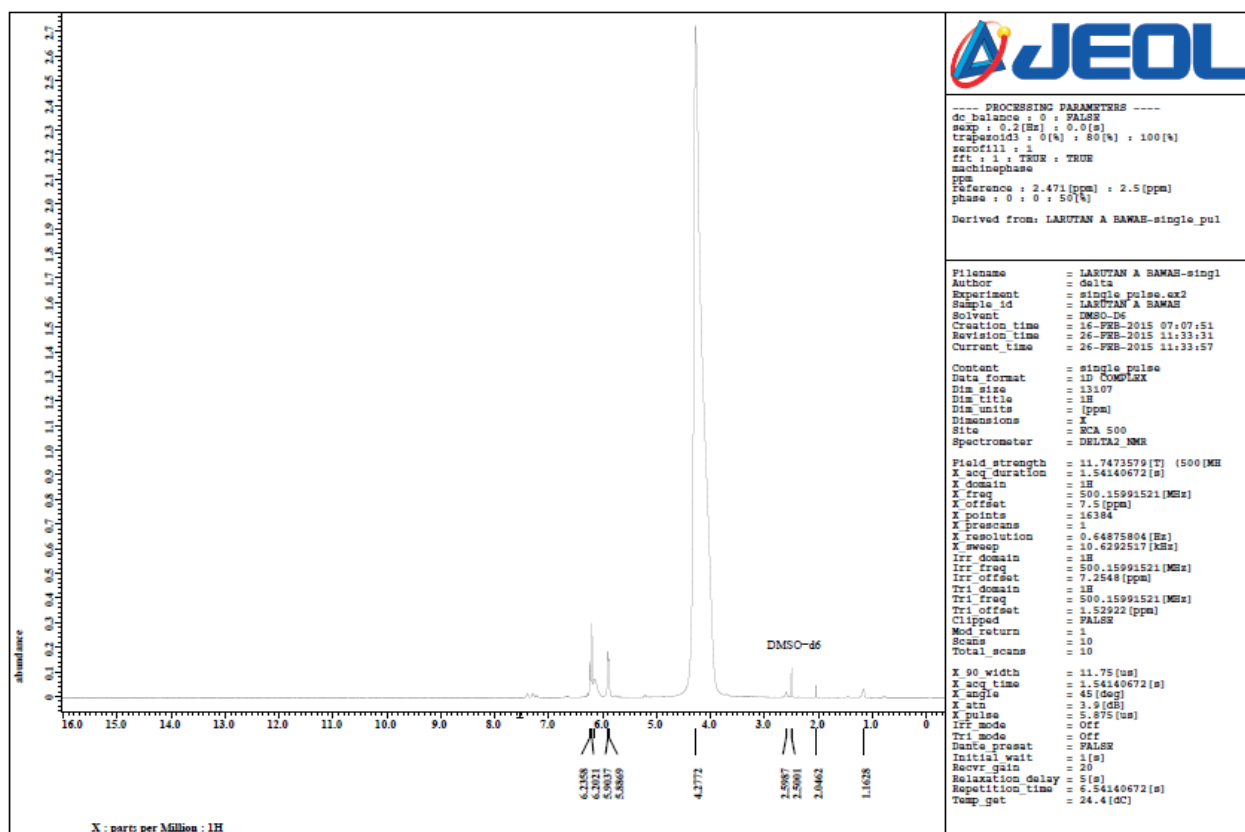
a. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas



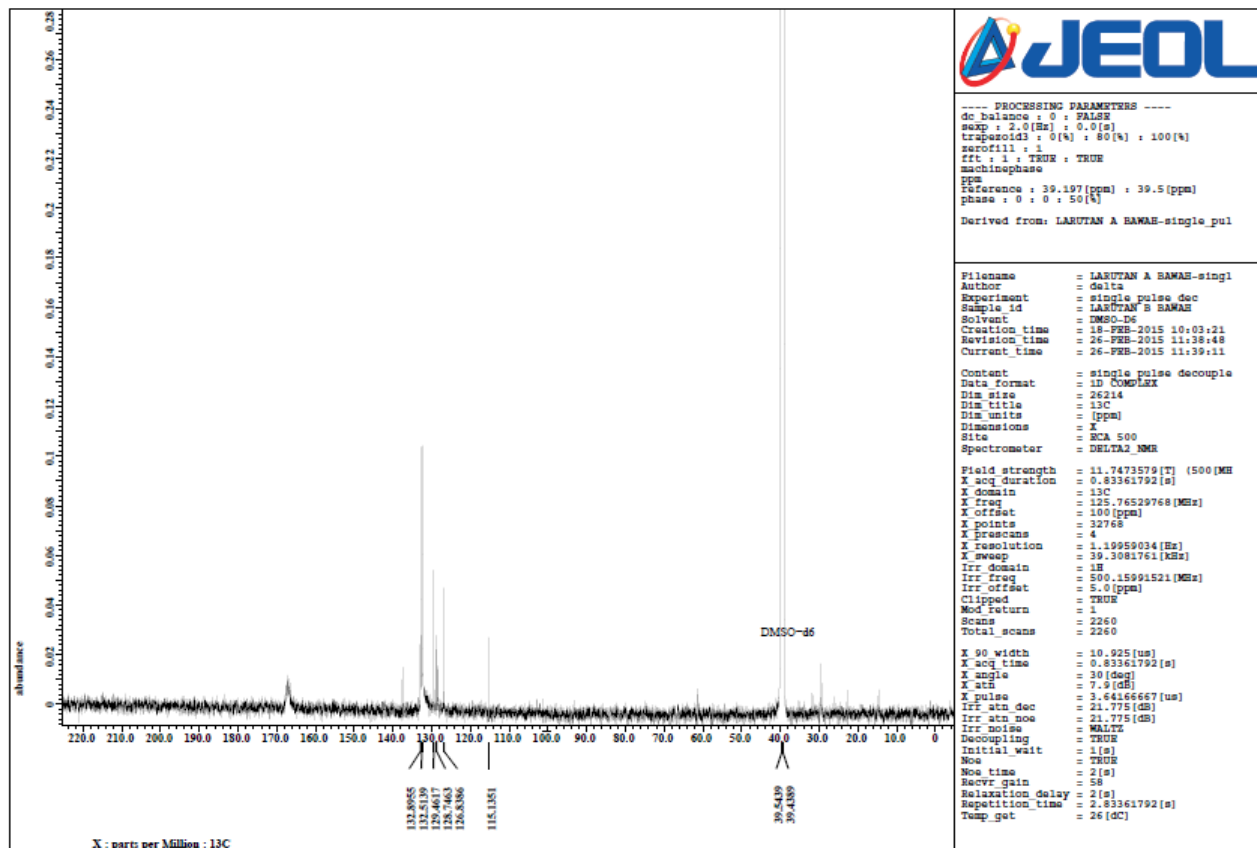
b. Spektra ^{13}C NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan atas



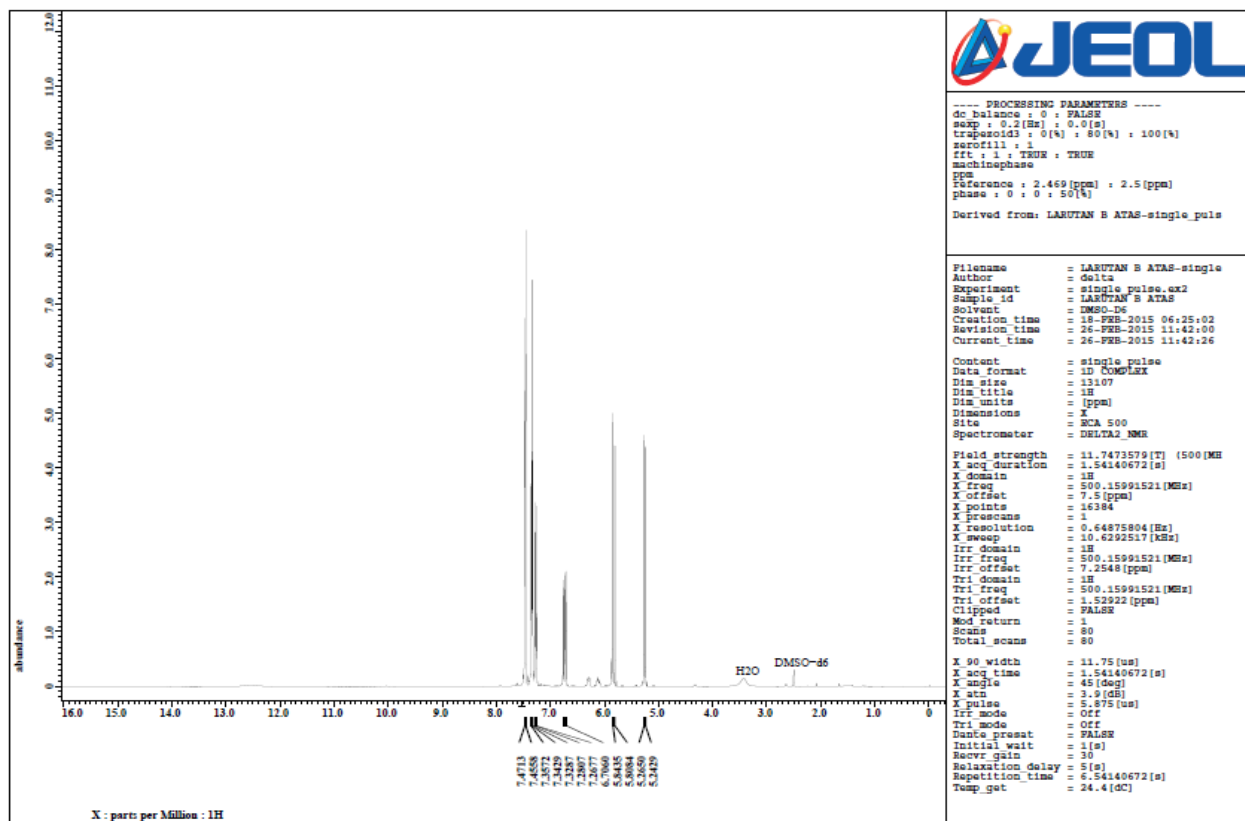
c. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan bawah



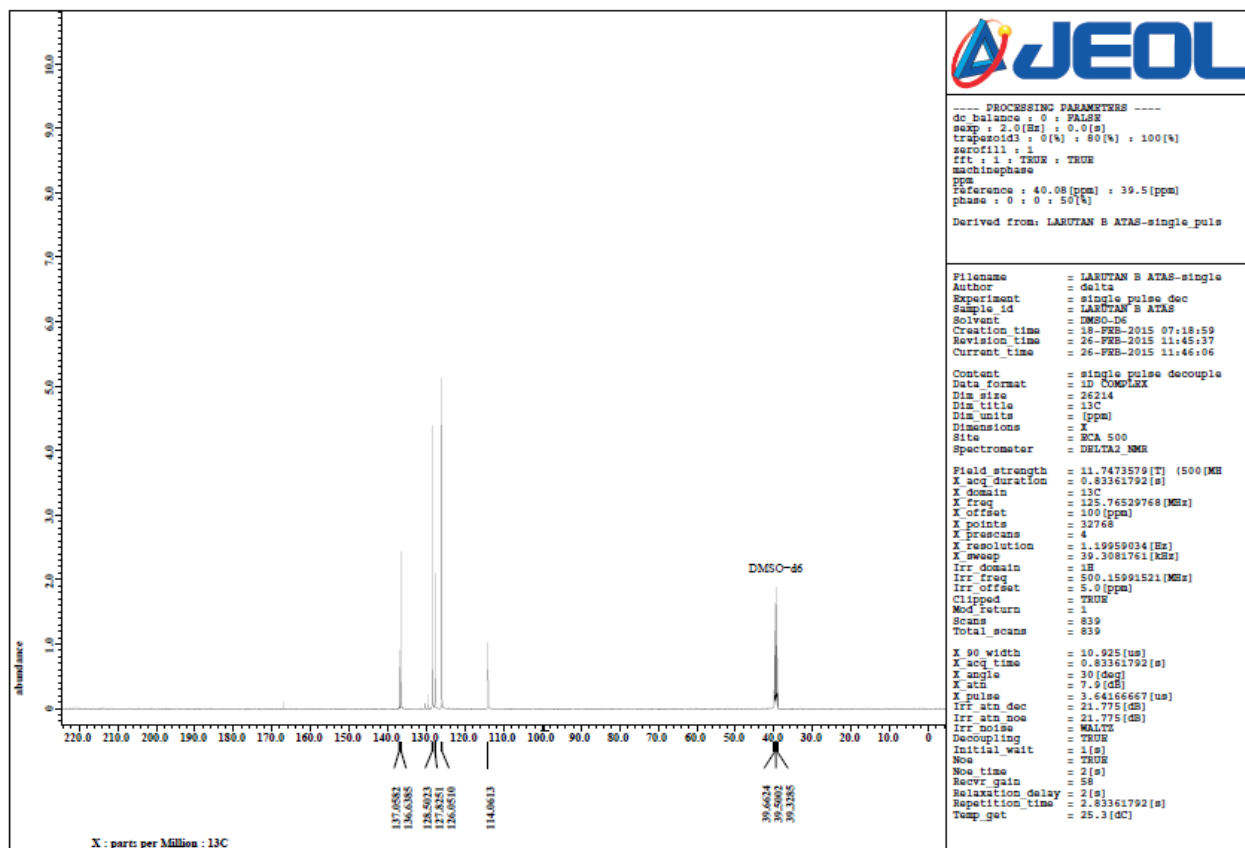
d. Spektra ^{13}C NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (A) lapisan bawah



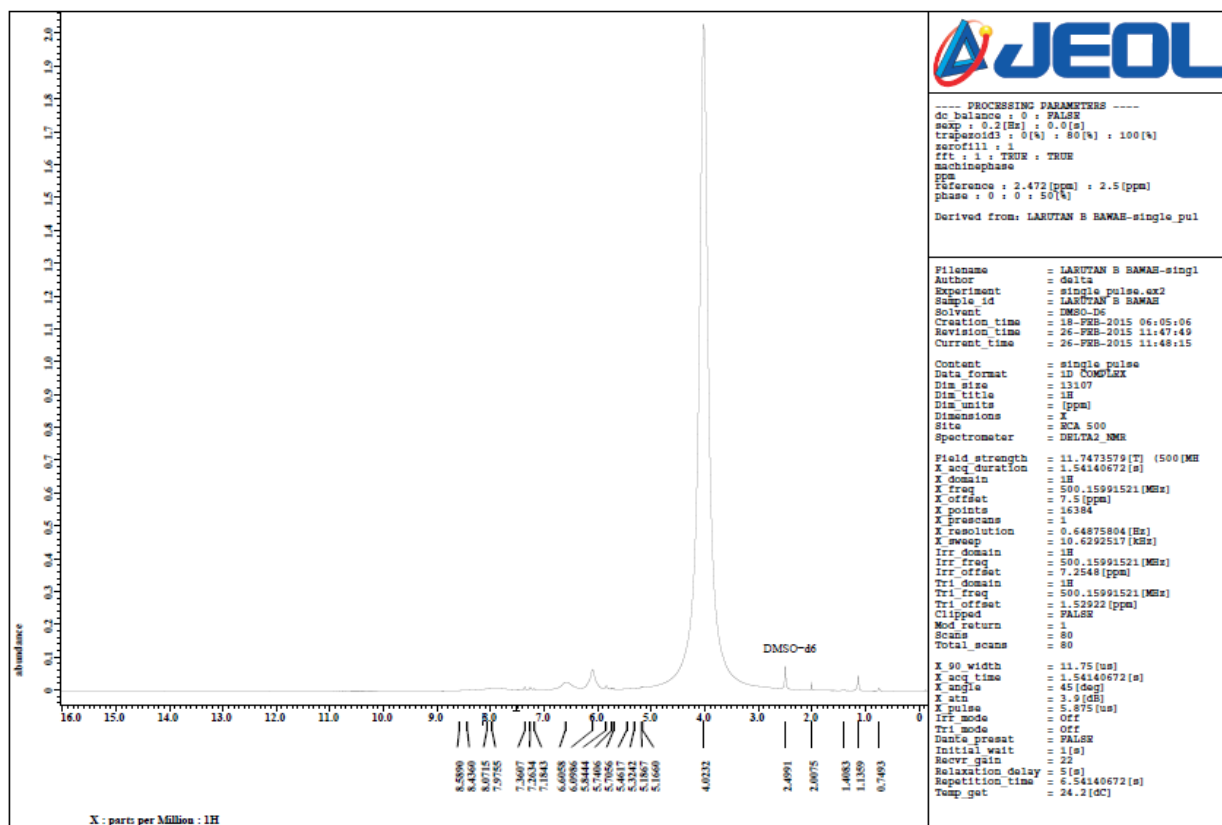
e. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan atas



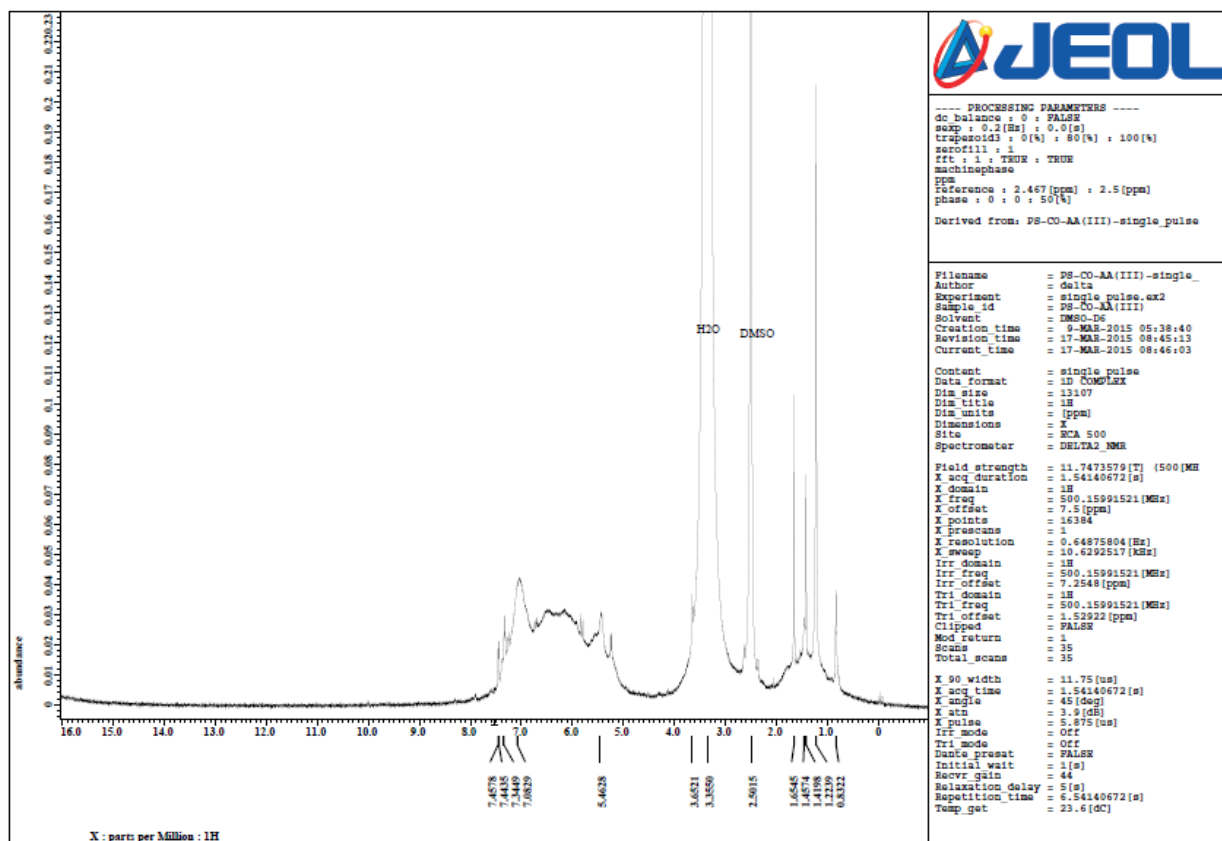
f. Spektra ^{13}C NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan atas



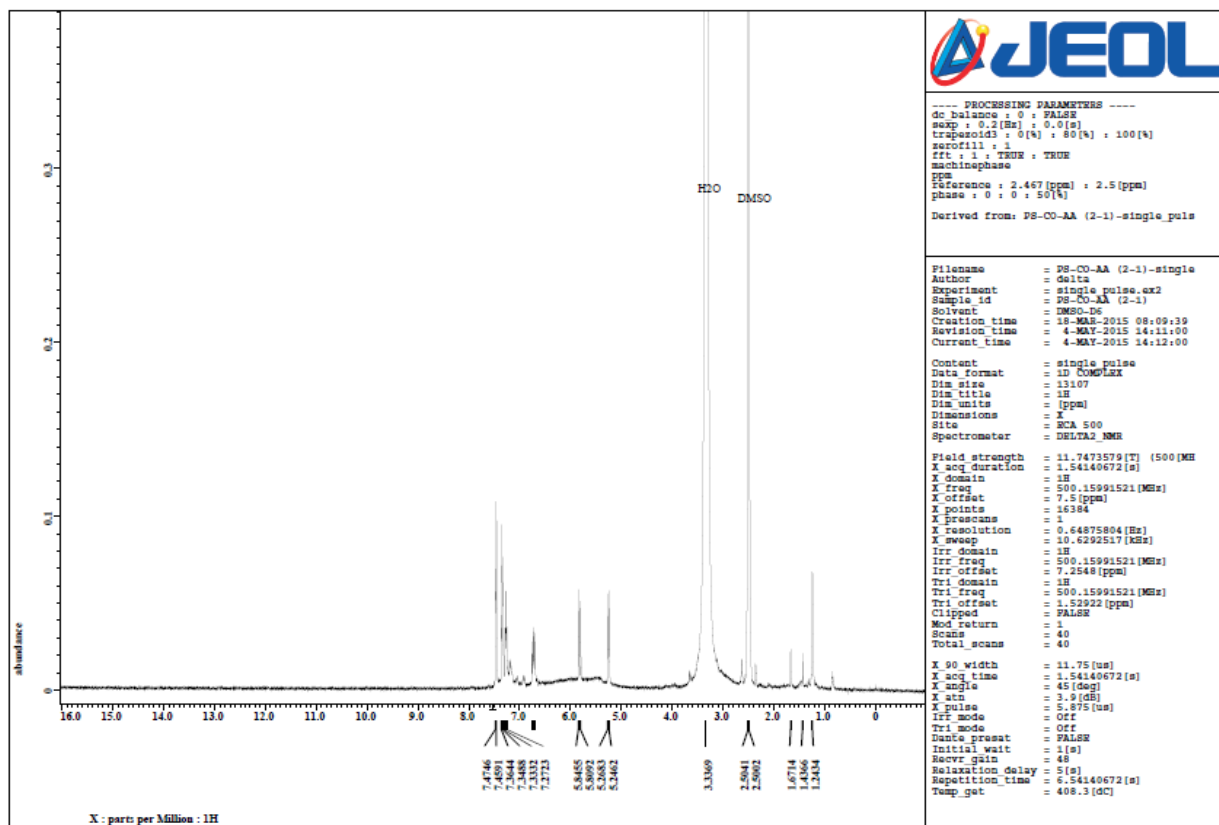
g. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (B) lapisan bawah



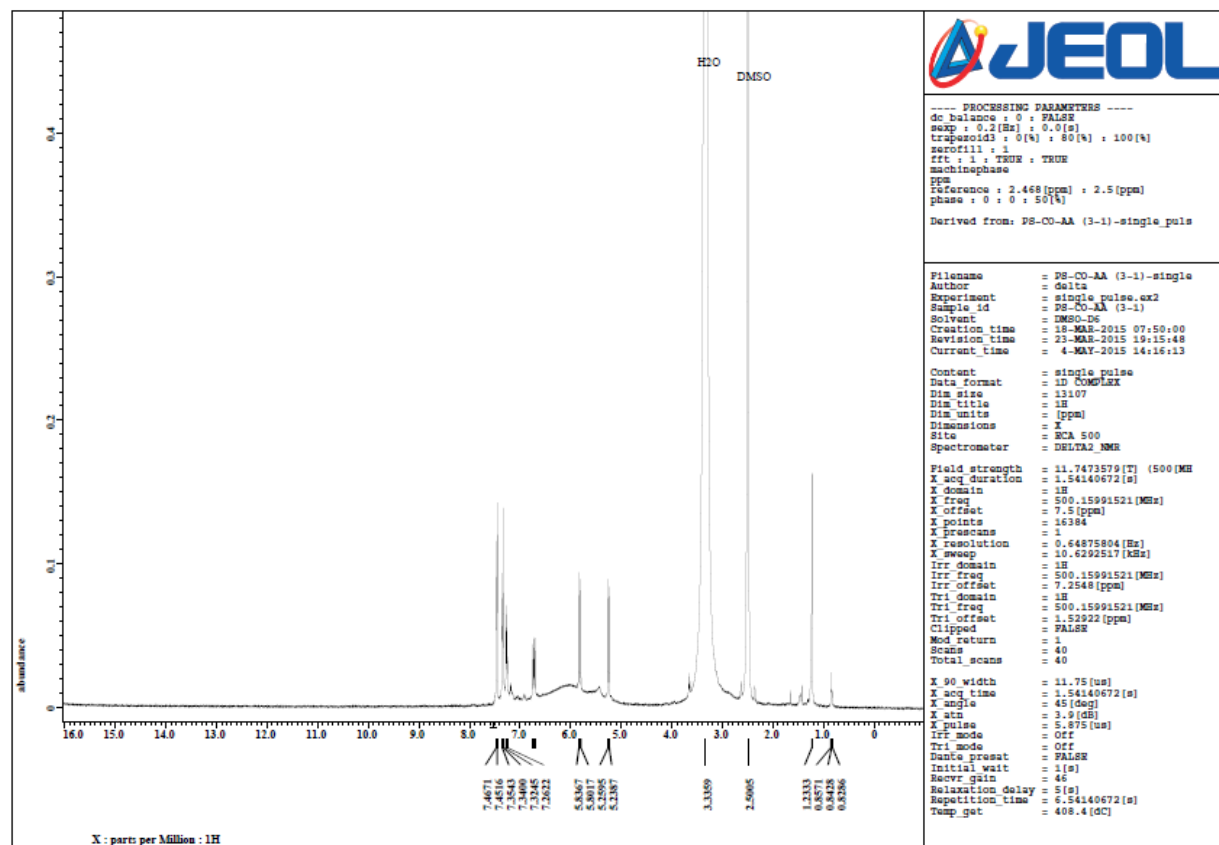
h. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (C)



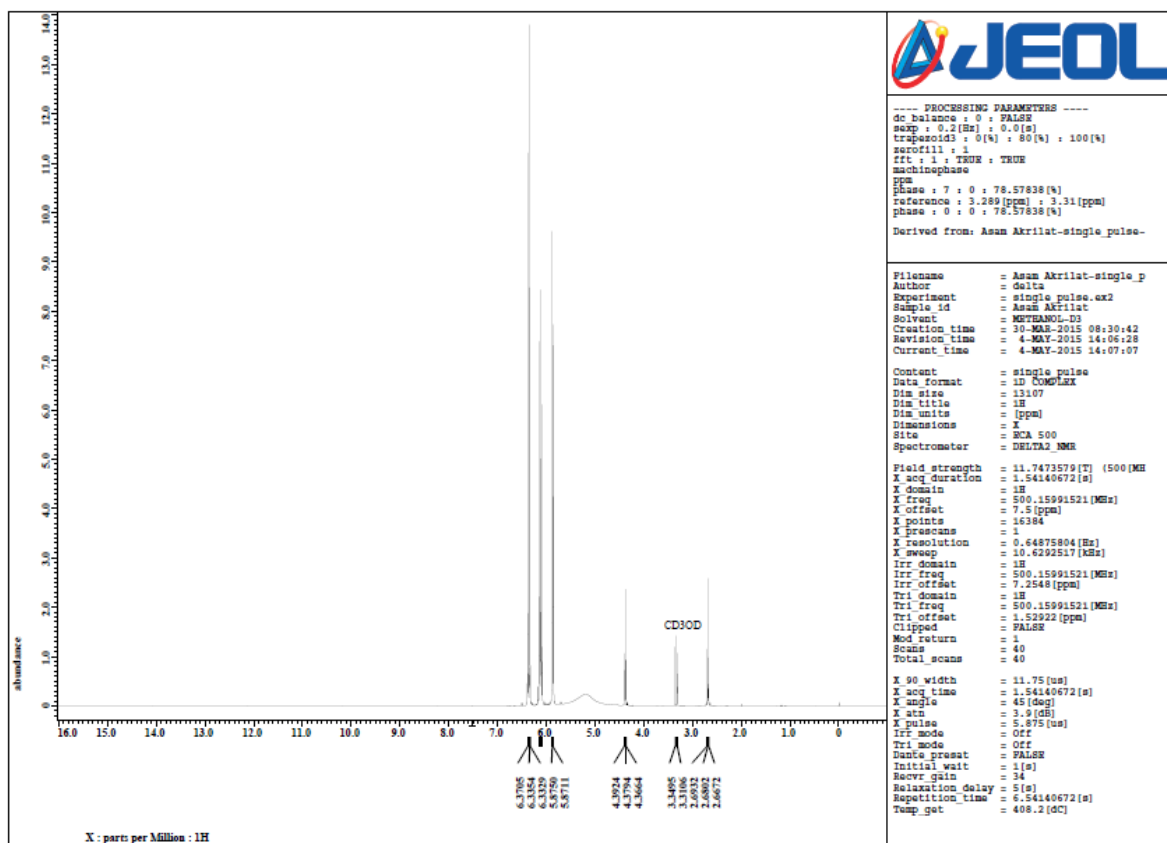
i. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (D)



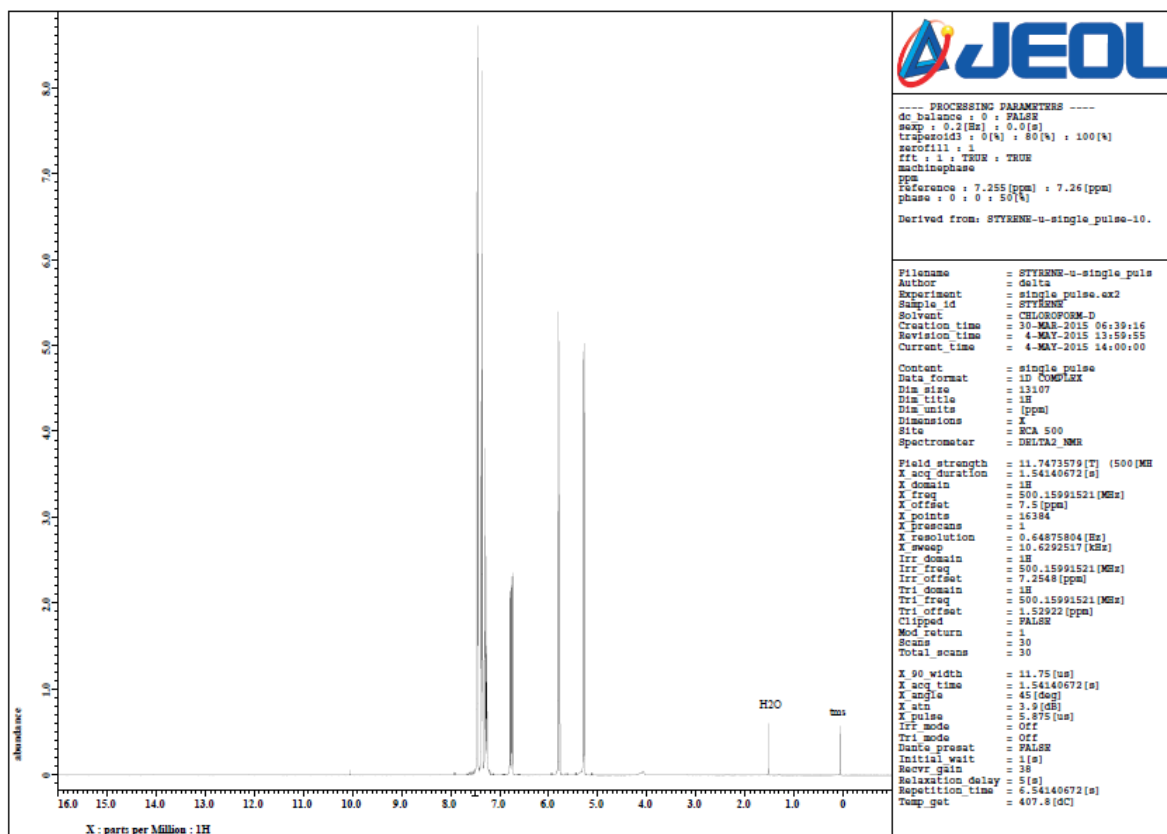
j. Spektra ^1H NMR *polystyrene-co-acrylic acid* (E)



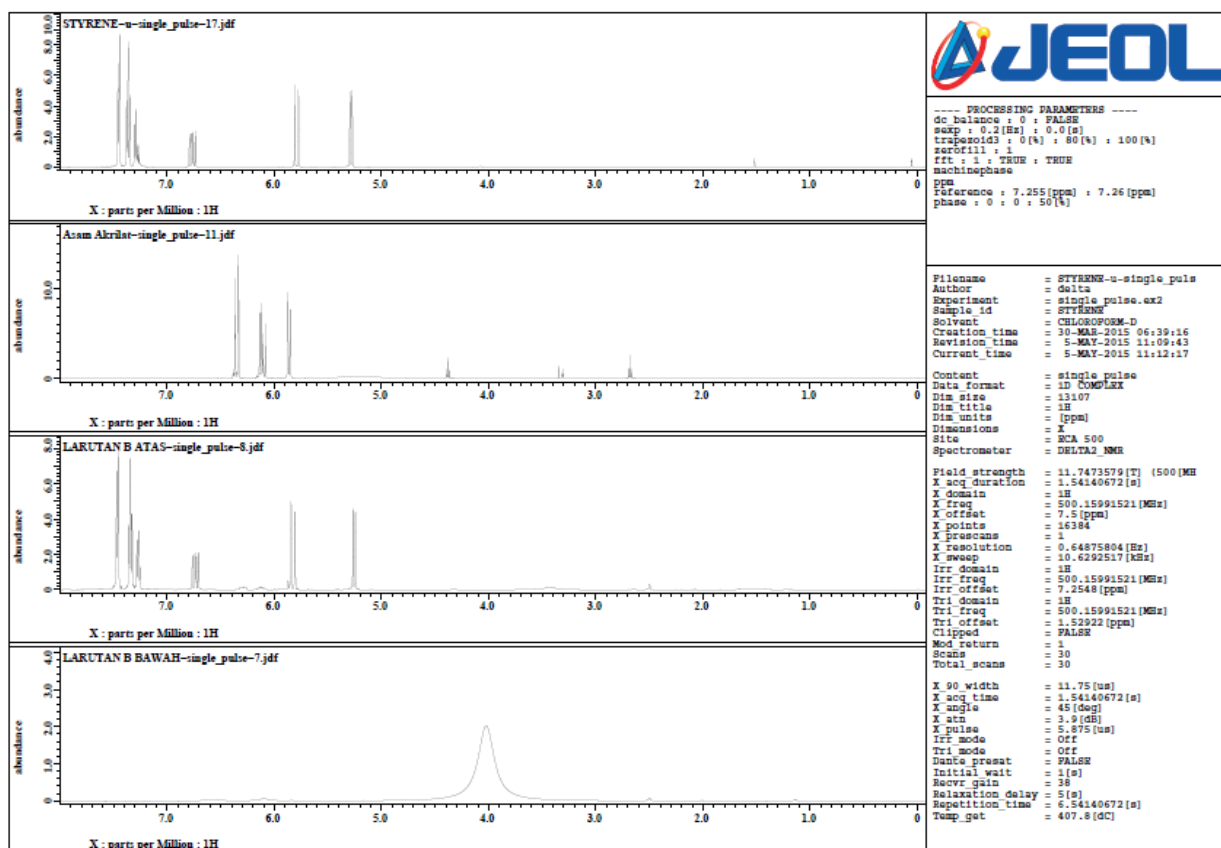
k. Spektra ^1H NMR *acrylic acid*



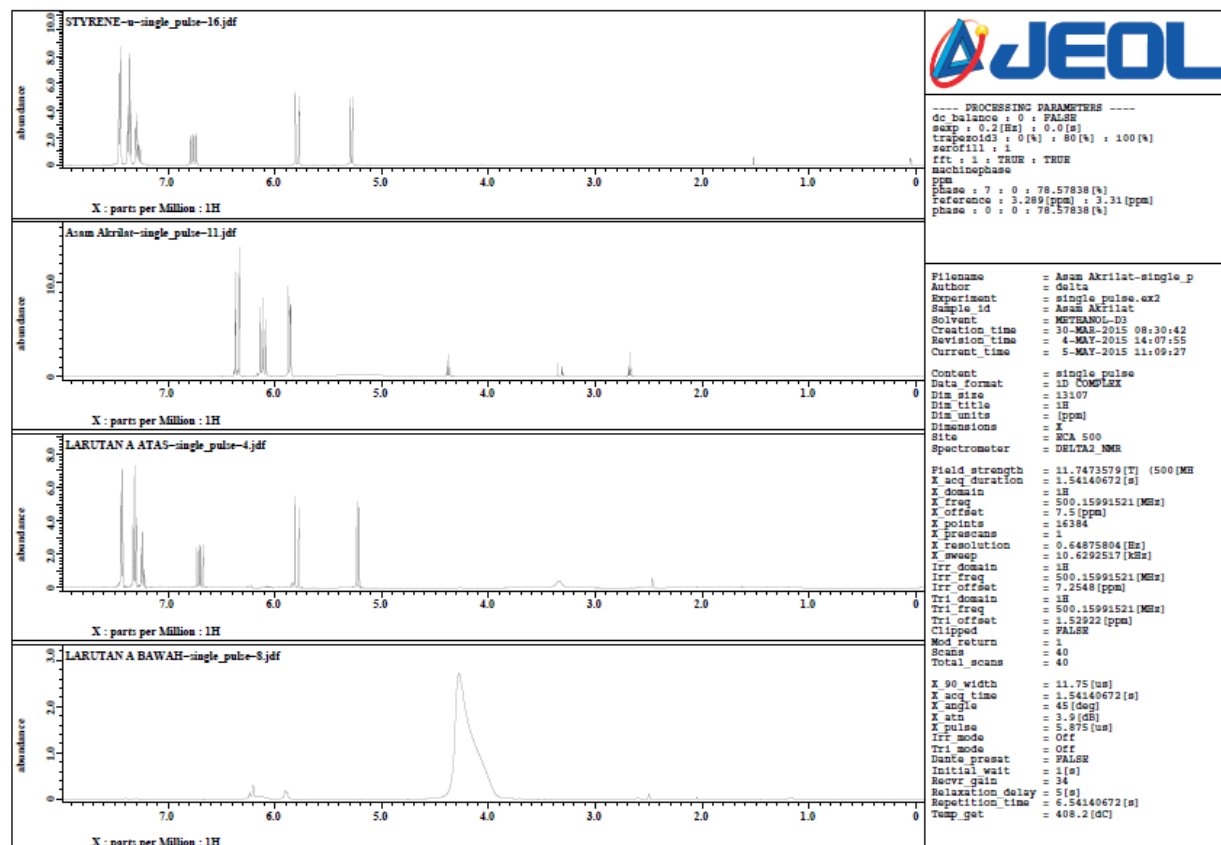
l. Spektra ^1H NMR *styrene*



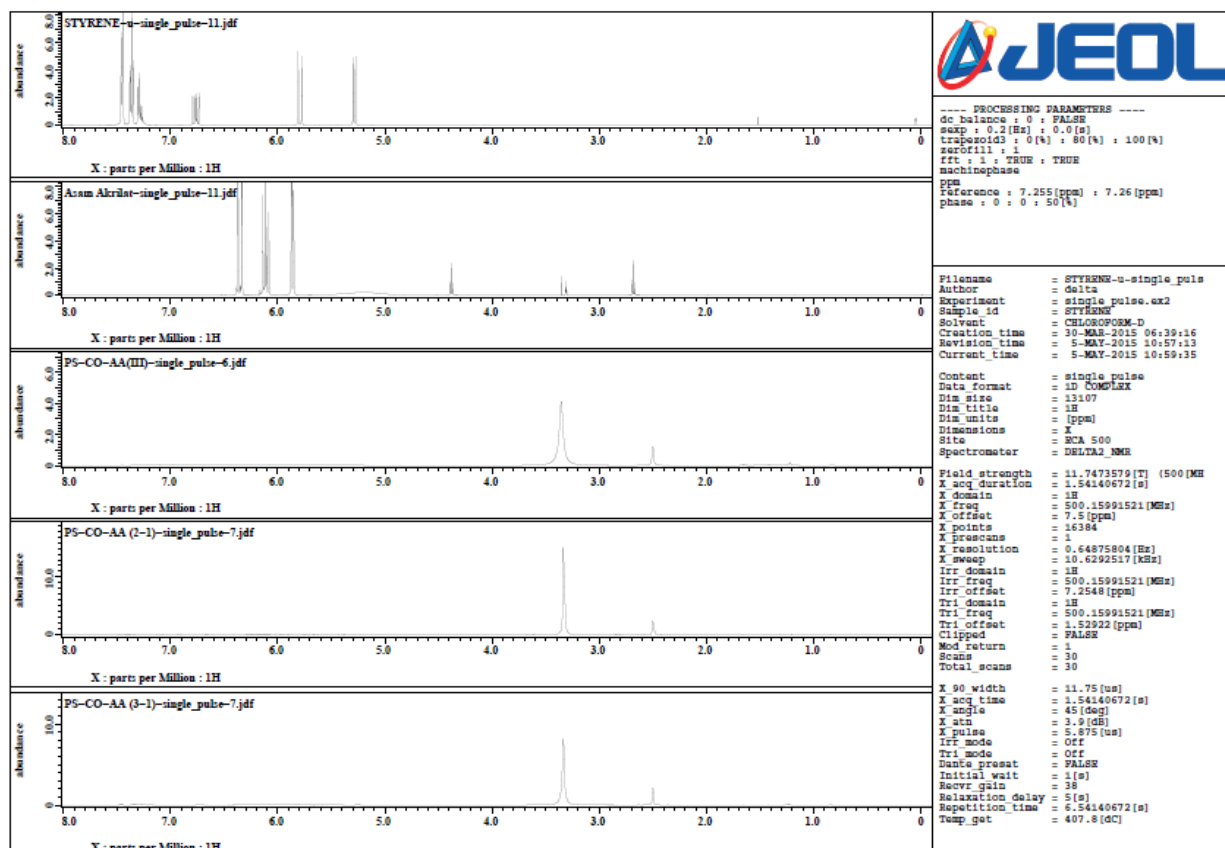
m. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (A), styrene dan acrylic acid



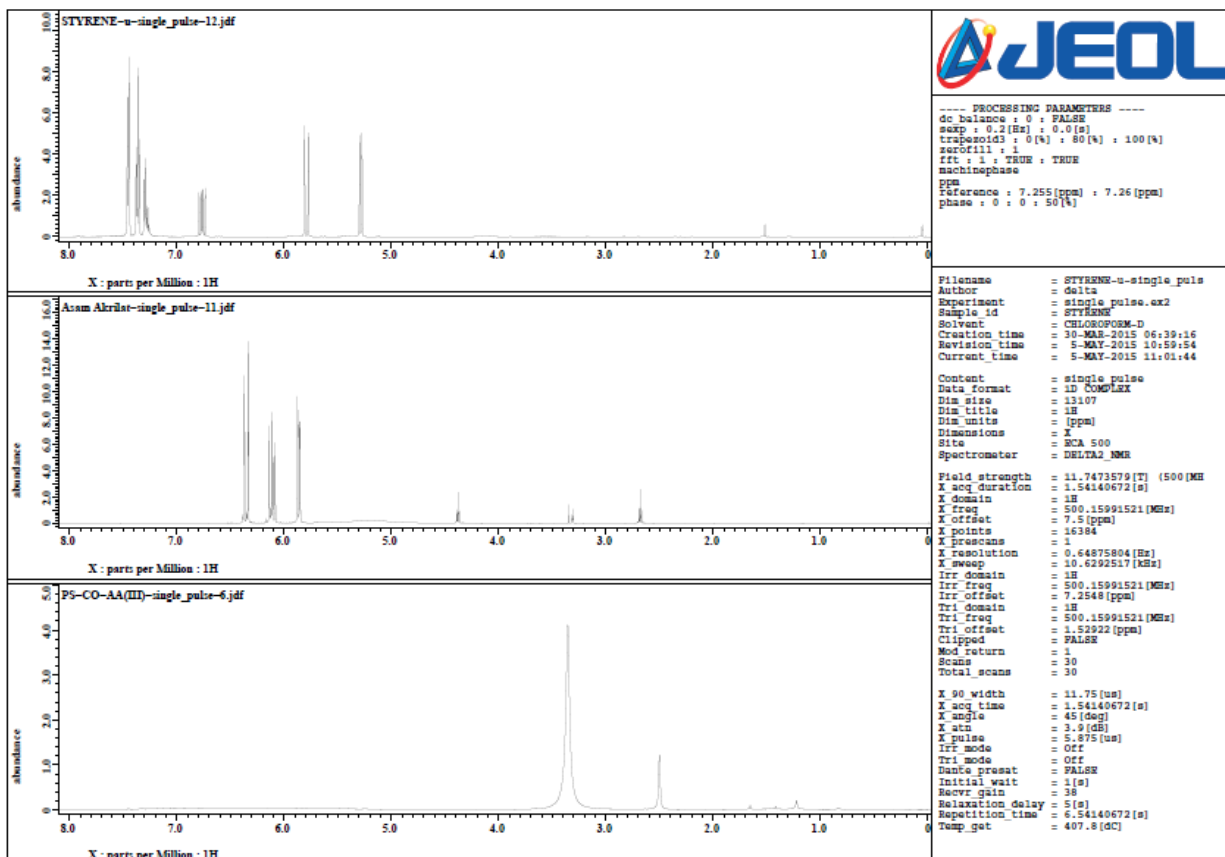
n. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (B), styrene dan acrylic acid



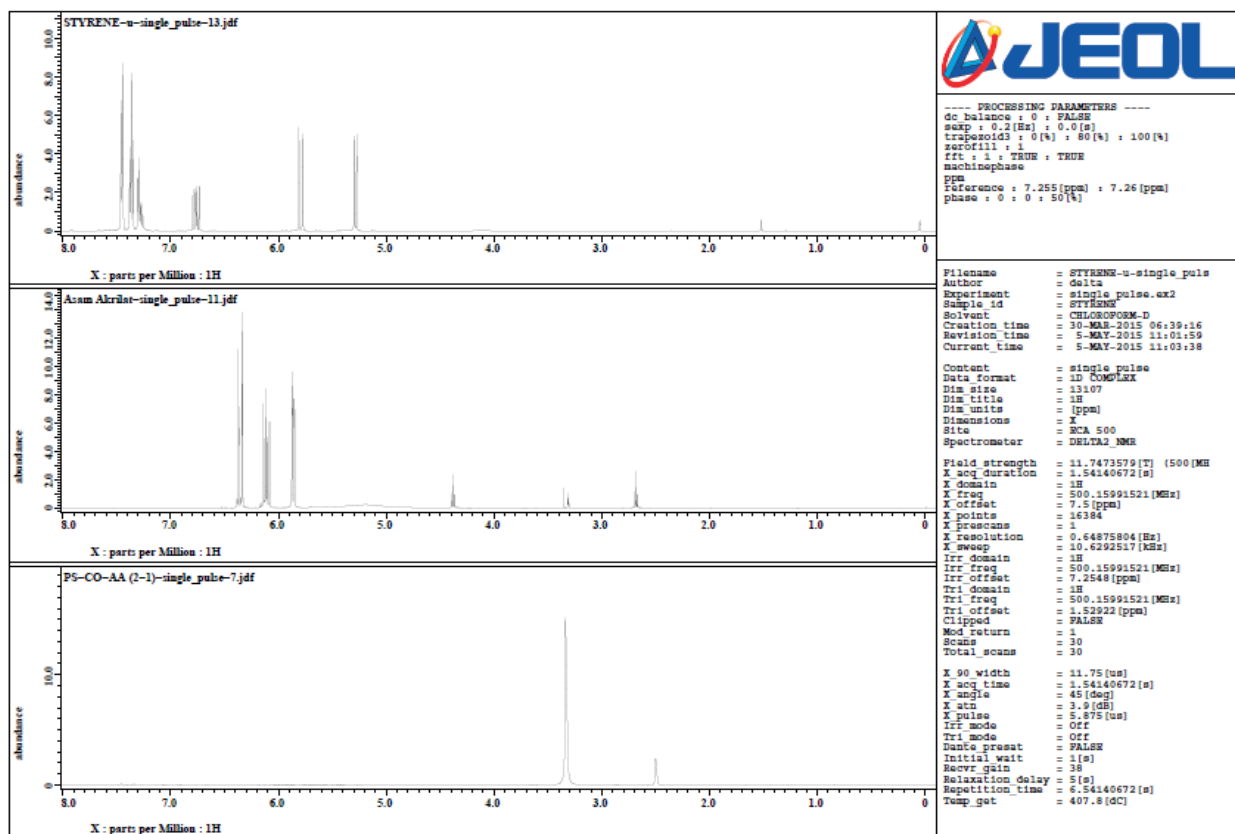
o. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (C), (D), (E), styrene dan acrylic acid



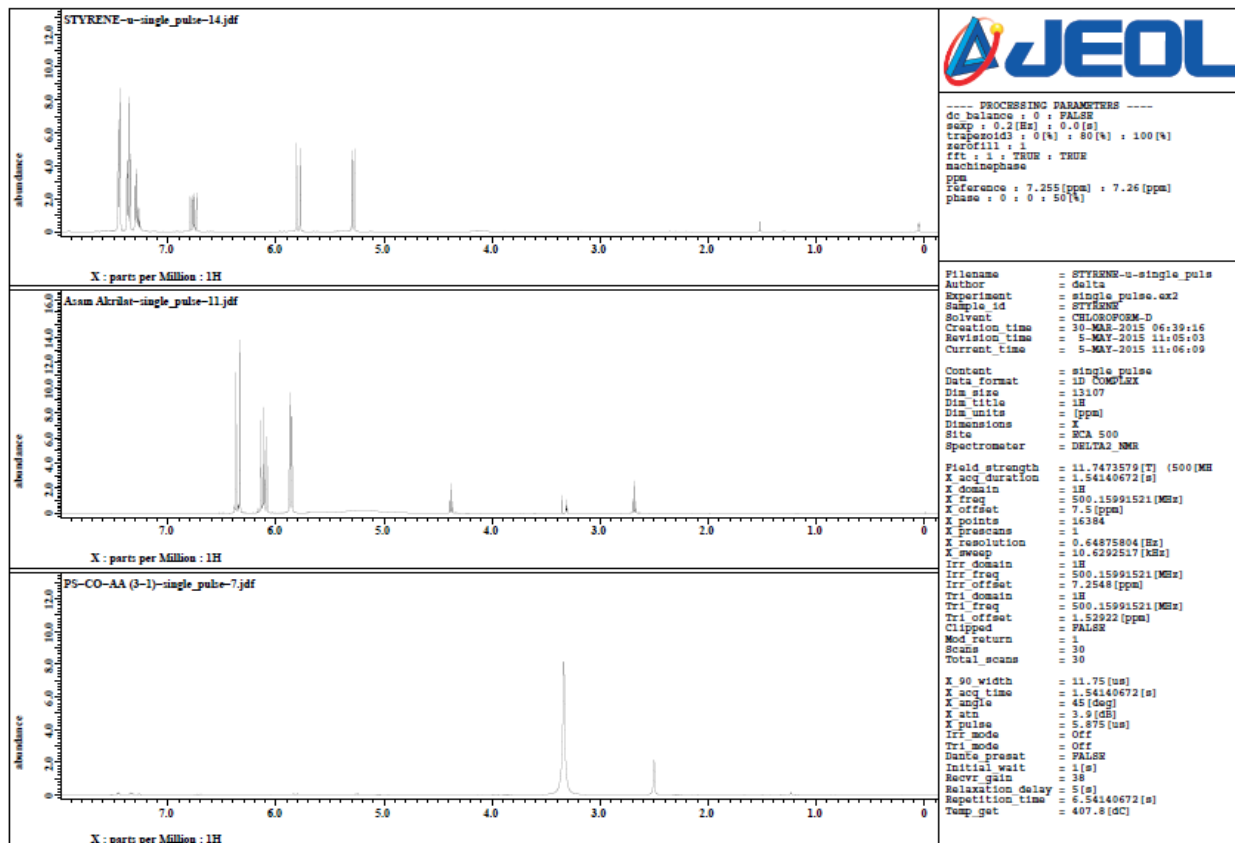
p. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (C) , styrene dan acrylic acid



q. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (D), styrene dan acrylic acid

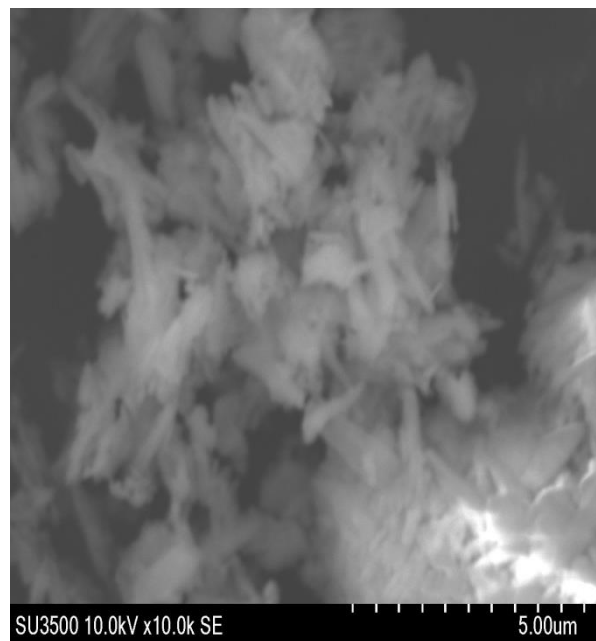
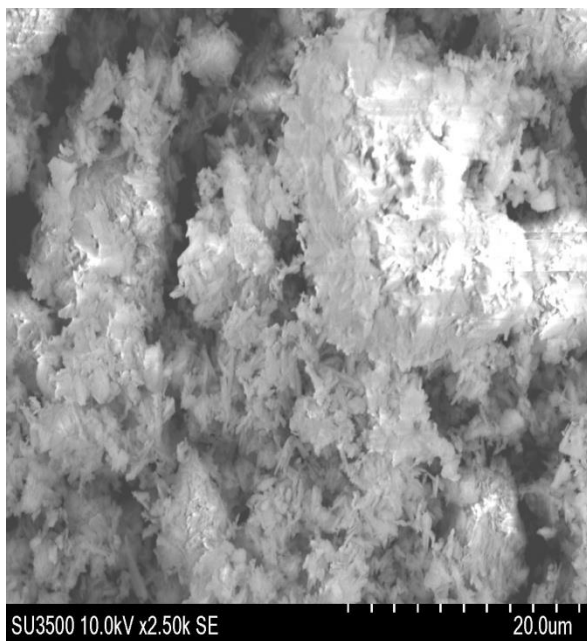
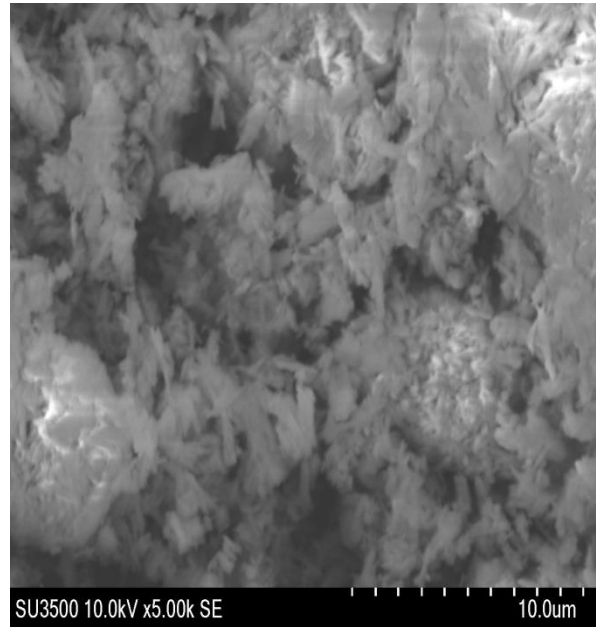
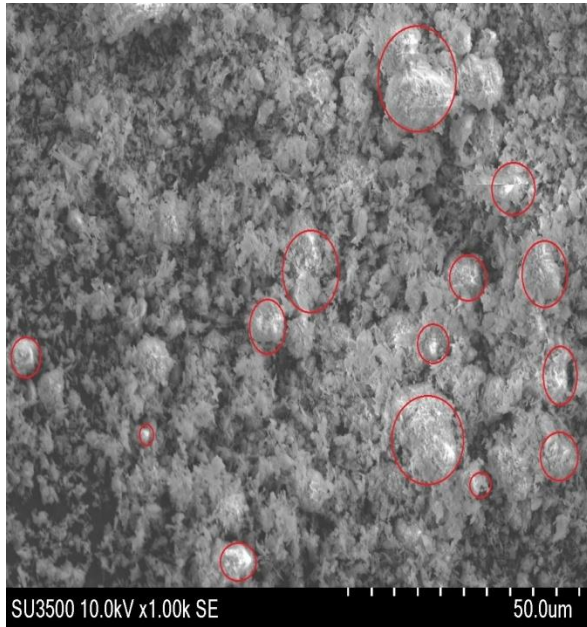


r. Overlay polystyrene-co-acrylic acid (E), styrene dan acrylic acid

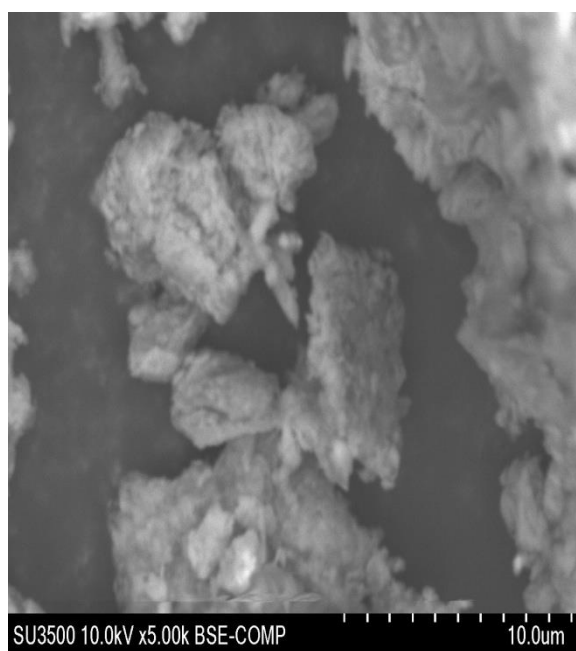
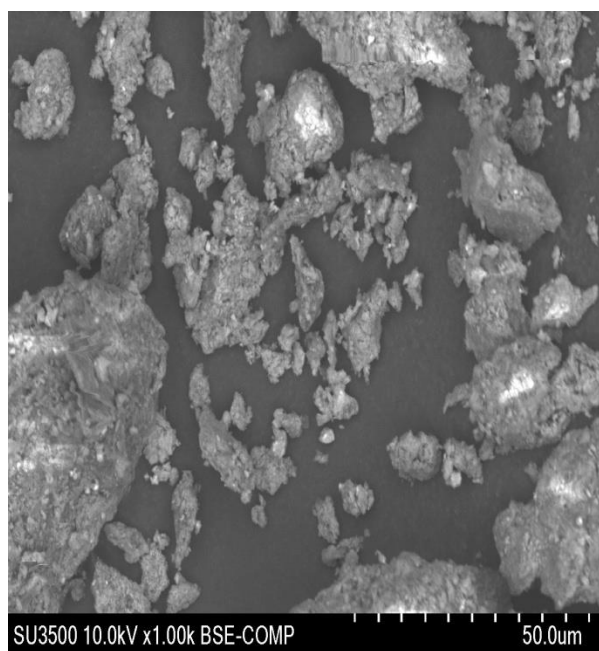
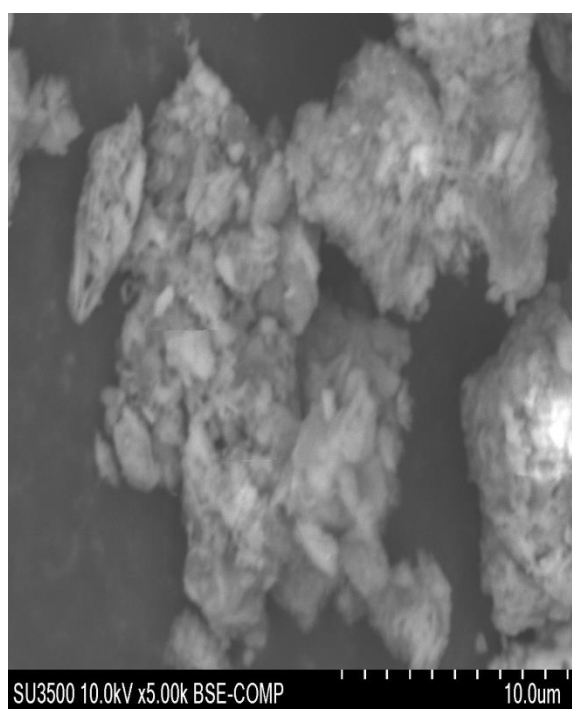
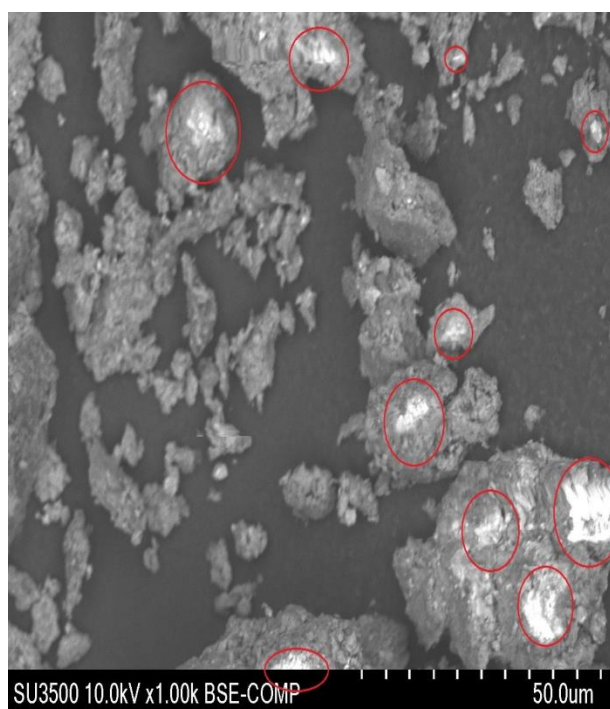


Lampiran 3 : Hasil analisa SEM

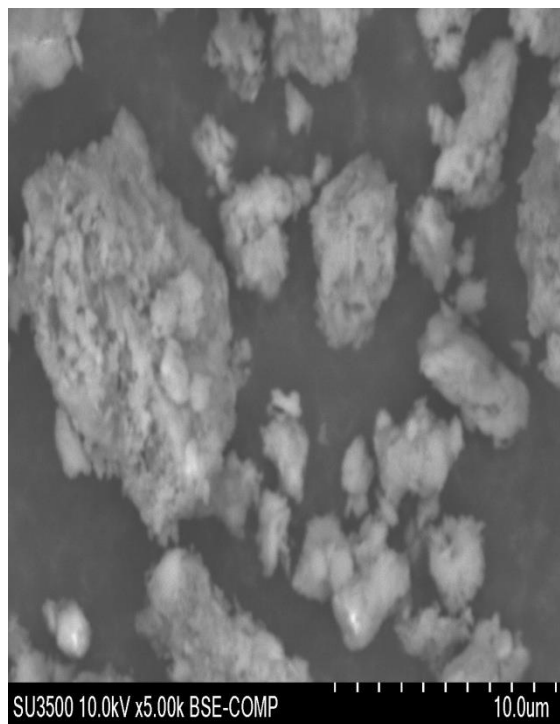
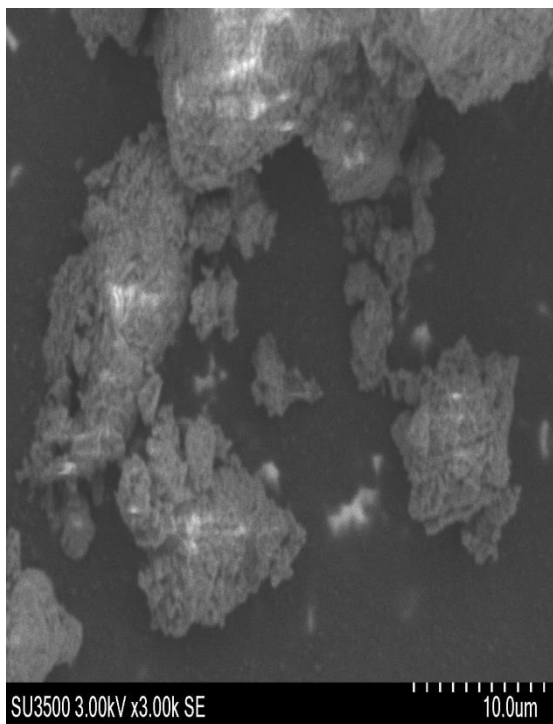
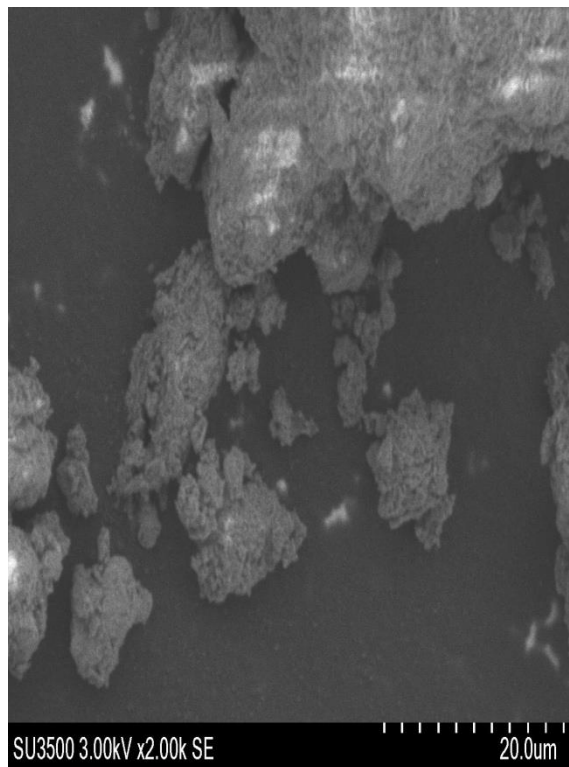
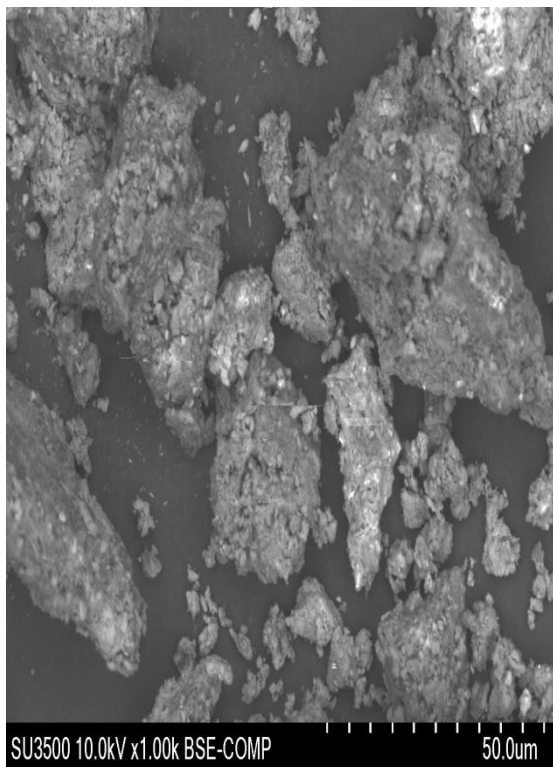
a. *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)



b. *Polystyrene-co-acrylic acid* (D)

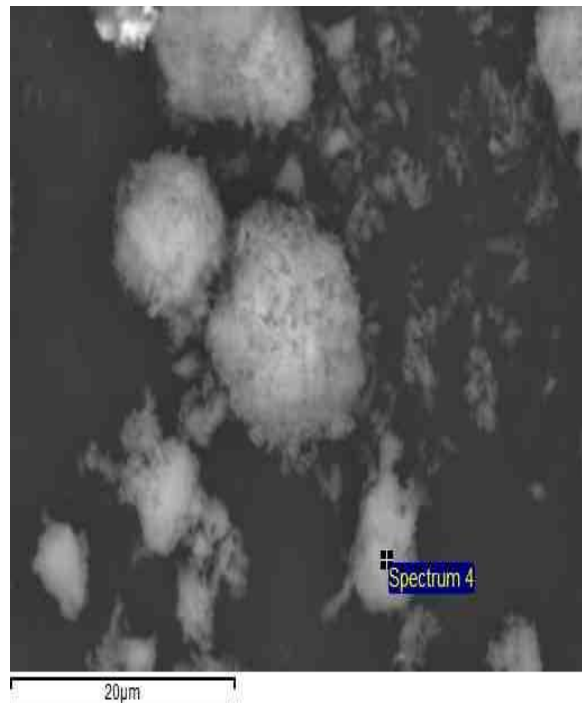
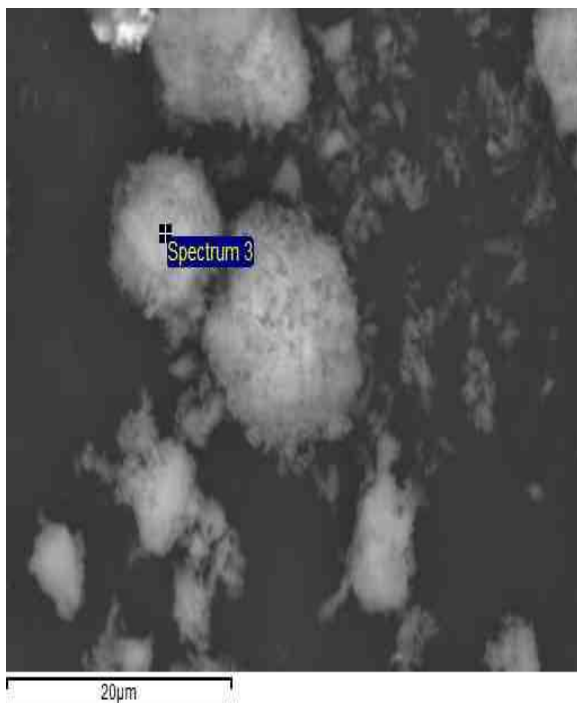
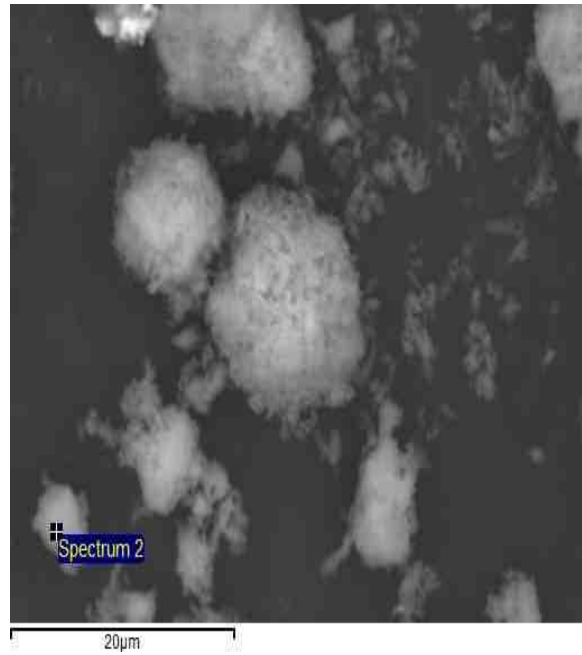
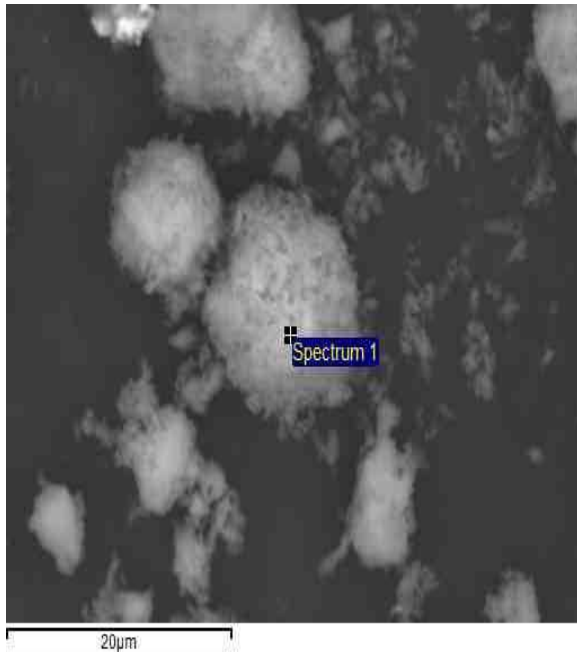


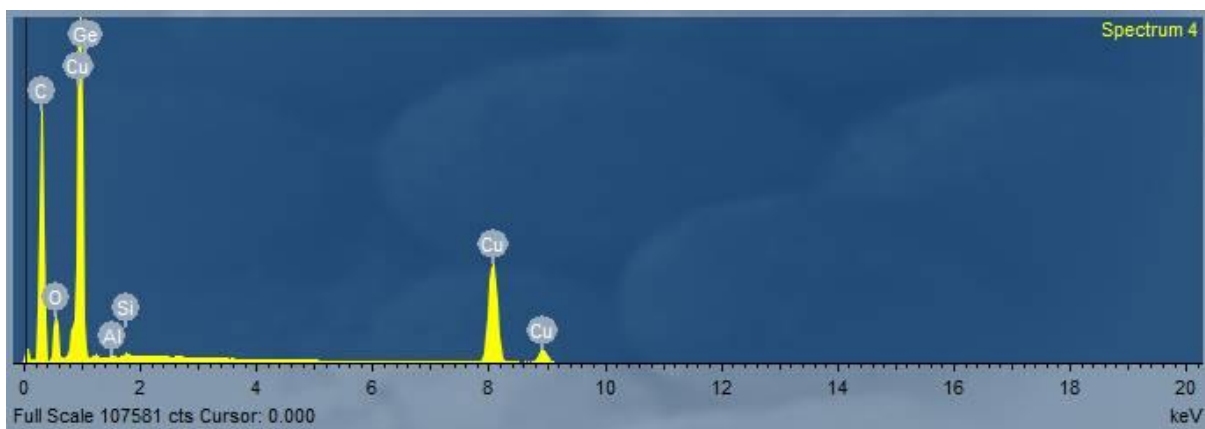
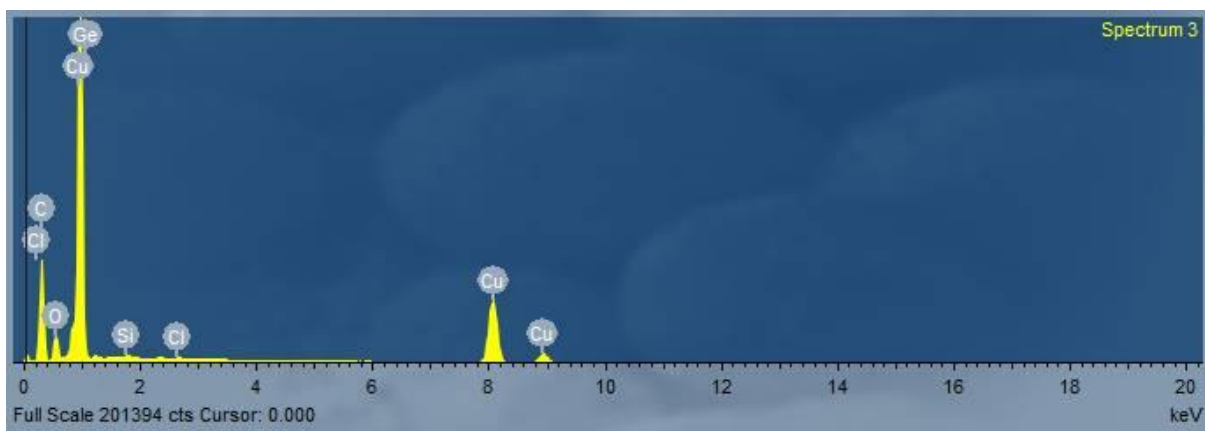
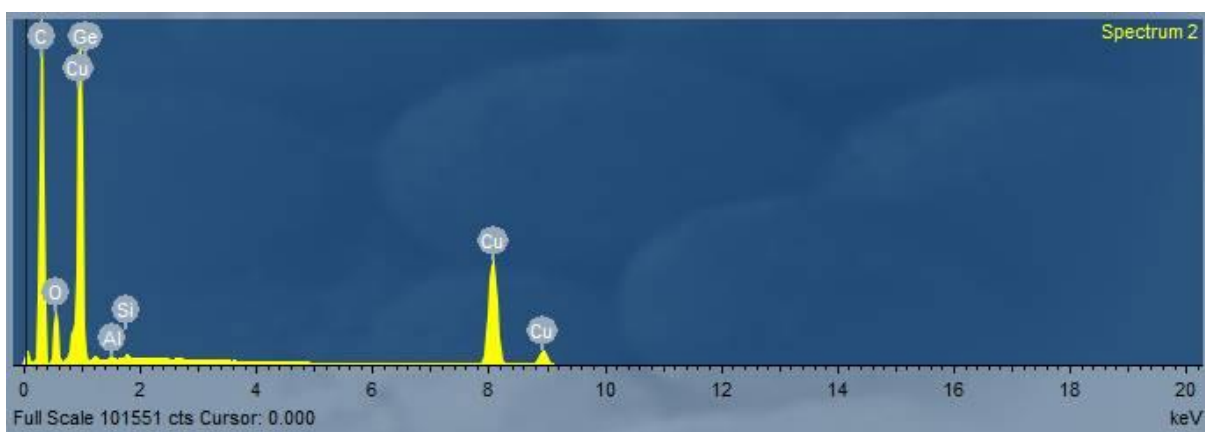
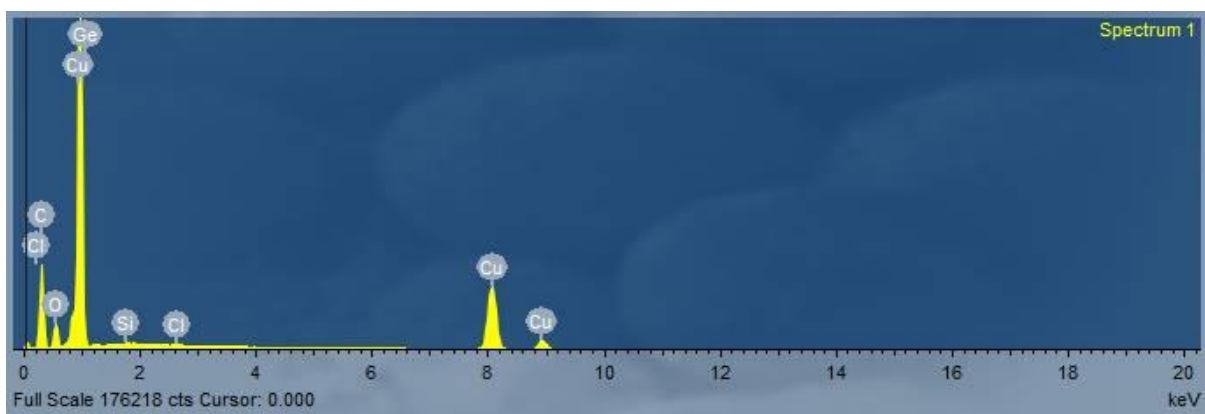
c. *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)



Lampiran 4 : Hasil analisa EDX

a. *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)

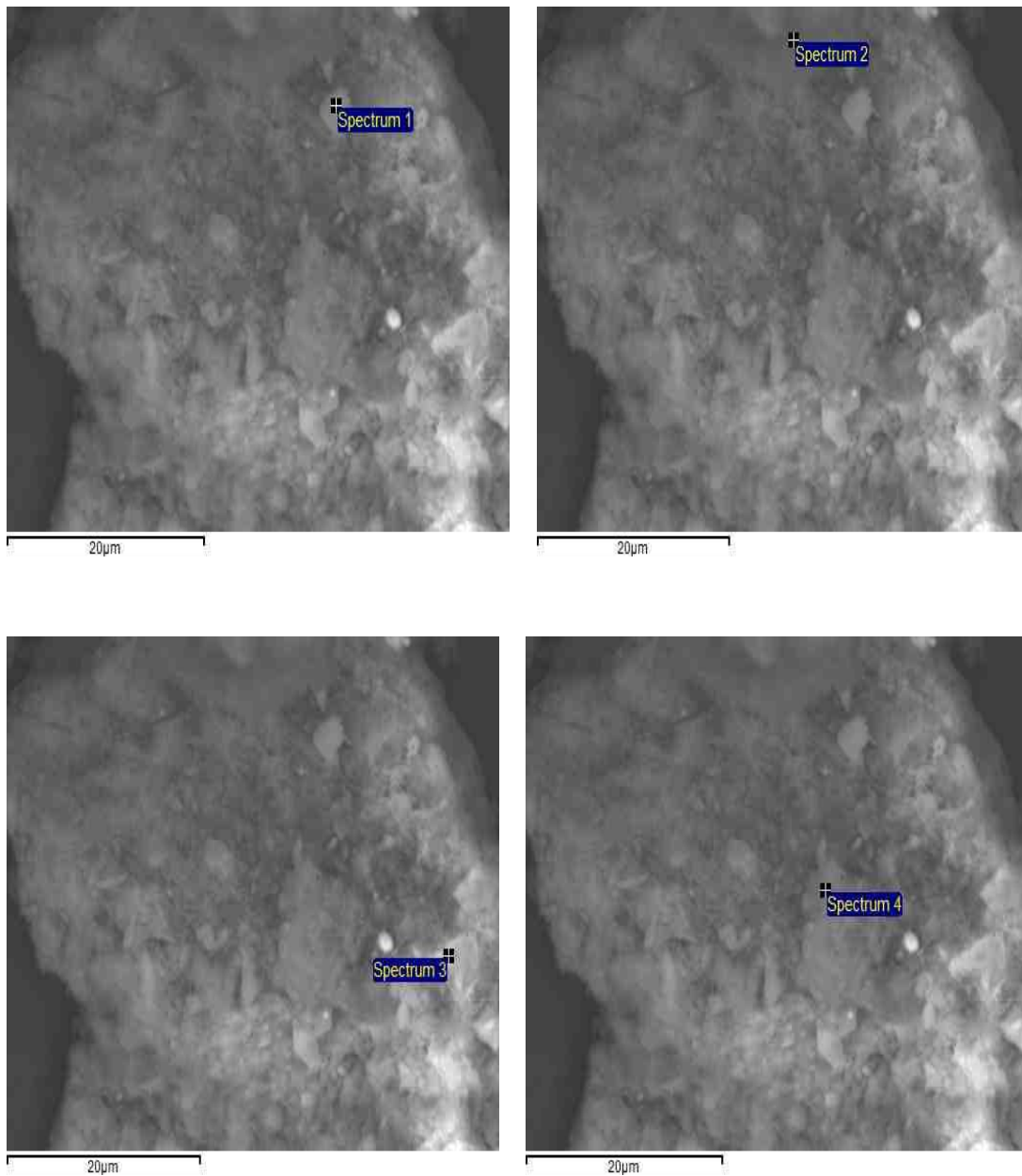


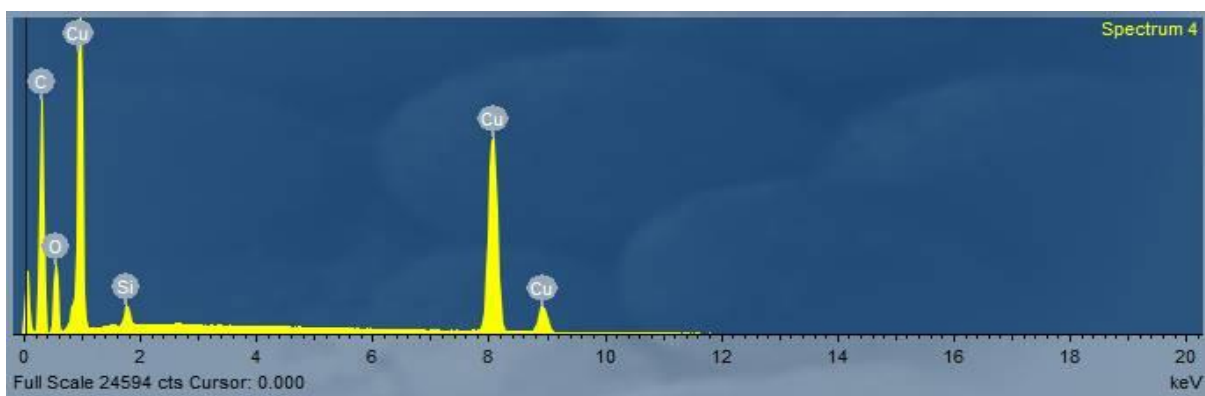
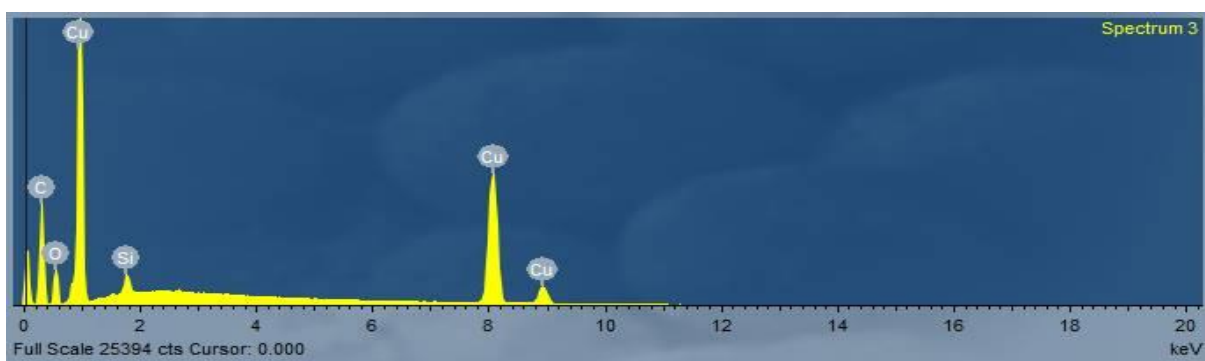
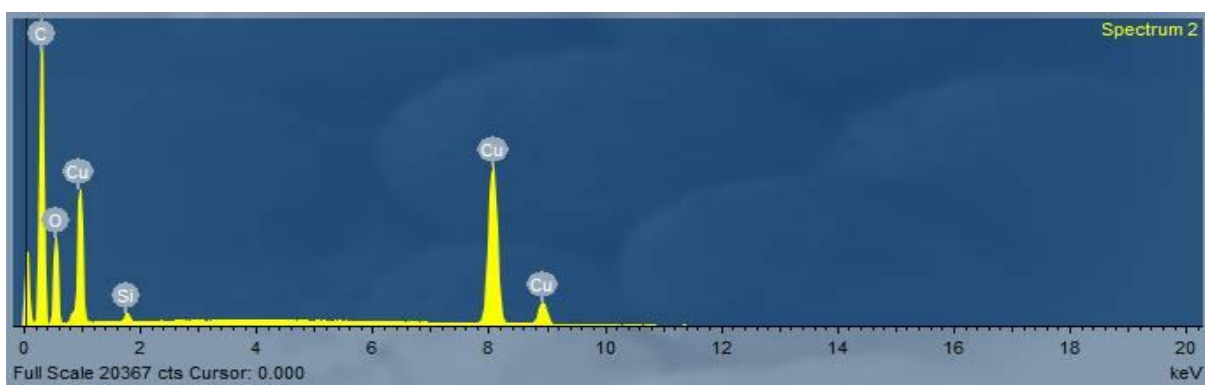
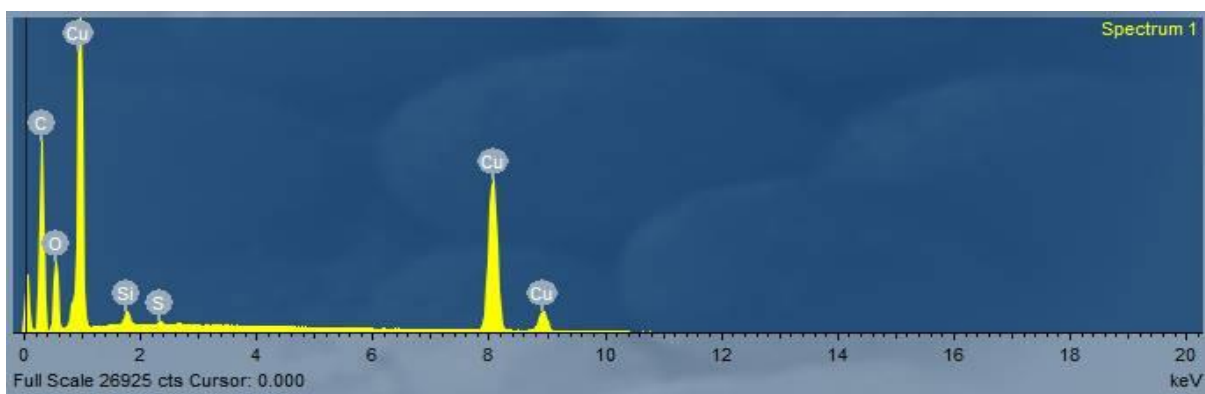


Tabel L.1 Komposisi Unsur-unsur Penyusun *Polystyrene-co-acrylic acid* (C)

Unsur	<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (% Massa)			
	Spektrum 1	Spektrum 2	Spektrum 3	Spektrum 4
C	76.93	82.65	78.55	81.09
O	11.39	10.51	11.27	10.90
Si	0.10	0.06	0.11	0.07
Cl	0.06	-	0.06	-
Cu	11.48	6.74	9.99	7.88
Ge	0.02	-	0.03	0.01
Al	-	0.03	-	0.05

b. *Polystyrene-co-acrylic acid* (D)

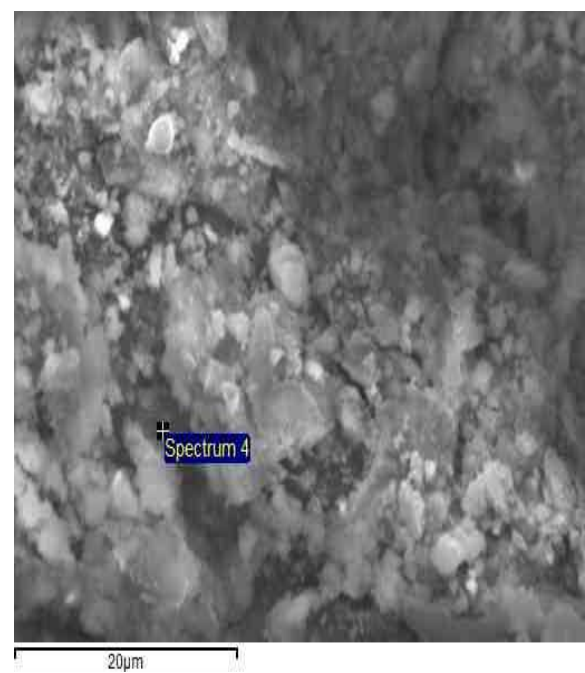
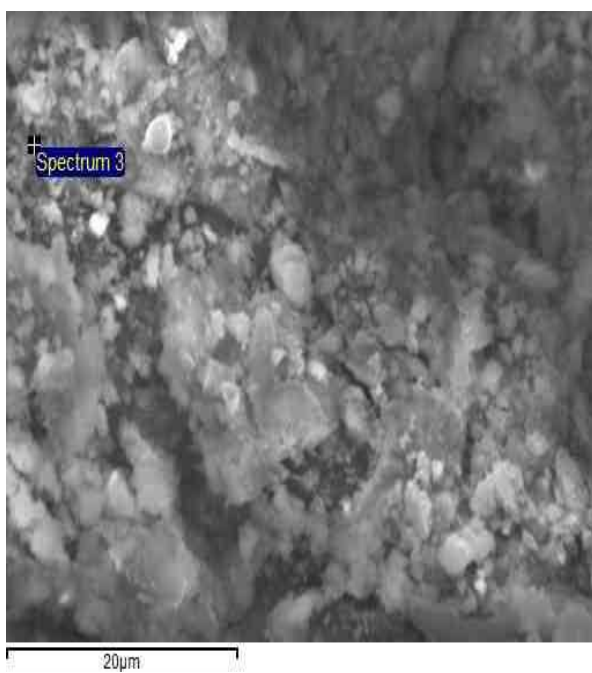
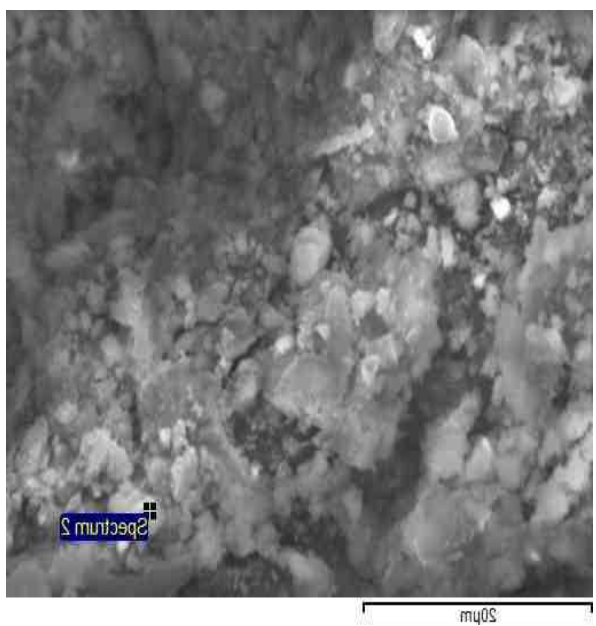
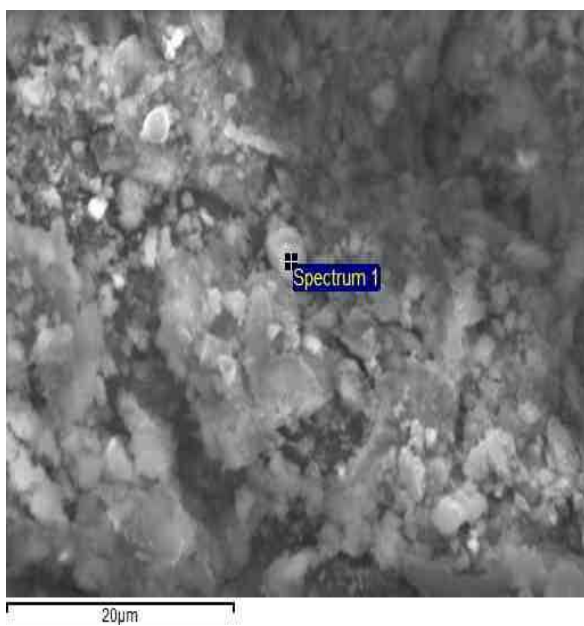


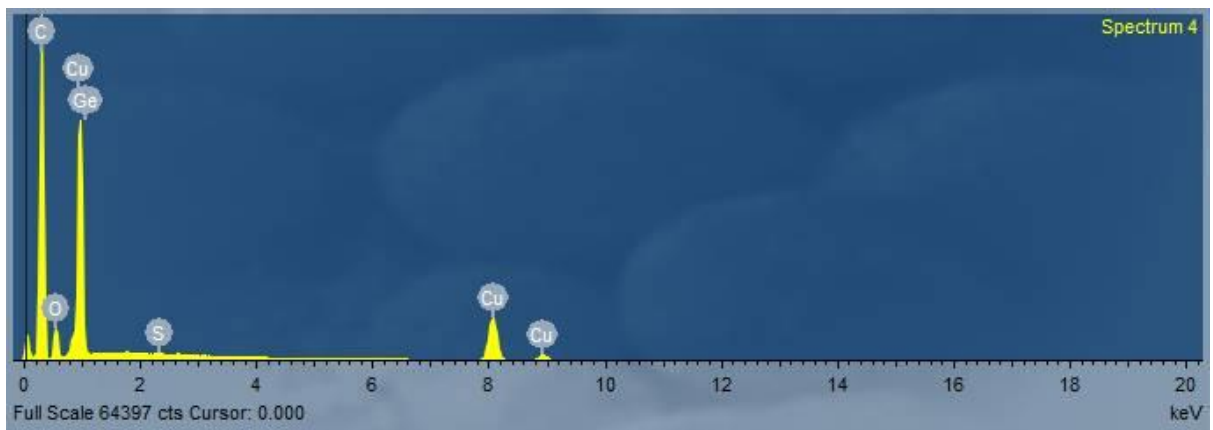
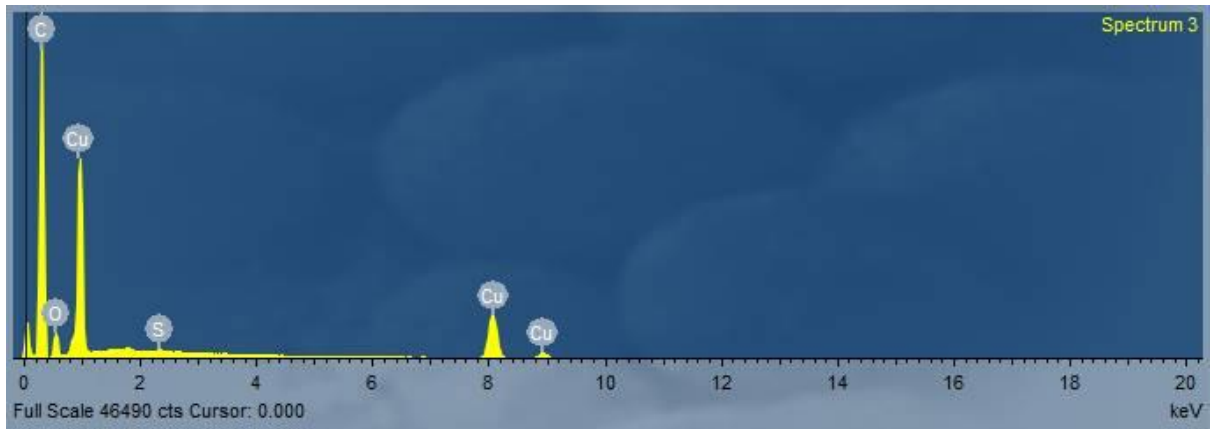
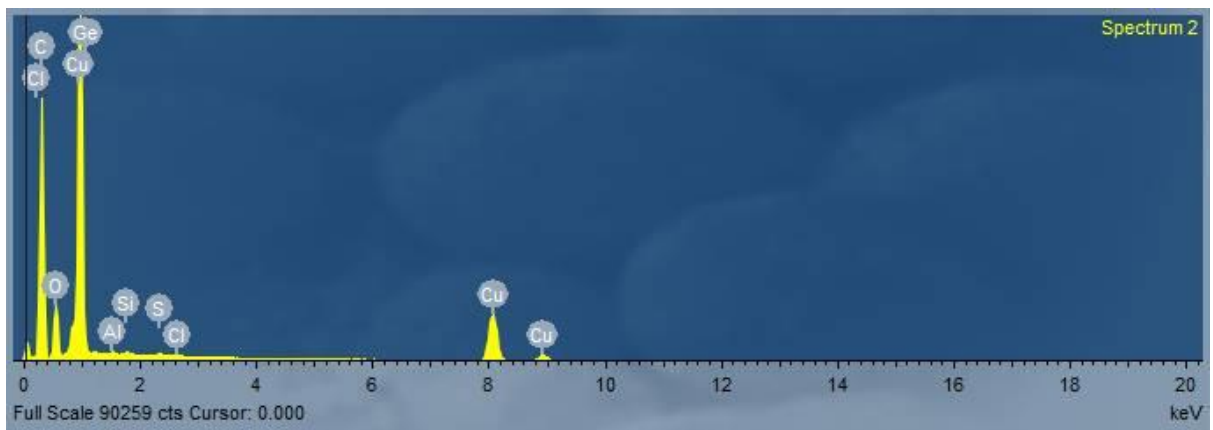
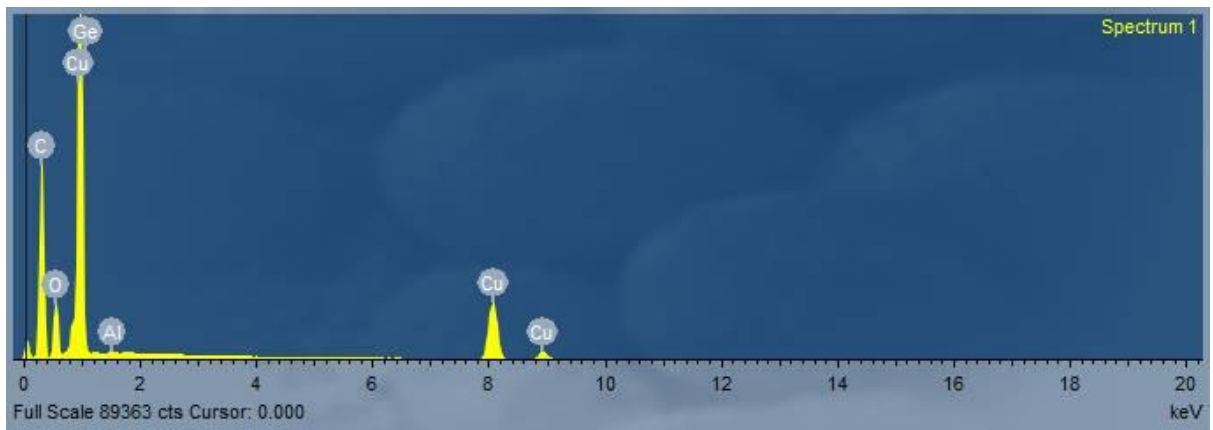


Tabel L.2 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun *Polystyrene-co-acrylic acid* (D)

Unsur	<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (% Massa)			
	Spektrum 1	Spektrum 2	Spektrum 3	Spektrum 4
C	73.87	76.40	72.62	75.63
O	14.15	14.44	10.82	11.66
Si	0.33	0.15	0.79	0.43
Cl	-	-	0.06	-
Cu	11.55	9.00	15.77	12.28
S	0.09	-	-	-

c. *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)





Tabel L.3 Komposisi Unsur-Unsur Penyusun *Polystyrene-co-acrylic acid* (E)

Unsur	<i>Polystyrene-co-acrylic acid</i> (% Massa)			
	Spektrum 1	Spektrum 2	Spektrum 3	Spektrum 4
C	76.87	79.83	87.65	86.06
O	16.87	15.49	8.32	10.04
Si	-	0.06	-	-
Cl	-	0.05	-	-
Cu	6.18	4.45	3.98	3.85
Ge	0.01	0.01	-	-
Al	0.07	0.05	-	-
S	-	0.07	-	0.04

Lampiran 5 : Prosedur Preparasi Analisa PSA *Polystyrene-co-acrylic acid*

1. Pembuatan larutan I

Timbang SDS sebanyak 0.59125 gr dan *styrene* sebanyak 0.049975 gr, lalu masukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 250 ml *aquadest* kemudian *stirer* dengan menggunakan *magnetic stirer*.

2. Pembuatan Larutan II

Timbang SDS sebanyak 0.59125 gr dan *acrylic acid* 3.978 gr, lalu masukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 250 ml *aquadest* kemudian *stirer* dengan menggunakan *magnetic stirer*.

3. Lakukan pengadukan selama 24 jam.

4. Simpan pada tempat tertutup dan dalam kondisi suhu ruang.

Lampiran 6 : Hasil analisa PSA

- *Polystyrene-co-acrylic acid (C)*



NanoPlus
Common

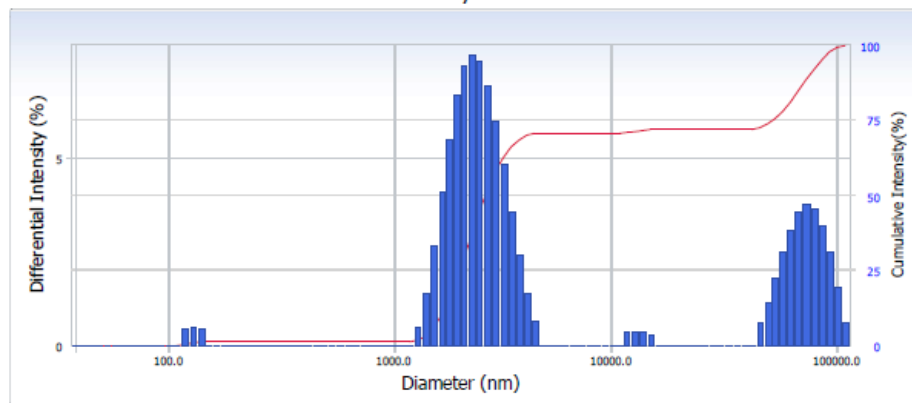
Intensity Distribution

S/N : 402613

User : Common	Group : MarineCoating	Repetition : 1/1
Date : 5/20/2015	File Name : PsCoAA11a	
Time : 11:36:50	Sample Information : Standart	
SOP Name : Sizing BSCCO	Security : No Security	

Version 5.01 / 3.00

Intensity Distribution



Distribution Results (Contin)

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	133.4	8.5
2	2,549.5	673.7
3	13,401.1	1,171.0
4	75,357.2	15,801.3
5	0.0	0.0
Average	23,014.3	33,677.6

Residual : 1.911e-002 (O.K)

Cumulants Results

Diameter (d) : 3502.5 (nm)
Polydispersity Index (P.I.) : 0.791
Diffusion Const. (D) : 1.404e-009 (cm²/sec)

Measurement Condition

Temperature : 25.0 (°C)
Diluent Name : WATER
Refractive Index : 1.3328
Viscosity : 0.8878 (cP)
Scattering Intensity : 18326 (cps)
Attenuator 1 : 0.024 (%)

Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
40.0	0.0	0.0	297.0	0.0	1.3	2205.2	7.4	29.6	16373.1	0.0	72.1
43.3	0.0	0.0	321.8	0.0	1.3	2389.3	7.7	37.4	17740.2	0.0	72.1
47.0	0.0	0.0	348.7	0.0	1.3	2588.8	7.6	44.9	19221.4	0.0	72.1
50.9	0.0	0.0	377.8	0.0	1.3	2804.9	6.9	51.9	20826.4	0.0	72.1
55.1	0.0	0.0	409.3	0.0	1.3	3039.1	6.0	57.9	22565.3	0.0	72.1
59.7	0.0	0.0	443.5	0.0	1.3	3292.9	4.8	62.7	24449.4	0.0	72.1
64.7	0.0	0.0	480.5	0.0	1.3	3567.8	3.6	66.2	26490.9	0.0	72.1
70.1	0.0	0.0	520.6	0.0	1.3	3865.7	2.4	68.6	28702.8	0.0	72.1
76.0	0.0	0.0	564.1	0.0	1.3	4188.5	1.4	70.0	31099.3	0.0	72.1
82.3	0.0	0.0	611.2	0.0	1.3	4538.3	0.7	70.6	33696.0	0.0	72.1
89.2	0.0	0.0	662.3	0.0	1.3	4917.2	0.0	70.6	36509.5	0.0	72.1
96.6	0.0	0.0	717.6	0.0	1.3	5327.8	0.0	70.6	39558.0	0.0	72.1
104.7	0.0	0.0	777.5	0.0	1.3	5772.6	0.0	70.6	42860.9	0.0	72.1
113.5	0.0	0.0	842.4	0.0	1.3	6254.6	0.0	70.6	46439.7	0.6	72.7
122.9	0.4	0.4	912.7	0.0	1.3	6776.8	0.0	70.6	50317.2	1.1	73.8
133.2	0.5	0.9	988.9	0.0	1.3	7342.7	0.0	70.6	54518.6	1.8	75.6
144.3	0.4	1.3	1071.5	0.0	1.3	7955.8	0.0	70.6	59070.7	2.5	78.1
156.4	0.0	1.3	1161.0	0.0	1.3	8620.0	0.0	70.6	64002.9	3.1	81.2
169.4	0.0	1.3	1257.9	0.0	1.3	9339.8	0.0	70.6	69346.9	3.5	84.7
183.6	0.0	1.3	1362.9	0.5	1.8	10119.6	0.0	70.6	75137.2	3.8	88.5
198.9	0.0	1.3	1476.7	1.4	3.2	10964.6	0.0	70.6	81410.9	3.6	92.1
215.5	0.0	1.3	1600.0	2.7	5.9	11880.1	0.4	71.0	88208.4	3.2	95.3
233.5	0.0	1.3	1733.6	4.1	10.0	12872.0	0.4	71.4	95573.5	2.5	97.8
253.0	0.0	1.3	1878.4	5.5	15.5	13946.8	0.4	71.7	103553.6	1.6	99.4

Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
274.1	0.0	1.3	2035.2	6.7	22.2	15111.3	0.3	72.1	112200.0	0.6	100.0
D (10%) : 1733.2 (nm)			D (50%) : 2744.9 (nm)			D (90%) : 77711.6 (nm)					

- *Polystyrene-co-acrylic acid (D)*



NanoPlus
Common

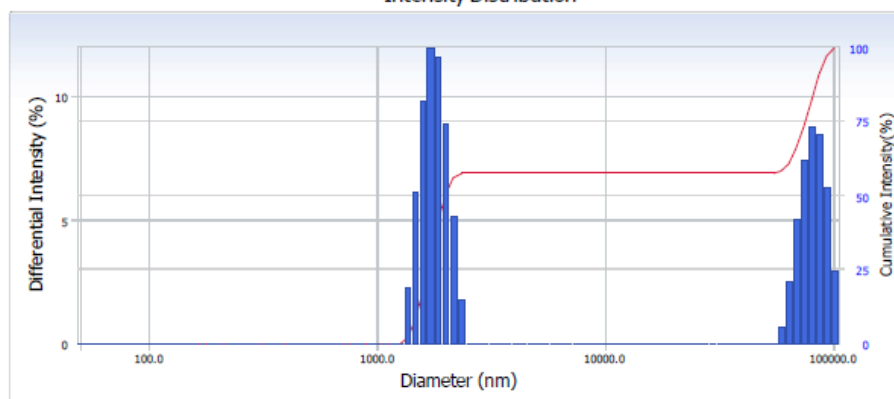
Intensity Distribution

S/N : 402613

User : Common	Group : MarineCoating	Repetition : 1/1
Date : 5/20/2015	File Name : PsCoAA21a	
Time : 11:46:04	Sample Information : Standart	
SOP Name : Sizing BSCCO	Security : No Security	

Version 5.01 / 3.00

Intensity Distribution



Distribution Results (Contin)			Cumulants Results	
Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.	Diameter (d)	: 3688.7 (nm)
1	1,843.2	244.7	Polydispersity Index (P.I.)	: 0.661
2	86,679.0	11,284.0	Diffusion Const. (D)	: 1.334e-009 (cm ² /sec)
3	0.0	0.0	Measurement Condition	
4	0.0	0.0	Temperature	: 25.0 (°C)
5	0.0	0.0	Diluent Name	: WATER
Average	37,714.8	42,547.6	Refractive Index	: 1.3328
Residual :	3.785e-002	(N.G)	Viscosity	: 0.8878 (cP)
			Scattering Intensity	: 7928 (cps)
			Attenuator 1	: 0.012 (%)

Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
50.0	0.0	0.0	347.5	0.0	0.0	2415.7	1.8	57.7	16790.8	0.0	57.7
54.0	0.0	0.0	375.6	0.0	0.0	2610.5	0.0	57.7	18144.8	0.0	57.7
58.4	0.0	0.0	405.9	0.0	0.0	2821.0	0.0	57.7	19608.0	0.0	57.7
63.1	0.0	0.0	438.6	0.0	0.0	3048.5	0.0	57.7	21189.2	0.0	57.7
68.2	0.0	0.0	473.9	0.0	0.0	3294.3	0.0	57.7	22898.0	0.0	57.7
73.7	0.0	0.0	512.2	0.0	0.0	3560.0	0.0	57.7	24744.5	0.0	57.7
79.6	0.0	0.0	553.5	0.0	0.0	3847.0	0.0	57.7	26739.9	0.0	57.7
86.0	0.0	0.0	598.1	0.0	0.0	4157.3	0.0	57.7	28896.2	0.0	57.7
93.0	0.0	0.0	646.3	0.0	0.0	4492.5	0.0	57.7	31226.4	0.0	57.7
100.5	0.0	0.0	698.5	0.0	0.0	4854.8	0.0	57.7	33744.5	0.0	57.7
108.6	0.0	0.0	754.8	0.0	0.0	5246.3	0.0	57.7	36465.7	0.0	57.7
117.3	0.0	0.0	815.6	0.0	0.0	5669.3	0.0	57.7	39406.4	0.0	57.7
126.8	0.0	0.0	881.4	0.0	0.0	6126.5	0.0	57.7	42584.1	0.0	57.7
137.0	0.0	0.0	952.5	0.0	0.0	6620.6	0.0	57.7	46018.1	0.0	57.7
148.1	0.0	0.0	1029.3	0.0	0.0	7154.5	0.0	57.7	49729.1	0.0	57.7
160.0	0.0	0.0	1112.3	0.0	0.0	7731.4	0.0	57.7	53739.2	0.0	57.7
172.9	0.0	0.0	1202.0	0.0	0.0	8354.9	0.0	57.7	58072.8	0.0	57.7
186.9	0.0	0.0	1298.9	0.0	0.0	9028.6	0.0	57.7	62755.9	0.7	58.4
201.9	0.0	0.0	1403.7	2.3	2.3	9756.7	0.0	57.7	67816.5	2.5	60.9
218.2	0.0	0.0	1516.9	6.1	8.4	10543.5	0.0	57.7	73285.3	5.0	66.0
235.8	0.0	0.0	1639.2	9.9	18.3	11393.7	0.0	57.7	79195.1	7.4	73.4
254.8	0.0	0.0	1771.4	12.0	30.2	12312.5	0.0	57.7	85581.5	8.8	82.2
275.4	0.0	0.0	1914.2	11.6	41.8	13305.4	0.0	57.7	92482.8	8.5	90.7
297.6	0.0	0.0	2068.6	9.0	50.8	14378.3	0.0	57.7	99940.7	6.3	97.0

Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
321.6	0.0	0.0	2235.4	5.2	56.0	15537.8	0.0	57.7	108000.0	3.0	100.0
D (10%) : 1535.8 (nm)			D (50%) : 2054.7 (nm)			D (90%) : 91912.2 (nm)					

- **Polystyrene-co-acrylic acid (E)**



NanoPlus
Common

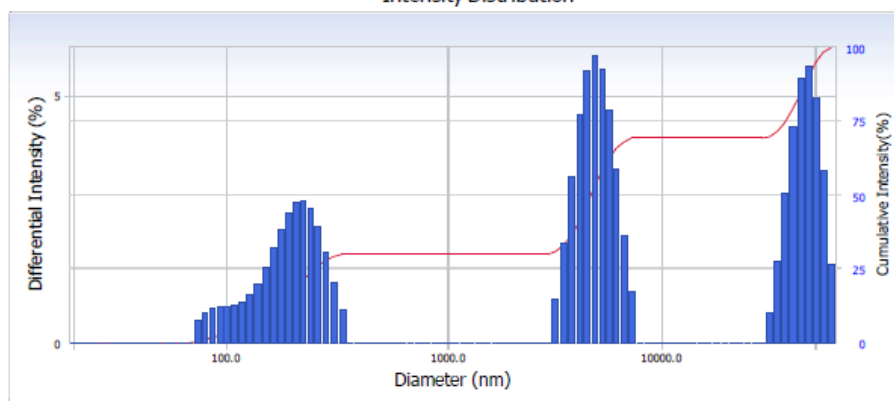
Intensity Distribution

S/N : 402613

User : Common	Group : MarineCoating	Repetition : 1/1
Date : 5/20/2015	File Name : PsCoAA31a	
Time : 12:10:47	Sample Information : Standart	
SOP Name : Sizing BSCCO	Security : No Security	

Version 5.01 / 3.00

Intensity Distribution



Distribution Results (Contin)

Peak	Diameter (nm)	Std. Dev.
1	198.9	66.9
2	5,114.0	996.4
3	47,070.6	7,342.8
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
Average	16,523.7	20,847.0
Residual :	2.436e-002	(N.G)

Cumulants Results

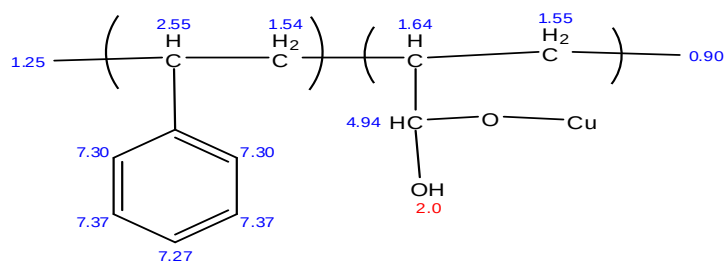
Diameter (d)	: 1762.6	(nm)
Polydispersity Index (P.I.)	: 0.949	
Diffusion Const. (D)	: 2.791e-009	(cm ² /sec)
Measurement Condition		
Temperature	: 25.0	(°C)
Diluent Name	: WATER	
Refractive Index	: 1.3328	
Viscosity	: 0.8878	(cP)
Scattering Intensity	: 78006	(cps)
Attenuator 1	: 0.17	(%)

Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
20.0	0.0	0.0	152.2	1.5	8.6	1158.8	0.0	30.0	8820.0	0.0	69.3
21.7	0.0	0.0	165.1	1.9	10.5	1256.8	0.0	30.0	9566.0	0.0	69.3
23.5	0.0	0.0	179.1	2.3	12.8	1363.0	0.0	30.0	10375.0	0.0	69.3
25.5	0.0	0.0	194.2	2.6	15.4	1478.3	0.0	30.0	11252.5	0.0	69.3
27.7	0.0	0.0	210.6	2.9	18.3	1603.3	0.0	30.0	12204.1	0.0	69.3
30.0	0.0	0.0	228.5	2.9	21.2	1738.9	0.0	30.0	13236.3	0.0	69.3
32.6	0.0	0.0	247.8	2.7	23.9	1886.0	0.0	30.0	14355.7	0.0	69.3
35.3	0.0	0.0	268.7	2.4	26.3	2045.5	0.0	30.0	15569.8	0.0	69.3
38.3	0.0	0.0	291.5	1.8	28.1	2218.5	0.0	30.0	16886.7	0.0	69.3
41.5	0.0	0.0	316.1	1.2	29.3	2406.2	0.0	30.0	18314.8	0.0	69.3
45.0	0.0	0.0	342.8	0.7	30.0	2609.6	0.0	30.0	19863.8	0.0	69.3
48.9	0.0	0.0	371.8	0.0	30.0	2830.4	0.0	30.0	21543.7	0.0	69.3
53.0	0.0	0.0	403.3	0.0	30.0	3069.7	0.0	30.0	23365.8	0.0	69.3
57.5	0.0	0.0	437.4	0.0	30.0	3329.4	0.9	30.9	25341.9	0.0	69.3
62.3	0.0	0.0	474.4	0.0	30.0	3610.9	2.0	32.9	27485.2	0.0	69.3
67.6	0.0	0.0	514.5	0.0	30.0	3916.3	3.4	36.3	29809.7	0.0	69.3
73.3	0.5	0.5	558.0	0.0	30.0	4247.5	4.6	40.9	32330.8	0.6	69.9
79.5	0.6	1.1	605.2	0.0	30.0	4606.8	5.5	46.4	35065.2	1.7	71.5
86.2	0.7	1.8	656.4	0.0	30.0	4996.4	5.9	52.3	38030.8	3.0	74.6
93.5	0.7	2.5	711.9	0.0	30.0	5418.9	5.6	57.8	41247.2	4.4	79.0
101.4	0.7	3.3	772.1	0.0	30.0	5877.2	4.7	62.6	44735.7	5.4	84.3
110.0	0.8	4.0	837.4	0.0	30.0	6374.3	3.5	66.1	48519.1	5.6	90.0
119.3	0.8	4.9	908.3	0.0	30.0	6913.4	2.2	68.3	52622.6	5.0	94.9
129.4	1.0	5.8	985.1	0.0	30.0	7498.1	1.0	69.3	57073.1	3.5	98.4

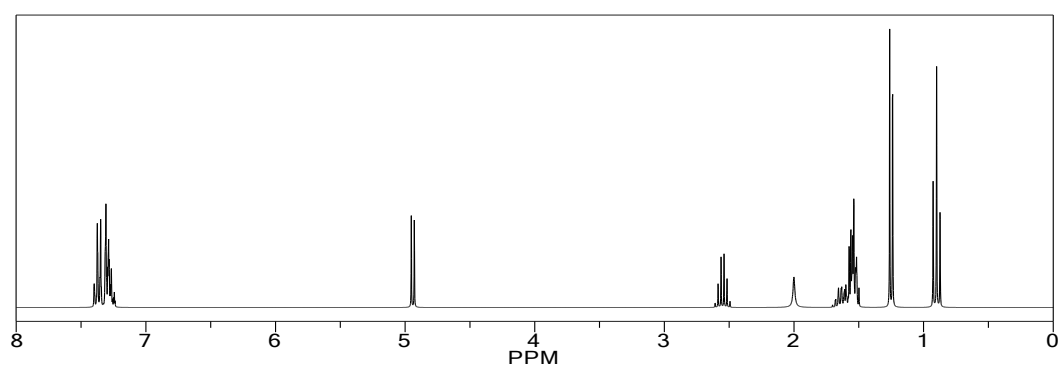
Intensity Distribution Table											
d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)	d (nm)	f(%)	f(cum.%)
140.4	1.2	7.0	1068.4	0.0	30.0	8132.3	0.0	69.3	61900.0	1.6	100.0
D (10%) : 161.8 (nm)			D (50%) : 4841.8 (nm)			D (90%) : 48557.5 (nm)					

Lampiran 7 : Hasil Estimasi NMR dari *Software Chem Draw Ultra 10.1*

ChemNMR ^1H Estimation *Polystyrene-co-acrylic acid-Cu*



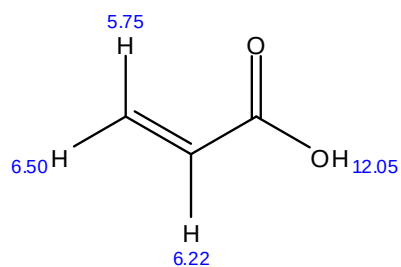
Estimation quality is indicated by color: **good**, **medium**, **rough**



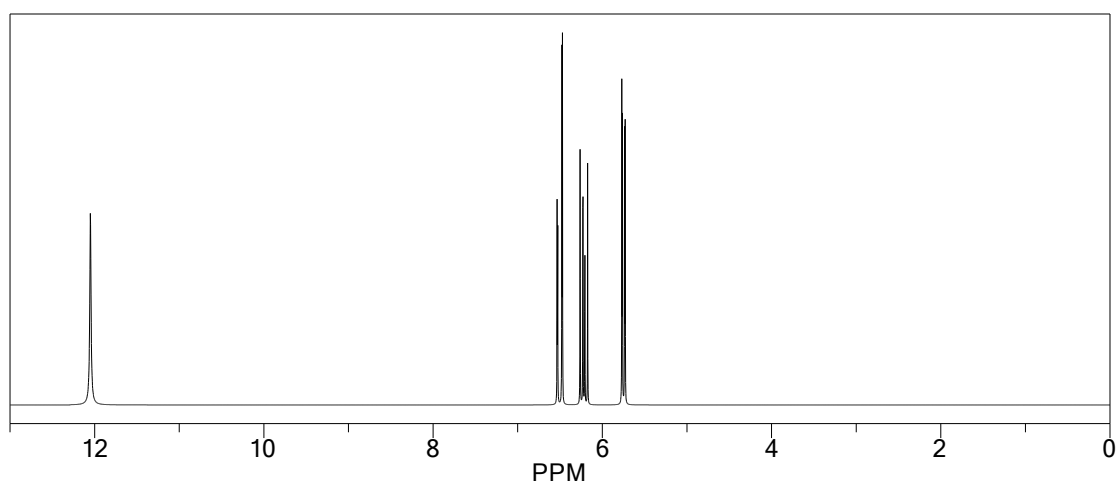
Protocol of the H-1 NMR Prediction:

Node	Shift	Base + Inc.	Comment (ppm rel. to TMS)
OH	2.0	2.00	alcohol
CH	7.30	7.26	1-benzene
		-0.13	1 -C(C)C
		0.17	general corrections
CH	7.30	7.26	1-benzene
		-0.13	1 -C(C)C
		0.17	general corrections
CH	7.37	7.26	1-benzene
		-0.08	1 -C(C)C
		0.19	general corrections
CH	7.37	7.26	1-benzene
		-0.08	1 -C(C)C
		0.19	general corrections
CH	7.27	7.26	1-benzene
		-0.18	1 -C(C)C
		0.19	general corrections
CH	4.94	1.50	methine
		3.46	2 alpha -O
		-0.02	2 beta -C
CH	2.55	1.50	methine
		0.17	1 alpha -C
		1.28	1 alpha -1:C*C*C*C*C*1
		-0.01	1 beta -C
		-0.39	general corrections
CH	1.64	1.50	methine
		0.16	2 beta -O
		-0.01	1 beta -C
		-0.01	1 beta -C
CH2	1.54	1.37	methylene
		0.29	1 beta -1:C*C*C*C*C*1
		-0.04	1 beta -C
		-0.08	2 beta -C
CH2	1.55	1.37	methylene
		0.00	1 alpha -C
		-0.08	2 beta -C
		0.26	general corrections
CH3	1.25	0.86	methyl
		0.38	1 beta -1:C*C*C*C*C*1
		0.10	1 beta -C-R
		-0.09	general corrections
CH3	0.90	0.86	methyl
		0.10	1 beta -C-R
		-0.06	general corrections

ChemNMR ^1H Estimation *Acrylic acid*



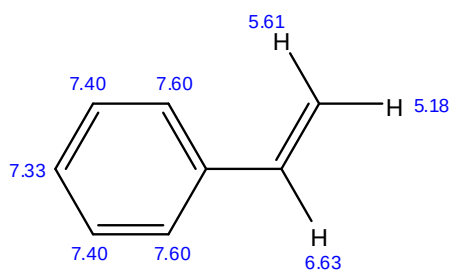
Estimation quality is indicated by color: good, medium, rough



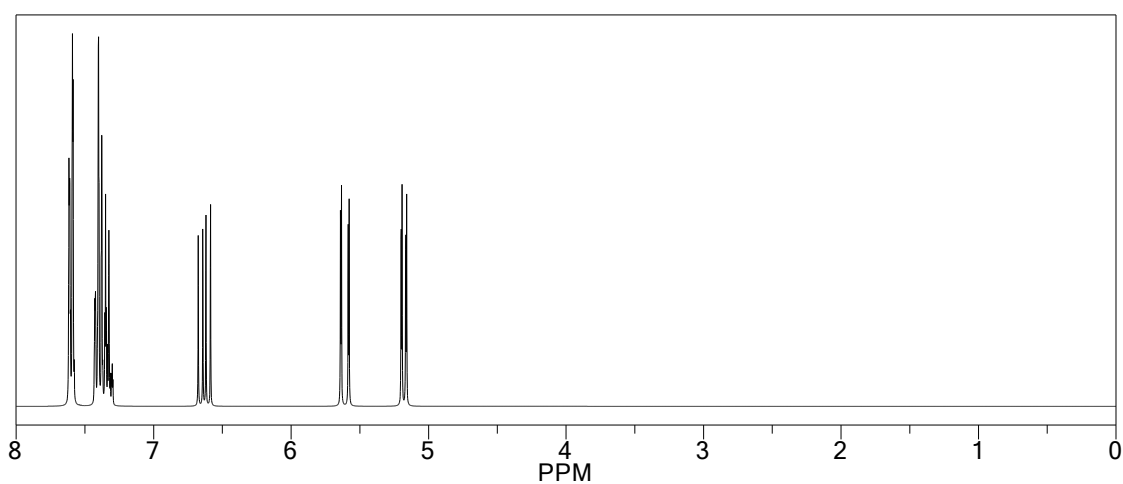
Protocol of the H-1 NMR Prediction:

Node	Shift	Base + Inc.	Comment (ppm rel. to TMS)
OH	12.05	11.00	carboxylic acid
		1.05	general corrections
H	6.22	5.25	1-ethylene
		0.97	1 -C(=O)O gem
H	6.50	5.25	1-ethylene
		1.41	1 -C(=O)O cis
		-0.16	general corrections
H	5.75	5.25	1-ethylene
		0.71	1 -C(=O)O trans
		-0.21	general corrections

ChemNMR ^1H Estimation *Styrene*



Estimation quality is indicated by color: good, medium, rough



Protocol of the H-1 NMR Prediction:

Node	Shift	Base + Inc.	Comment (ppm rel. to TMS)
CH	7.60	7.26	1-benzene
		0.04	1 -C=C
		0.30	general corrections
CH	7.60	7.26	1-benzene
		0.04	1 -C=C
		0.30	general corrections
CH	7.40	7.26	1-benzene
		-0.05	1 -C=C
		0.19	general corrections
CH	7.40	7.26	1-benzene
		-0.05	1 -C=C
		0.19	general corrections
CH	7.33	7.26	1-benzene
		-0.12	1 -C=C
		0.19	general corrections
H	6.63	5.25	1-ethylene
		1.38	1 -1:C*C*C*C*C*1 gem
H	5.61	5.25	1-ethylene
		0.36	1 -1:C*C*C*C*C*1 cis
H	5.18	5.25	1-ethylene
		-0.07	1 -1:C*C*C*C*C*1 trans

