




Karakteristik *Adhesive Polymer* Polivinil Asetat Termodifikasi Butil Akrilat untuk Aplikasi *Transfer Metalize*

Faricha Tunjungsari , Jumaeri, dan Woro Sumarni

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024) 8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Mei 2019

Disetujui Juni 2019

Dipublikasikan Agustus
2019

Keywords:

adhesive polymer
butil akrilat
transfer metalize


Abstrak

Salah satu jenis polimer yang saat ini banyak dikembangkan ialah polimer emulsi. Produk-produk polimerisasi emulsi banyak digunakan dalam berbagai jenis sektor industri seperti produksi adhesive. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi butil-akrilat terhadap karakterisasi adhesive polymer. Sintesis adhesive polymer dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap seeding dan tahap feeding. Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi optimum terjadi pada konsentrasi butil akrilat 5%, dan waktu reaksi 4 jam. Pada kondisi ini diperoleh nilai solid content sebesar 35,22%, konversi 94,45%, dan viskositas sebesar 1600 cPs. Hasil analisis menggunakan PSA didapatkan ukuran partikel rata-rata sebesar 663,2 nm. Transisi glass pada reaksi sebesar 4,78°C. Adhesive polymer yang optimum dikarakterisasi menggunakan SEM memiliki gambaran morfologi berbentuk bulat (spherical) pada perbesaran 60.000 kali dan akselerasi tegangan sebesar 15kv. Hasil aplikasi transfer metalize yang paling optimum menunjukkan tidak adanya perubahan warna pada permukaan aluminium foil yang telah ditetesi dengan etil asetat.

Abstract

One type of polymer that is currently widely developed is emulsion polymers. Emulsion polymerization products are widely used in various types of industrial sectors such as adhesive production. The purpose of this research is to know the effect of butyl-acrylic concentration on the characterization of adhesive polymer. Synthesis of adhesive polymer is done in two stages, namely seeding stage and feeding stage. The results of this study showed that the optimum conditions occurred at the concentration of 5% butyl acrylate, and reaction time 4 hours. In this condition obtained the value of solid content of 35.22%, 94.45% conversion, and viscosity of 1600 cPs. Result of analysis using PSA got average particle size equal to 663.2 nm. Glass transition on reaction is 4.78°C. The optimum adhesive polymer characterized by SEM has a spherical morphology at 60,000 times magnification and a 15kv voltage acceleration. The most optimum metallization transfer application results show no change of color on aluminum foil surface which has been spilled with ethyl acetate.

© 2019 Universitas Negeri Semarang

Alamatkorespondensi:

Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

E-mail: farichatunjungsari407@gmail.com

p-ISSN 2252-6951

e-ISSN 2502-6844

Pendahuluan

Produk-produk polimerisasi emulsi banyak digunakan dalam berbagai sektor industri. Salah satu contohnya ialah untuk aplikasi *coating*, pembuatan PVAc (*Polivinyl Acetat*) (Braun *et al.*, 2005) atau disebut juga lem putih yang digunakan sebagai lem kayu dan kertas. Selain itu juga dalam pembuatan polimer-polimer lengket karena ukuran partikel-partikelnya yang sangat kecil, cukup stabil dan tahan terhadap penggumpalan (Margisari, 2007).

Polimer adalah makromolekul yang dibentuk dari sejumlah molekul-molekul kecil yang saling berikatan. Molekul-molekul kecil yang membentuk polimer ini disebut sebagai monomer, sedangkan reaksi yang terjadi disebut reaksi polimerisasi. Satu rantai polimer dapat tersusun atas ratusan, ribuan bahkan jutaan molekul monomer yang saling berikatan (Oadian, 1991). Polimer emulsi sering diaplikasikan dalam bidang industri, misalnya cat, kertas *coating*, bahan perekat, pengemasan, dan pewarna kain. Polimer emulsi adalah hasil polimerisasi adisi terinisiasi radikal bebas dimana suatu monomer atau campuran monomer dipolimerisasikan di dalam air dengan perubahan surfaktan untuk membentuk suatu produk polimer emulsi yang disebut lateks (Octavia, 2006).

Vinil asetat merupakan monomer dari polivinil asetat. Senyawa ini merupakan cairan bening dan merupakan cairan yang mudah terbakar. Senyawa ini dapat dipolimerisasi sendiri membentuk polivinil asetat, atau bersama monomer lain untuk membentuk kopolimer seperti butil akrilat-vinil asetat (Fitri *et al.*, 2014). Butil akrilat, atau butakrilat merupakan turunan monomer akrilat. Butil akrilat berwujud cair, larut dalam pelarut organik, dan bersifat iritasi, mempunyai transisi glass (T_g) yang rendah (-54°C), nilai T_g dipengaruhi oleh panjang rantai alkil pada monomer tersebut (Tang & Chu, 2001).

Dasar pemilihan dua monomer ini yaitu bahwa vinil asetat memiliki T_g tinggi (32°C) dan butil akrilat mempunyai T_g rendah (-54°C). gabungan kedua homopolimer ini didalam polimerisasi akan menghasilkan sifat-sifat mekanik yang lebih baik, karena polimer mempunyai dua T_g khas yang berasal dari masing-masing monomernya. Monomer-monomer yang mempunyai T_g rendah dan tinggi banyak tersedia, maka dari itu pertimbangan lain dipilihnya vinil asetat-butil akrilat yaitu perbedaan indeks refraksi yang tinggi diantara kedua monomer ini (Urban & Takamura, 2002).

Reaksi polimerisasi terjadi dalam 3 tahap yaitu tahap inisiasi, tahap propagasi dan tahap terminasi. Tahap inisiasi yaitu dekomposisi thermal dari ammonium persulfat menjadi 2 radikal sulfat pada suhu 85°C . Tahap propagasi yaitu dimana radikal rantai polimer akan bereaksi dengan vinil asetat dan butil akrilat lain membentuk radikal bebas yang baru lagi. Tahap terminasi yaitu dimana radikal rantai polimer akan bereaksi dengan radikal rantai polimer yang lainnya membentuk polimer yang stabil.

Metode

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi seperangkat polimerisasi, viskometer, oven, aluminium foil, FT-IR (*Perkin Elmer Spectrum Version 10.4.00*), *Particle Size Analyzer (Cordouan tipe Vasco)*, *Scanning electron microscopy (Phenom Pro X Desktop SEM with EDX)*. Adapun bahan-bahan yang digunakan meliputi butil akrilat, ethyl asetat, ammonium persulfate, vinil asetat monomer, polivinil alkohol, natrium bikarbonat dengan *grade pro analyst*, aquademin.

Prosedur kerja dalam penelitian ini mengacu pada metode yang dilakukan Utami (2008) yang termodifikasi, Tahap pertama dilakukan polimerisasi pada temperatur $85\pm 1^\circ\text{C}$ dengan kecepatan pengadukan 260 rpm. dilakukan dengan variasi waktu 3, 4, dan 5 jam dan variasi konsentrasi Butil Akrilat yaitu 3, 5, dan 7%. Tahap pre-emulsi dilakukan dengan melarutkan 7,5 g PVA dan NaHCO_3 0,03 g ke dalam aquademin sebanyak 82,5 mL. Kemudian distirer hingga mencapai suhu 85°C selama 30 menit.

Kedua dilakukan tahap *seeding*, 20% APS dari total dan 8% monomer BA+VAM dari total di *dropping* selama 30 menit untuk memulai proses inisiasi, *aging* ± 10 menit. anti foam sebanyak 0,2 g ditambahkan kedalam reaktor guna mencegah *foaming* (terbentuknya busa).

Ketiga dilanjutkan dengan tahap *feeding*, 65% APS dari total dan 92% monomer di *dropping* dengan variasi waktu 3, 4, dan 5 jam dengan kecepatan pengadukan 260 rpm, kemudian *aging* selama 10 menit. Setelah tahap *feeding* selesai, sisa APS sebanyak 15% di *dropping* selama 60 menit untuk meminimalisir monomer sisa, kemudian dilakukan *aging* 30 menit. Setelah proses *aging* dan polimerisasi selesai, maka hotplate dan pengadukan dimatikan. Kemudian reaktor didinginkan dengan penggantian air dalam *waterbath* secara berkala hingga mencapai suhu ruang. Setelah proses pendinginan selesai, lalu dilakukan pengambilan *adhesive polymer* dari reaktor untuk diuji karakteristiknya.

Karakterisasi *adhesive polymer* meliputi karakterisasi *solid content*, viskositas (Metode *Broorfield*), perhitungan T_g , analisis gugus fungsi dengan FT-IR, distribusi ukuran partikel dengan PSA serta penentuan morfologi dengan SEM.

Hasil dan Pembahasan

Hasil polimerisasi menunjukkan daya rekat *adhesive polymer* mengalami kenaikan dengan bertambahnya konsentrasi butil akrilat yang digunakan. Adapun pada *solid content* tidak mengalami perubahan signifikan. Tahap akhir polimerisasi dihasilkan heteropolimer yang berwarna putih susu.

Analisis viskositas pada polimer emulsi menunjukkan kekentalan dan kemampuan emulsi dalam mengalir. Viskositas pada *adhesive polymer* dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan, *dropping* monomer dan inisiator, serta konsentrasi butil akrilat yang ditambahkan. Hubungan kecepatan pengadukan dengan viskositas yaitu semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin rendah viskositas yang dihasilkan. Sebaliknya jika semakin kecil kecepatan pengadukan, maka semakin tinggi viskositas yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan laju pembentukan polimer. Kecepatan pengadukan tinggi, laju pembentukan polimer baru semakin cepat, sehingga rantai yang dihasilkan pendek. Selain itu, dengan adanya pengadukan yang cepat mengakibatkan rantai polimer putus dan menjadi pendek (Budianto, 2008). Hasil viskositas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa viskositas *adhesive polymer*

Konsentrasi (%)	Viskositas (cps)		
	3 jam	4 jam	5 jam
3	640	1008	896
5	1184	1600	1392
7	928	1088	960

Uji analisis kekentalan *adhesive polymer* menggunakan alat viskometer dengan metode *Brookfield* HBT, dimana digunakannya spindel 2 dengan faktor pengali 160 dan dengan kecepatan putar 20 rpm. Nilai viskositas secara teoritis yakni 1000 – 2000 cps. Dari tabel diatas diperoleh hasil untuk konsentrasi BA 3, 5 dan 7% dengan waktu reaksi 4 jam serta BA 5% dengan waktu 3 jam dan 5 jam mendekati nilai teoritisnya. Sedangkan untuk konsentrasi yang lain diperoleh hasil dibawah nilai teoritis disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain: belum sempurnanya reaksi polimerisasi serta adanya monomer sisa yang tidak bereaksi dengan sempurna.

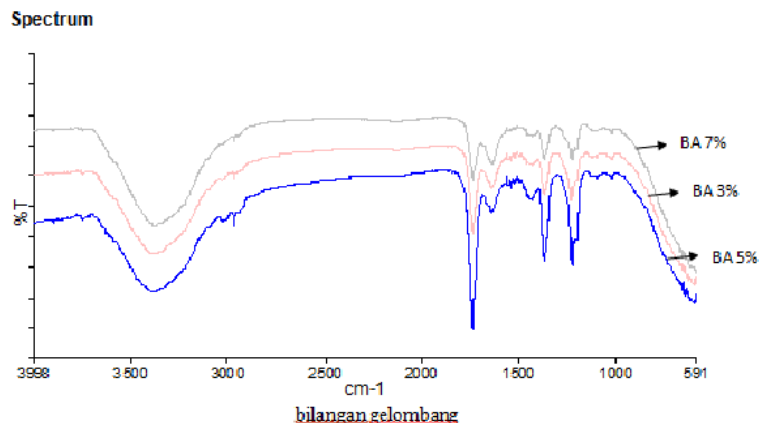
Analisis *solid content* dapat dijadikan suatu indikator sempurnanya reaksi polimerisasi. Bila kandungan padatan yang dihasilkan mendekati teoritisnya, menandakan reaksi polimerisasi telah berlangsung sempurna. Kandungan padatan berhubungan erat dengan monomer sisa karena monomer sisa menunjukkan jumlah monomer yang tidak terpolimerisasi selama reaksi (Budianto, 2008).

Solid content juga dipengaruhi oleh proses *dropping* dari monomer dalam hal ini vinil asetat dan butil akrilat. Jika *dropping* terlalu cepat, maka monomer yang terdapat dalam reaktor akan semakin banyak. Monomer tersebut kemudian akan langsung menguap karena titik didih vinil asetat 73°C dan titik didih butil akrilat 148°C. Jika terlalu banyak monomer yang menguap, menyebabkan kondensor tidak mampu mendinginkan uap monomer yang terbentuk. Sehingga uap dari monomer akan keluar melalui kondensor. Hal ini menyebabkan monomer yang seharusnya terpolimerisasi menjadi hilang. Akibatnya *solid content* akan berkurang. Hasil analisis kandungan padatan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kandungan padatan pada *adhesive polymer*

Konsentrasi (%)	<i>Solid content</i> terhadap waktu sintesis (jam)		
	3	4	5
3	27,18	30,57	29,83
5	32,02	35,22	33,39
7	29,86	31,42	29,95

Nilai *solid content* secara teoritis yakni 37%. Dari data yang didapat pada penelitian ini masih di bawah nilai teoritis yakni 35,22%. Hal ini disebabkan oleh tidak sempurnanya reaksi polimerisasi dan *dropping* monomer yang terlalu cepat. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan jika *solid content* yang ideal atau mendekati nilai teoritis yakni pada konsentrasi BA 5% dan pada waktu optimum 4 jam. Selanjutnya *adhesive polymer* hasil sintesis dikarakterisasi gugus fungsinya dengan FT-IR guna mengetahui gugus-gugus yang terbentuk selama proses polimerisasi. Hasil spektrum FT-IR disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FT-IR *Adhesive Polymer*

Hasil sintesis terlihat adanya puncak serapan pada bilangan gelombang $1646,89\text{ cm}^{-1}$ pada BA 3%, serapan $1657,88\text{ cm}^{-1}$ pada BA 5%, dan $1642,14\text{ cm}^{-1}$ pada BA 7%. Adanya pergeseran bilangan gelombang pada BA 5% menandakan terjadi kenaikan energi yang dibutuhkan ikatan C=C dan ini menandakan bahwa ikatan C=C vinil tersebut telah terpolimerisasi. Puncak serapan gugus karbonil C=O pada bilangan gelombang $1727,98\text{ cm}^{-1}$ yang memiliki intensitas serapan yang kuat pada monomer butil akrilat standar masih terlihat pada spektra hasil penelitian. Puncak pada daerah gelombang tersebut memiliki intensitas serapan yang kuat hingga gelombang $1738,87\text{ cm}^{-1}$ pada BA 7%, $1738,68\text{ cm}^{-1}$ pada BA 3%, $1738,76\text{ cm}^{-1}$ pada BA 5%. Bilangan gelombang ini jika dibandingkan dengan BA standar mengalami kenaikan dikarenakan jumlah BA yang ditambahkan pada penelitian ini lebih banyak jika dibandingkan dengan monomer vinil asetat.

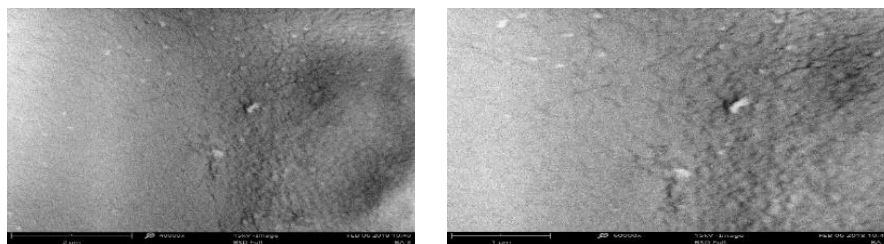
Selanjutnya karakterisasi distribusi ukuran dan keseragaman partikel menggunakan PSA. Sampel T.BA 3% mempunyai ukuran rata-rata partikel sebesar $236,5\text{ nm}$ dengan rentang diameter antara $134,16\text{--}655,76\text{ nm}$. Sampel T.BA 5% mempunyai ukuran rata-rata partikel sebesar $663,2\text{ nm}$ dengan rentang diameter antara $171,25\text{--}1967,14\text{ nm}$. Sampel T.BA 7% mempunyai ukuran rata-rata partikel sebesar $328,1\text{ nm}$ dengan rentang diameter antara $218,60\text{--}454,69\text{ nm}$. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran distribusi partikel *adhesive polymer*

Konsentrasi (%)	Ukuran rata-rata partikel (nm)
3	236,5
5	663,2
7	328,1

Hasil karakterisasi menggunakan PSA semua sampel baik konsentrasi 3, 5, dan 7% mempunyai nilai PI (*Polydispersity Index*) di bawah 1, hal tersebut menunjukkan bahwa membunai ukuran partikel yang homogen dan cenderung seragam. Mardiyati *et al.*, (2012) melaporkan bahwa nilai indeks polidesperasi yang lebih tinggi dari satu mengakibatkan partikel yang terbentuk lebih besar dan cenderung tidak seragam.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran partikel polimer yang terbentuk yakni pada saat dropping katalis (ammonium persulfat). Hasil ukuran partikel dari ketiga sampel diperoleh hasil yang besar-besar dikarenakan pada saat tahap *dropping* katalis dilakukan secara langsung (tidak tetes demi tetes) hal ini membuat partikel polimer yang terbentuk akan menjadi besar. Selanjutnya karakterisasi menggunakan SEM bertujuan untuk menunjukkan gambaran morfologi dari partikel. Hasil morfologi SEM disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi partikel *Adhesive Polymer*

Dari Gambar 2. terlihat bentuk polimer *adhesive* hasil sintesis yang berbentuk bulat (*spherical*). Gambar diatas juga menunjukkan distribusi partikel polimer yang homogen/seragam sehingga bersifat monomodal (*monodisperse*). Hal ini mendukung nilai PDI dan lebar peak yang diperoleh dari pengukuran dengan PSA yang menunjukkan distribusi ukuran partikel yang terbentuk seragam.

Selanjutnya analisis Tg menunjukkan bahwa hasil transisi glass (Tg) pada konsentrasi BA 3% sebesar 12,7142°C. Selanjutnya pada BA 5% didapatkan Tg sebesar 4,78°C. Pada variasi BA 7% didapatkan hasil perhitungan Tg sebesar -2,7297°C. Hasil perhitungan transisi glass (Tg) pada variasi BA 7% didapatkan minus (-2,7297°C) dikarenakan jumlah monomer butil akrilat lebih banyak dibandingkan dengan variasi jumlah BA 3% dan 5%. Jumlah monomer butil akrilat dapat mempengaruhi hasil perhitungan dari transisi glass suatu polimer. Selanjutnya aplikasi *adhesive* pada *transfer metalize* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil *adhesive polymer* untuk aplikasi *transfer metalize*

No	Sampel Spesiment	Indikator	Keberhasilan
		Busam	Lengket
1.	BA 3% - 3 jam	Ya	Kurang
2.	BA 3% - 4 jam	Ya	Ya
3.	BA 3% - 5 jam	Ya	Kurang
4.	BA 5% - 3 jam	Ya	Ya
5.	BA 5% - 4 jam	Tidak	Ya
6.	BA 5% - 5 jam	Ya	Ya
7.	BA 7% - 3 jam	Ya	Kurang
8.	BA 7% - 4 jam	Ya	Ya
9.	BA 7% - 5 jam	Ya	Kurang

Pengamatan pada Tabel 4. di atas menunjukkan hasil aplikasi *transfer metalize* yang telah dilakukan. Hasil di atas menunjukkan jika proses transfer yang paling baik ditemukan pada BA 5% dengan waktu reaksi polimerisasi selama 4 jam, hal ini dibuktikan dengan hasil permukaan aluminium foil yang telah ditetesi oleh etil asetat tidak menunjukkan adanya perubahan warna. Hasil busam pada permukaan aluminium foil yang ditetesi dengan etil asetat menunjukkan proses transfernya belum sempurna dikarenakan hasil *adhesive polymer* yang terdapat pada media transfer. Hasil *adhesive polymer* dipengaruhi oleh ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel polimer, maka hasil transfernya tidak akan sempurna dan menghasilkan permukaan aluminium foil yang busam.

Simpulan

Hasil proses reaksi polimerisasi yang paling optimum pada waktu 4 jam dengan konsentrasi butil akrilat 5% dilihat dari hasil solid content sebesar 35,22% dengan persen konversi sebesar 94,45% dan viskositasnya sebesar 1600cPs yang mana sudah mencapai nilai teoritisnya. Hasil Tg didapatkan data 12,7142°C. Semakin besar konsentrasi butil akrilat akan berpengaruh terhadap Tg yang semakin kecil dan sebaliknya jika konsentrasi butil akrilat semakin rendah, maka Tg nya akan semakin besar. Karakteristik *adhesive polymer* Polivinil asetat termodifikasi butil akrilat yang dihasilkan untuk aplikasi *transfer metalize* paling baik yaitu pada konsentrasi butil akrilat 5% dengan waktu reaksi polimerisasi 4 jam, yang direaksikan dengan etil asetat tidak terjadi perubahan pada aluminium foil selain itu *adhesive* yang dihasilkan memiliki daya rekat yang bagus. Hasil ukuran partikel serta morfologi polimer yang terbentuk dipengaruhi oleh *dropping* katalis pada saat reaksi berlangsung.

Daftar Pustaka

- Braun, D., H, Cherdron., M.Rehahn., H, Ritter., B, Voit. 2005. *Polymer Synthesis: Theory ad Practice, Fundamentals, Method s, Experiment*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 7: 385
- Budianto, E., Ariyanti., Sarwono. 2008. Pengaruh Variasi Inisiator dan Teknik Polimerisasi terhadap Ukuran Partikel pada Kopolimerisasi Emulsi Stirena-Butil Akrilat-Metil Metakrilat. *Makara*, 13(1): 59-64
- Tang, C., F.Chu., 2001. Application of Polymer Emulsion. *Polymer Sci.*, 82: 2352-2356
- Fitri, M. dan L. Atmaja. 2014. Polimerisasi Emulsi Polivinil Alkohol dan Monomer Vinil Asetat dalam Campuran Pelarut Etil Asetat-Air pada Sintesis Polivinil Asetat. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1): 1-5
- Lange, H. 2011. *Emulsion Polymerization of Vinyl Acetate with Renewable Raw Materials as Protective Colloids*.
- Mardliyati, E. S.E. Muttaqien, D.R. Setyawati, I. Rosidah, dan Sriningsih. 2012. *Preparasi dan Aplikasi Nanopartikel Kitosan sebagai Sistem Penghantaran Insulin secara Oral*. Prosiding InSINas 0071

- Margisari, A. 2007. Studi Polimerisasi *Core-Shell* Stirena-Butil Akrilat: Perbandingan antara Inisiator Redoks dan Ammonium Persulfat terhadap Distribusi Ukuran Partikel. *Skripsi*. Karya Utama Sarjana Departemen Kimia: FMIPA UI
- Odian, G. 1991. *Principles of Polymerization*. Third edition. John Willey & Sons. Inc. New York
- Oktavia, E. 2006. Studi Pendahuluan Polimerisasi Emulsi Opal (*Colorant Emulsion*) Polistirena-ko-Polibuti Akrilat. *Tesis*. Program Magister Departemen Kimia Depok
- Urban, D., Takamura, K. 2002. *Polymer Dispersions and Their Industrial Applications*. Germany: Wiley-VCH
- Utami, R. 2008. Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Sodium Lauryl Sulfate (SLS), Inisiator Ammonium Peroxodisulfate (APS) dan Teknik Polimerisasi terhadap Ukuran dan Distribusi Partikel pada Honopolimer Butil Akrilat. *Skripsi*. Karya Utama Sarjana Departemen Kimia: FMIPA UI