

# Pengaruh Surfaktan Natrium Dodesil Benzena Sulfonat Rantai Bercabang Serta Teknik Polimerisasi Emulsi Terhadap Ukuran Partikel Kopoli(stirena/Butil Akrilat/Metil Metakrilat)

Emil Budianto, Noverra Mardhatillah Nizado, Tresye Utari

Departemen Kimia FMIPA UI, Kampus UI Depok 16424  
emilb@ui.edu

## Abstrak

Ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang menentukan sifat polimer emulsi. Untuk aplikasi *coating*, dibutuhkan polimer emulsi dengan ukuran partikel yang kecil agar diperoleh hasil *coating* yang halus, kekuatan adhesi dan ketahanan terhadap air yang baik, serta kestabilan yang cukup lama. Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh dari surfaktan natrium dodesil benzena sulfonat (SDBS) rantai bercabang serta beberapa teknik polimerisasi emulsi terhadap ukuran partikel kopoli(stirena/butil akrilat/metil metakrilat) dengan menggunakan kombinasi surfaktan anionik dan nonionik (nonil fenol, EO<sub>10</sub>) serta inisiator ammonium persulfat. Hasil pengukuran DSC, *solid content*, dan IR menunjukkan bahwa terbentuk kopoli(stirena/butil akrilat/metil metakrilat). Dari hasil yang diperoleh, dapat dilihat bahwa terbentuk *grit* yang banyak. Teknik *batch* dapat menghasilkan *solid content* tertinggi yaitu 38,47%. Teknik semi kontinyu secara umum menghasilkan viskositas yang tinggi yaitu 128 mPas. Surfaktan SDBS rantai bercabang secara umum menghasilkan polimer emulsi dengan ukuran partikel yang kecil tetapi *grit* yang terbentuk lebih banyak. Banyaknya persen *seeding* monomer dan inisiator yang ditambahkan ke dalam *initial charge* mempengaruhi ukuran partikel polimer emulsi yang terbentuk, dan jumlah inti yang dihasilkan.

*Keywords: copolymerization; emulsion polymerization; particle size; polymerization ; surfactant*

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 1998 kebutuhan dunia akan polimer emulsi sebesar 7,4 juta metrik ton dan diramalkan kebutuhan tersebut pada tahun 2003 akan meningkat menjadi 8,8 juta metrik ton dengan pertumbuhan per tahun sebesar 3,6%. Penyebaran wilayah kebutuhan pada tahun 1998 adalah sebagai berikut: 35% dikonsumsi di Amerika Utara, 32% di Eropa Barat, 12% di Jepang sedangkan sisanya (21%) oleh negara-negara lain. Berdasarkan pangsa pasarnya kebutuhan pada tahun 1998 terbagi atas 26% untuk keperluan cat dan pelapisan, 23% untuk keperluan kertas dan *paperboard*, 22% untuk keperluan adesif, 11% untuk keperluan karpet dan 18% untuk keperluan lain-lain [1].

Salah satu faktor yang menentukan sifat/ karakter polimer emulsi adalah ukuran partikel. Polimer emulsi mengandung partikel dengan diameter berkisar antara 10 sampai dengan 1.500 nm. Pada umumnya ukuran partikel polimer emulsi berkisar antara 100 sampai dengan 250 nm. Ukuran partikel sangat menentukan sifat polimer emulsi seperti sifat aliran dan kestabilan polimer. Sebagai contoh suatu bahan pelapis dengan ukuran partikel yang kecil akan memberikan hasil *coating* yang halus, kekuatan adhesi yang baik, ketahanan terhadap air yang cukup baik serta kestabilan lateks yang cukup lama. Disamping itu ukuran diameter partikel polimer

yang kecil dapat menyebabkan bahan pelapis akan lebih *glossy* dan transparan karena partikel-partikel polimer dari pelapis akan lebih rapat, jadi tidak ada ruang untuk ditempati partikel lain.

Banyak penelitian yang telah mempelajari mekanisme pembentukan partikel dan faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran partikel pada polimer emulsi. Herget *et.al* [2] mempelajari pembentukan dan agregasi partikel primer pada awal polimerisasi emulsi. Capek [3] menjelaskan bahwa emulsifier berperan dalam pembentukan dan kestabilan partikel. Krishan [4] menerangkan bahwa konsentrasi inisiator mempengaruhi ukuran partikel. O'Callaghan *et.al* [5] mempelajari bahwa teknik polimerisasi berpengaruh terhadap keseragaman ukuran partikel yang terbentuk. Pada penelitiannya O'Callaghan *et.al* menggunakan teknik polimerisasi semi kontinyu untuk menghasilkan kopoli(metil metakrilat/butil akrilat) dengan ukuran partikel 3-4  $\mu\text{m}$  yang seragam. Teknik yang sama juga digunakan oleh Tang dan Chu [6] untuk mempelajari ukuran dan distribusi partikel pada polimerisasi stirena, butil akrilat dan asam metakrilat. Sood [7] berhasil mengembangkan model matematika untuk menghitung distribusi ukuran partikel pada polimerisasi teknik *batch* dan semi *batch*. Keseragaman ukuran partikel dapat juga diperoleh pada polimerisasi stirena dengan cara mendispersikannya dalam alkohol [8]. Monfitriani

[9] pada penelitiannya menggunakan kombinasi surfaktan natrium lauril sulfat dan nonil fenol (EO<sub>10</sub>) dengan perbandingan 2:8 berhasil mendapatkan ukuran partikel < 0,6 µm dengan distribusi ukuran partikel sebesar 94% pada kopolimerisasi stirena-butil akrilat-metil metakrilat. Teknik polimerisasi yang digunakan mengacu pada teknik polimerisasi semi kontinyu seperti yang dilakukan oleh Tang dan Chu [6] dengan inisiator ammonium persulfat.

Pada artikel ini akan dipelajari pengaruh surfaktan anionik SDBS rantai bercabang yang dikombinasikan dengan surfaktan nonionik (nonil fenol, EO<sub>10</sub>) dan beberapa teknik polimerisasi emulsi terhadap ukuran partikel kopoli(stirena-butil akrilat/metil metakrilat) dengan menggunakan inisiator ammonium persulfat.

## 2. EKSPERIMENTAL

### Bahan Kimia

Stirena dari Lyondell Chemical Company, butil akrilat (BA) dari ATOFINA Chemicals, Inc., metil metakrilat (MMA) dari ATOFINA Chemicals, Inc., ammonium persulfat (APS) dari PT. Sentra Kimika Persada, natrium dodesil benzena sulfonat (SDBS) rantai bercabang dari PT. Clariant, nonil fenol (EO<sub>10</sub>) dari PT. Clariant serta air demineral.

### Teknik Semi Kontinyu

Larutan *Initial charge* (IC) hanya berisi surfaktan dan air demineral. Larutan *Stream 2* yang merupakan larutan pre-emulsi berisi surfaktan, air, dan semua monomer. Larutan *Stream 1* berisi larutan inisiator. *Initial charge* dimasukkan ke dalam labu reaktor leher 4, kemudian diaduk dengan kecepatan tertentu dan dipanaskan sampai temperatur antara 80-85 °C. Saat temperatur pemanasan mencapai 80 °C, mulai diteteskan larutan *stream 1* dan *stream 2* secara bersamaan dengan kecepatan konstan selama 5 jam sambil terus diaduk. Temperatur dijaga tetap antara 80-85 °C. Setelah 5 jam, pemanasan dihentikan. Dilakukan pasca polimerisasi selama 1 jam dalam keadaan larutan tetap diaduk.

### Teknik Seeding

Larutan *Initial charge* berisi surfaktan, air demineral, dan sebagian monomer dan inisiator dari jumlah total monomer dan inisiator yang digunakan. Larutan *Stream 2* yang merupakan larutan pre-emulsi berisi surfaktan, air, dan monomer sisa. Larutan *Stream 1* berisi larutan inisiator sisa. *Initial charge* dimasukkan ke dalam labu reaktor leher 4, kemudian diaduk dengan kecepatan tertentu dan dipanaskan sampai temperatur antara 70-75 °C.

Selama reaksi, temperatur dijaga tetap antara 70-75 °C. Saat temperatur pemanasan mencapai 70 °C, larutan *initial charge* direaksikan selama 1 jam sambil terus diaduk. Setelah 1 jam, diteteskan larutan *stream 1* dan *stream 2* dengan kecepatan konstan selama 4 jam. Dilakukan pasca polimerisasi selama 1 jam dengan keadaan tidak dilakukan pemanasan tetapi larutan tetap diaduk.

### Teknik Batch

Larutan *Initial charge* berisi surfaktan, air demineral, dan monomer. Larutan *Stream 1* berisi larutan inisiator. *Initial charge* dimasukkan ke dalam labu reaktor leher 4, kemudian diaduk dengan kecepatan tertentu dan dipanaskan sampai temperatur antara 70-75°C. Saat temperatur pemanasan mencapai 70°C, ditambahkan semua larutan *stream 1* secara langsung sambil terus diaduk sampai reaksi selesai. Larutan dalam labu reaktor direaksikan selama 5 jam dengan temperatur dijaga tetap. Dilakukan pasca polimerisasi selama 1 jam dengan keadaan tidak dilakukan pemanasan tetapi larutan tetap diaduk.

### Karakterisasi Solid Content

Sampel polimer ditimbang ± 1 - 2 g ke dalam wadah yang telah diketahui bobot kosongnya. Kemudian dipanaskan dalam oven pada temperatur 105 °C selama 2 jam. Setelah itu, sampel kering didinginkan dalam desikator untuk kemudian ditimbang. *Solid content* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Solid content} = \frac{(C - A)}{B} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

A = Berat wadah kosong.

B = Berat sampel sebelum dioven ± 1 - 2 g.

C = Berat wadah dan sampel kering.

### Kekentalan (Metode Brookfield)

Masing-masing sampel ditempatkan dalam wadah yang memiliki luas permukaan yang sama. Kekentalan diukur dengan mengatur *spindle* dan *rpm* yang tepat pada alat viskometer yang digunakan pada temperatur ruang. Skala yang diperoleh pada alat viskometer dicatat untuk kemudian dihitung.

Misal pengukuran dilakukan dengan menggunakan :  
*spindle* : 5  
 rpm : 20  
 Skala baca : 30  
 maka kekentalannya adalah =  $30 \times 500 = 15000$  mPas  
 (angka 500 diperoleh dari tabel pada alat)

#### Ukuran Partikel

Sampel diambil dengan menggunakan ujung pengaduk, dilarutkan dalam 300 mL air demineral

kemudian diaduk sampai homogen. Larutan sampel kemudian dimasukkan ke dalam *disposable plastic cuvet* dengan tinggi larutan maksimum 15 mm. Lalu sampel diukur menggunakan ZetaSizer Nano Particle Analyzer dengan diatur run 5 kali pengukuran per sampel pada *attenuator* lebar celah yang optimum yaitu sekitar 6-8. Untuk sampel yang terlalu keruh maka *attenuator* akan berada di bawah 6, maka sampel perlu diencerkan, sedangkan untuk sampel yang terlalu transparan maka *attenuator* akan berada di atas 8, maka sampel perlu ditambah.

Tabel 1. Formula Percobaan (dalam gram)

Bahan	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4	Formula 5
<b>*Stream 2 (Pre-Emulsi)</b>					
- Stirena	226		157.5	140	122.5
- Butil Akrilat	111		144	128	112
- Metil Metakrilat	10.5		9	8	7
- SDBS (Bercabang)	5.7		5.7	5.7	5.7
- Nonyl Fenol (EO <sub>10</sub> )	13.5		13.5	13.5	13.5
- Air	263		265	265	265
<b>*Stream 1</b>					
- APS	4	4	3.5	3	2.5
- Air	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
<b>*Initial charge</b>					
- SDBS (Bercabang)	8.6	14.3	8.6	8.6	8.6
- Nonyl Fenol (EO <sub>10</sub> )	20.3	33.8	20.3	20.3	20.3
- Air	300	563	300	300	300
- Stirena		226	17.5	35	52.5
- Butil Akrilat		111	16	32	48
- Metil Metakrilat		10.5	1	2	3
- APS			0.5	1	1.5
<b>Teknik</b>	<b>Semi kontinyu</b>	<b>Batch</b>	<b>Seeding 10%</b>	<b>Seeding 20%</b>	<b>Seeding 30%</b>

#### Spektrum IR

Lapisan film polimer yang akan diuji dibuat dengan ukuran yang sama, yaitu panjang x lebar = 2 x 0,5 cm. Lalu film tersebut diletakkan di atas alat ATR Zirconia yang ditempatkan pada ruang pengukuran. Pengukuran kemudian dilakukan secara

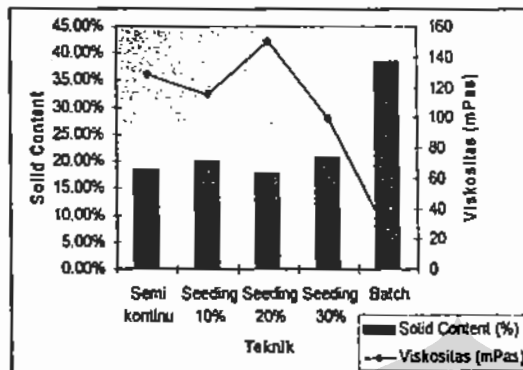
otomatis, pada kisaran bilangan gelombang mulai  $1000 \text{ cm}^{-1}$  sampai  $4000 \text{ cm}^{-1}$

#### Temperatur Transisi Gelas (T<sub>g</sub>)

Sampel ditimbang sebanyak 5 – 20 mg. Untuk sampel serbuk, sampel langsung digerus halus, dan diletakkan di dalam pan sedangkan untuk sampel *rubbery*, sampel diletakkan pada plat kaca dan dikeringkan, kemudian film yang dihasilkan dipotong seukuran pan (diameter film sekitar 3 – 4 mm). Sampel dalam pan di-*crimping* dengan tutup *stainless steel* menggunakan alat *crimp*. Alat DSC dihidupkan dengan mengalirkan gas nitrogen dan diatur kenaikan temperatur 2 °C per menit. Untuk kalibrasi temperatur dan panas DSC, pada alat diletakkan blanko berupa pan kosong dan sampel berisi zat pengkalibrasi yaitu indium dan/atau seng.

Setelah kalibrasi selesai, sampel indium dan/atau seng diganti dengan sampel polimer yang akan diukur, dan pan blanko tetap pada posisi semula selama pengukuran. Untuk sampel serbuk yang rapuh ( $T_g$  tinggi), alat diatur 50 °C di bawah  $T_g$ .

Untuk sampel *rubbery* ( $T_g$  rendah), digunakan nitrogen cair untuk temperatur sangat rendah.



Gbr 1. Grafik solid content dan viskositas

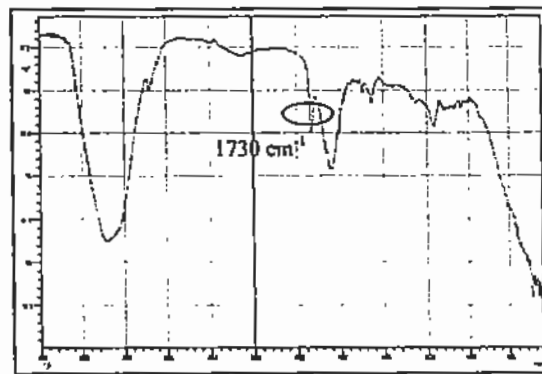
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pembentukan Kopolimer

Pada penelitian ini dihasilkan polimer emulsi berupa kopolimer (stirena/butil akrilat/metil metakrilat). Terbentuknya polimer tersebut dapat dibuktikan antara lain berdasarkan nilai *solid content* yang diperoleh. *Solid content* merupakan suatu ukuran terjadinya polimerisasi karena dengan melihat nilai *solid content*, dapat diketahui seberapa banyak monomer-monomer yang digunakan berpolimerisasi membentuk polimer yang diharapkan. *Solid content* terdiri dari polimer, surfaktan dan garam-garam anorganik yang terbentuk karena dekomposisi inisiator [1]. Pada penelitian ini *solid content* secara teoritis adalah sebesar 40%. Perhitungan teoritis ini dihitung dengan cara berat total air, surfaktan, monomer, inisiator yang ada di dalam formula percobaan dikurangi dengan berat air. Pada penelitian ini, *solid content* yang diperoleh berkisar antara 17,76% sampai dengan 38,47%. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1. Grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa beberapa *solid content* masih berada jauh di bawah nilai teoritisnya. Hal ini dikarenakan masih banyak monomer yang belum bereaksi membentuk polimer.

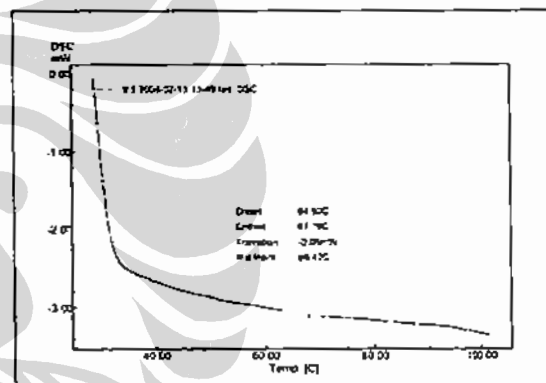
Spektrum IR yang didapat (Gambar 2) memperkuat terjadinya polimerisasi. Spektrum IR memperlihatkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang dari gugus karbonil ke arah bilangan gelombang yang lebih besar. Adanya pergeseran ini diakibatkan terjadinya reaksi polimerisasi pada ikatan C = C yang ada pada butil akrilat dan metil metakrilat sehingga ikatan rangkap terkonjugasi menjadi hilang dan menyebabkan terjadinya kenaikan energi untuk melakukan *stretching* C=O

[10]. Kenaikan energi ini mengakibatkan kenaikan bilangan gelombang.



Gbr 2. Spektrum IR Kopolimer

Sampai sejauh ini telah dapat dibuktikan bahwa polimer sudah terbentuk, tetapi belum dapat dibedakan apakah yang terbentuk homopolimer atau kopolimer. Untuk membuktikan yang terbentuk adalah kopolimer digunakan data DSC. Salah satu kurva DSC dapat dilihat pada Gambar 3.



Gbr 3. Kurva DSC Kopolimer

Gambar 3 memperlihatkan bahwa hanya ada satu nilai temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) dari semua formula dan teknik yang digunakan. Nilai  $T_g$  yang dihasilkan (berkisar antara 50,7 – 78,2 °C) membuktikan yang terbentuk adalah kopolimer (stirena/butil akrilat/metil metakrilat), bukan terbentuk homopolimer polistirena ( $T_g = 100$  °C), poli (butil akrilat) ( $T_g = -54$  °C) maupun poli (metil metakrilat) ( $T_g = 105$  °C). Hal ini dikarenakan masing-masing polimer memiliki nilai  $T_g$  yang berbeda dan spesifik.

#### Pengaruh Teknik Polimerisasi dan Surfaktan SDBS Rantai Bercabang Terhadap *Solid Content*

Berdasarkan Gambar 1, untuk teknik semi kontinu diperoleh *solid content* 18,44%. Rendahnya *solid content* ini dikarenakan

polimerisasi yang terjadi pada teknik semi kontinyu dilakukan secara pelan-pelan dengan peneteskan larutan *stream 1* dan *stream 2* secara konstan ke dalam *initial charge* sehingga polimerisasi yang terjadi berjalan lambat akibatnya *solid content* yang diperoleh kecil. *Solid content* yang rendah dapat juga disebabkan karena temperatur reaksi yang digunakan pada teknik semi kontinyu adalah 80 °C sedangkan pada teknik *seeding* dan *batch* temperatur yang digunakan adalah 70 °C. Temperatur yang tinggi ini mengakibatkan waktu paruh dari radikal bebas yang digunakan lebih pendek, sehingga tidak semua radikal bebas dapat menumbuk monomer untuk melakukan polimerisasi.

Pada teknik *seeding*, *solid content* yang dihasilkan menurun dari *seeding* 10% ke 20%, kemudian naik kembali pada *seeding* 30%. Hal ini diperkirakan akibat dari kurang homogennya pertumbuhan partikel yang terjadi pada teknik *seeding* 30%. Penggunaan surfaktan yang banyak pada penelitian ini menyebabkan terbentuknya banyak misel yang nantinya akan diisi oleh monomer-monomer untuk membentuk polimer. Selain itu telah ada pula misel yang berisi *seed* polimer sebanyak 30%. Hal ini menyebabkan pertumbuhan inti partikel lebih dari satu sehingga partikel yang satu dapat lebih mengembang akibat terjadinya polimerisasi, sedangkan partikel yang lainnya tidak terlalu mengembang karena polimerisasi yang terjadi tidak terlalu banyak. Dengan demikian saat pengambilan sampel untuk pengukuran ukuran partikel yang terambil adalah partikel dengan *solid content* yang besar.

Untuk teknik *batch*, dapat dilihat pada Gambar 1, diperoleh *solid content* sebesar 38,47%. Perolehan *solid content* ini hampir sesuai dengan teoritisnya, yaitu 40%. Pada teknik *batch* dapat diperoleh *solid content* yang tinggi dikarenakan semua bahan langsung dicampur pada satu wadah, sehingga kemungkinan radikal bebas yang jumlahnya banyak untuk menumbuk monomer dan melakukan polimerisasi adalah besar. Dengan demikian banyak terjadi polimerisasi dan *solid content* yang dihasilkan tinggi.

#### Pengaruh Teknik Polimerisasi dan Surfaktan SDBS Rantai bercabang Terhadap Viskositas

Viskositas dari suatu polimer emulsi bergantung pada banyaknya polimer yang terbentuk dan jenis polimer yang diperoleh. Jika dihasilkan polimer yang bercabang, maka akan diperoleh viskositas yang lebih tinggi. Bila saat dilakukan polimerisasi konsentrasi monomer yang ada dalam campuran lebih kecil daripada konsentrasi polimer yang telah terbentuk dalam campuran tersebut, maka jenis polimer yang dihasilkan adalah cenderung bercabang [1]. Sebaliknya, jika konsentrasi monomer lebih besar daripada konsentrasi polimer yang telah terbentuk dalam campuran, maka polimer

yang dihasilkan cenderung membentuk rantai lurus sehingga viskositasnya tidak terlalu tinggi [1].

Penggunaan teknik semi kontinyu menghasilkan viskositas yang paling tinggi di antara semua teknik yaitu sebesar 128 mPas, kecuali dibandingkan teknik *seeding* 20%. Baik teknik *seeding* maupun semi kontinyu menghasilkan polimer yang bercabang. Viskositas hasil teknik *seeding* 20% lebih besar daripada teknik semi kontinyu kemungkinan besar dikarenakan pada teknik *seeding* 20% terjadi lebih banyak belitan antara rantai polimer yang satu dengan rantai polimer yang lain daripada belitan yang terjadi di teknik semi kontinyu. Dengan demikian, viskositas pada teknik semi kontinyu lebih rendah dibandingkan teknik *seeding* 20%.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, viskositas yang terjadi pada teknik *seeding* seharusnya berkurang seiring dengan bertambahnya persen *seeding*. Akan tetapi hasil yang terlihat pada grafik Gambar 1 menunjukkan bahwa viskositas naik pada *seeding* 10% (115 mPas) dan 20% (150 mPas) kemudian turun pada *seeding* 30% (99 mPas). Hal ini disebabkan karena percabangan yang terbentuk pada *seeding* 20% lebih banyak daripada *seeding* 10% sehingga polimer emulsi yang diperoleh pada *seeding* 20% lebih kental. Banyaknya cabang dari suatu rantai polimer menyebabkan terjadinya pembelitan dari rantai polimer yang satu dengan rantai polimer yang lain lebih mudah sehingga viskositas yang terjadi akan besar.

Teknik *batch* pada penelitian ini juga menghasilkan viskositas yang terkecil diantara semua teknik, yaitu 22 mPas. Hal ini sesuai dengan teori yang menjelaskan bahwa bila konsentrasi monomer lebih besar dibandingkan konsentrasi polimer yang telah terbentuk dalam campuran, maka akan dihasilkan polimer jenis rantai lurus atau dengan percabangan yang sangat sedikit sehingga viskositas yang diperoleh kecil.

#### Pengaruh Teknik Polimerisasi dan Surfaktan SDBS Rantai bercabang Terhadap Ukuran Partikel

Ukuran partikel polimer emulsi yang dihasilkan bergantung pada ukuran misel yang terbentuk. Pada proses awal, saat bagian dalam misel masih belum terisi monomer yang telah berpolimerisasi, ukuran misel bergantung pada jenis surfaktan yang digunakan. Pada penelitian ini untuk surfaktan SDBS rantai bercabang, ukuran misel yang dihasilkan sebesar 4,09 nm. Setelah terisi monomer yang berpolimerisasi, maka ukuran misel akan membesar bergantung pada derajat polimerisasi yang terbentuk di dalam misel. Ukuran misel yang telah membesar ini dinyatakan sebagai ukuran partikel polimer.

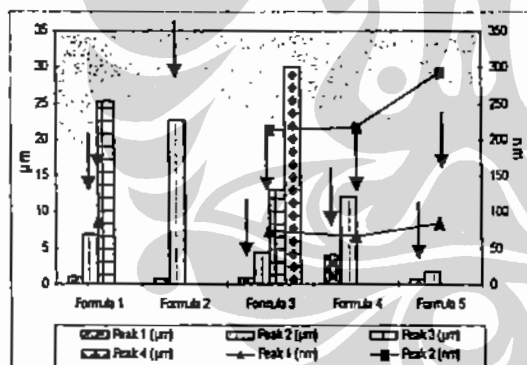
Misel yang telah membesar itu dapat pecah bila terdapat banyak rantai polimer yang terbentuk di dalam misel tersebut dan misel tidak kuat menahan

laju pertumbuhan rantai polimer tersebut. Misel yang pecah ini dapat mengakibatkan timbulnya endapan atau dalam polimer emulsi dikenal dengan sebutan *grit* [1].

Hasil ukuran partikel teknik semi kontinyu yang terlihat pada grafik Gambar 4 menunjukkan bahwa ukuran partikel yang dihasilkan oleh SDBS rantai bercabang menghasilkan banyak inti, yaitu 4 inti.

Menurut Chu et.al [11],[12],[13], adanya penambahan jumlah *seeding* akan memperbesar ukuran partikel. *Seeding* 10% akan menghasilkan ukuran partikel yang paling kecil sedangkan *seeding* 30% akan menghasilkan ukuran partikel yang terbesar.

Hal ini dikarenakan semakin banyak persen *seeding* yang ditambahkan ke dalam larutan *initial charge* dengan jumlah surfaktan yang tetap, maka *seed* polimer yang terbentuk di dalam misel besarnya tergantung dari jumlah monomer yang di-*seeding*. Makin banyak jumlah monomer yang di-*seeding*, makin besar *seed* polimer yang terbentuk di dalam misel pada awal reaksi. *Seed* polimer akan membesar bila reaksi polimerisasi dilanjutkan dengan penambahan larutan *stream 1* dan *stream 2*. Berdasarkan grafik Gambar 4 dapat diketahui bahwa secara umum ukuran partikel pada penggunaan surfaktan SDBS bercabang dengan teknik *seeding* menunjukkan ketidakteraturan. Hal ini disebabkan terbentuknya inti baru yang diakibatkan masih ada misel kosong karena jumlah surfaktan yang digunakan berlebih sehingga pertumbuhan partikel polimer tidak hanya di misel yang telah berisi *seed* polimer tetapi juga di misel yang masih kosong [14].



Gbr 4. Grafik Ukuran Partikel

Seperti yang terlihat pada grafik ukuran nanometer, terbentuk ukuran partikel yang menurun pada *seeding* 10% dan 20%, kemudian menaik pada *seeding* 30%. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada teknik *seeding* seharusnya terjadi kenaikan ukuran partikel seiring dengan banyaknya jumlah *seeding* yang ditambahkan. Adanya perbedaan hasil pada *seeding* 10% dapat dikarenakan lebih banyaknya polimerisasi yang terjadi pada teknik ini yang menyebabkan misel tempat terjadinya polimerisasi mengembang dan ukuran partikel yang terbentuk lebih besar daripada

ukuran partikel teknik 20%, sedangkan dari grafik ukuran mikro, terlihat bahwa ukuran partikel menaik pada *seeding* 10 dan 20%, untuk kemudian menurun pada *seeding* 30%. Hal ini mencerminkan adanya ketidakteraturan pada ukuran partikel saat digunakan surfaktan SDBS bercabang sehingga terbentuk inti partikel yang banyak. Pada penggunaan SDBS bercabang, *seeding* 10% menghasilkan 6 inti (formula 3), *seeding* 20% menghasilkan 4 inti (formula 4), dan *seeding* 30% menghasilkan 4 inti (formula 5) dengan pertumbuhan partikel yang beragam. Data-data di atas menunjukkan bahwa pertumbuhan inti sulit dikontrol.

Pada teknik *batch* dapat dilihat pada grafik Gambar 4. bahwa ukuran partikel yang terbentuk adalah besar, sedangkan menurut literatur, teknik *batch* seharusnya menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dari teknik *seeding*. Adanya ketidaksesuaian ini dikarenakan saat misel yang ukurannya kecil mengembang seiring dengan banyaknya polimerisasi yang terjadi di dalam misel tersebut, misel pecah karena tidak kuat menahan banyaknya rantai polimer di dalam misel tersebut. Misel yang pecah ini menimbulkan *grit* yang ukurannya besar. Dengan demikian saat dilakukan pengukuran ukuran partikel, yang terukur adalah *grit*, bukan misel yang berisi polimer.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka pada artikel ini dapat disimpulkan bahwa semua teknik yang dilakukan dengan menggunakan surfaktan SDBS rantai bercabang dapat menghasilkan kopolimer (stirena/butil akrilat/metil metakrilat). Pada penggunaan teknik *batch*, *solid content* yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan teknik *seeding* dan semi kontinyu. Surfaktan SDBS rantai bercabang secara umum menghasilkan polimer emulsi dengan ukuran partikel yang kecil tetapi *grit* yang terbentuk lebih banyak. Banyaknya persen *seeding* monomer dan inisiator yang ditambahkan ke dalam *initial charge* mempengaruhi ukuran partikel polimer emulsi yang terbentuk, dan jumlah inti yang dihasilkan. Secara umum teknik semi kontinyu dapat menghasilkan viskositas yang lebih tinggi di antara teknik *seeding* dan *batch*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Departemen Kimia Universitas Indonesia yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Departemen Fisika UI atas pengukuran ukuran partikel serta kepada PT Clariant Indonesia atas bantuan bahan kimia dan proses pengukuran pada penelitian ini.

## DAFTAR ACUAN

- [1] Taylor, M.A., J. Schmidt-Thummes, E. Schwarzenbach, D. I. Lee. 2002. *Dalam: Urban, D. & K. Takamura (eds). Polymer Dispersions and Their Industrial Applications.* Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim: 3-75.
- [2] Hergeth, W-D., W. Lebek, E. Stettin, K. Witkowski, K. Schmutzler. 1992. Particle formation in emulsion polymerization. *Makromol. Chem.* 193: 1607-1621.
- [3] Capek, I. 1991. Seeded emulsion polymerization of butyl acrylate. *Acta Polymerica.* 42(6): 273-277.
- [4] Krishan, T. & M. Margaritova. 1961. A study of emulsion polymerizations. *J. Polymer Sci.* 52: 139-145.
- [5] O'Callaghan, K.J., A.J. Paine, A. Rudin. 1995. Emulsion polymerization of supermicron, monodisperse acrylic copolymer particles with core-shell structures. *J. Polymer Sci., Part A: Polymer Chemistry.* 33: 1849-1857.
- [6] Tang, C., F. Chu. 2001. Semicontinuous emulsion polymerization of styrene-butyl acrylate-methacrylic acid with high solid content. *J. Polymer Sci.* 82: 2352-2356.
- [7] Sood, A. 2004. Particle size distribution control in emulsion polymerization. *J. Applied Polymer Sci.* 92: 2884-2902.
- [8] Tseng, C.M., Y.Y. Lu, M.S. El-Aasser, J.W. Vanderhoff. 1986. Uniform polymer particles by dispersion polymerization in alcohol. *J. Polymer Sci., Part A: Polymer Chemistry.* 24: 2995-3007.
- [9] Monfriatni. 2004. Pengaruh Komposisi Surfaktan Terhadap Kopolimer Emulsi STYRENE-BUTYL ACRYLATE-METHACRYLIC ACID. Tesis S2 Ilmu Material Pascasarjana FMIPA UI.
- [10] Sudjadi. 1983. *Penentuan struktur senyawa organik.* Ghalia, Indonesia: 202-256.
- [11] Chu, F., J. Guillo & A. Guyot. 1998. Study of poly (St/ BA/ MAA) copolymer latexes with bimodal particle size distribution. *Polym. Adv. Technol.* 9: 851-857.
- [12] Chu, F., J. Guillo & A. Guyot. 1998. Study of poly (St/ BA/ MAA) copolymer latexes with trimodal particle size distribution. *Polym. Adv. Technol.* 9: 844-850.
- [13] Chu, F., C. Graillat, A. Guyot. 1998. High solid content multisized emulsion copolymerization of styrene, butyl acrylate, and methacrylic acid. *J. Applied polymer Sci.* 70: 2887-2677.
- [14] Zoco, N., L. Lopez de Arbina, J.R. Leiza, J.M. Asua, G. Arzamendi. 2003. Molecular weight development in emulsion copolymerization of n-butyl acrylate and styrene. *J. Applied polymer Sci.* 87: 1918-1926.