



## Sintesis dan Karakterisasi Kopolimer Lateks Karet Alam dengan Stirena dan Anhidrida Maleat sebagai Penurun Titik Tuang Minyak Mentah

Roza Adriany<sup>1</sup>, Dwi Supriningsih<sup>2</sup>, Devitra Saka Rani<sup>1</sup>, Abdul Haris<sup>1</sup>, Efa Yenti<sup>1</sup>, Leni Herlina<sup>1</sup>, Rudi Suhartono<sup>1</sup>, Herizal<sup>1</sup>, dan Gitta Prawidia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)  
Pusat Riset Teknologi Industri Proses dan Manufaktur

<sup>2</sup>Balai Besar Minyak dan Gas Bumi LEMIGAS

<sup>3</sup>Institut Pertanian Bogor

### ABSTRAK

#### Artikel Info:

Naskah Diterima:  
04 Oktober 2022

Diterima setelah  
perbaikan:  
08 Desember 2022

Disetujui terbit:  
19 Desember 2022

#### Kata Kunci:

Kopolimer Lateks Karet  
Alam

Anhidrida Maleat

Stirena

Pour Point Depressant

Aditif penurun titik tuang minyak mentah umumnya dibuat dari bahan petrokimia yang merupakan sumber tidak terbarukan. Oleh sebab itu, ketersediaan aditif dari sumber terbarukan sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan petrokimia. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan aditif penurun titik tuang minyak mentah berbahan dasar Lateks Karet Alam. Pembuatan aditif ini menggunakan reaksi kopolimerisasi isoprena yang terkandung di dalam Lateks Karet Alam dengan monomer anhidrida maleat dan monomer stirena dengan rasio 70:20:10 (b/b), 70:15:15 (b/b), dan 70:10:20 (b/b) hingga terbentuk kopolimer. Kopolimer tersebut kemudian ditambahkan ke dalam dua jenis minyak mentah pada variasi konsentrasi 1000 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm. Analisis yang dilakukan meliputi uji karakteristik lateks karet alam, uji fisika dan kimia minyak mentah, serta uji titik tuang minyak mentah sebelum dan sesudah penambahan kopolimer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan pour point maksimum terjadi pada penambahan kopolimer 10.000 ppm dengan rasio Lateks Karet Alam, anhidrida maleat, dan stirena adalah 70:20:10. Pada rasio dan konsentrasi ini, kopolimer mampu menurunkan titik tuang minyak mentah dari 45°C menjadi 33°C.

### ABSTRACT

Additives for lowering the pour point temperature of crude oil are generally made from petrochemicals which are non-renewable resources. Therefore, the availability of additives from renewable resources to reduce petrochemicals dependency is essential. The purpose of this research is to generate an additive for lowering the pour point temperature of crude oil natural rubber latex using polymerization. The copolymerization reaction from isoprene contained in natural rubber latex were conducted using maleic anhydride monomer and styrene monomer to form a copolymer with a ratio of 70:20:10 (w/w), 70:15:15 (w/w), and 70:10:20 (w/w). The formed copolymer then added to two types of crude oil at concentrations of 1000 ppm, 5000 ppm, and 10,000 ppm. The analysis of natural rubber latex characterization, crude oil physicochemical properties test, and crude oil pour point test before and after copolymers addition were conducted during this research. The result showed that the maximum pour point decrease occurred at the addition of 10,000 ppm copolymer with the ratio of natural rubber latex, maleic anhydride, and styrene was 70:20:10. At this ratio and concentration, the copolymer was able to decrease the pour point of crude oil from 45°C to 33°C.

© LPMGB - 2022

Korespondensi:

E-mail: [roza002@brin.go.id](mailto:roza002@brin.go.id) (Roza Adriany)

## PENDAHULUAN

Salah satu masalah utama dari *flow assurance* dalam industri minyak adalah pembentukan endapan *wax* selama transportasi dan produksi minyak mentah. Pada saat suhu minyak mentah berada di bawah suhu *Wax Appearance Temperature* (WAT), kristal parafin mulai memisah dari cairan minyak dan bila suhu terus menurun, kristal parafin semakin banyak terbentuk dan mengendap di dinding pipa dan minyak akan membeku atau tidak dapat mengalir [4,5,7,8]

Salah satu cara untuk mengurangi endapan parafin adalah dengan menambahkan *pour point depressant* ke dalam minyak mentah yang akan dialirkan melalui pipa. *Pour point depressant* umumnya merupakan senyawa polimer yang mempunyai rantai panjang hidrokarbon dan disamping itu, juga mempunyai gugus polar. Dengan struktur seperti ini, polimer mempunyai kemampuan untuk menempatkan halangan sterik pada kristal parafin yang terbentuk, dan dapat mengganggu pertumbuhan kristal, sehingga memperkecil ukuran kristal parafin. Polimer juga dapat melingkupi pusat pembentukan parafin, dan dengan demikian mencegah molekul parafin untuk menempel pada parafin lain sehingga tidak terjadi pertumbuhan parafin lebih lanjut. Efek keseluruhan adalah memberikan titik tuang yang lebih rendah dan menurunkan viskositas minyak mentah, sehingga minyak lebih mudah dialirkan [7,12,13]

*Pour point depressant* yang dijual di pasaran seperti *ethylene vinyl acetate* (EVA), *poly(ethylene-butene)* atau PEB dan *polyethylene-poly-(ethylene-propylene)* atau PE-PEP dibuat dari bahan petrokimia. Petrokimia adalah bahan kimia apapun yang diperoleh dari bahan bakar fosil atau bahan bakar mineral yang mengandung hidrokarbon, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam dimana bahan ini merupakan sumber tidak terbarukan. Ketergantungan terhadap bahan petrokimia ini perlu dikurangi. Oleh sebab itu dalam penelitian ini dilakukan pembuatan aditif penurun titik tuang berbahan dasar lateks karet alam yang merupakan sumber terbarukan [1,2,4,9,10,11]

Penelitian pembuatan aditif penurun titik tuang minyak bumi dari kopolimerisasi Lateks Karet Alam dengan monomer metil metakrilat telah dilakukan oleh Roza Adriany dimana penambahan aditif pada konsentrasi 10.000 ppm ke dalam minyak bumi lapangan Bentayan, telah berhasil menurunkan titik tuang minyak dari 24 °C menjadi 6 °C. [1]

Terjadinya penurunan titik tuang dari minyak mentah diasumsikan karena kopolimer mempunyai kemampuan untuk menempatkan halangan sterik pada kristal parafin yang terbentuk pada suhu rendah. Kopolimer juga mengganggu pertumbuhan dan agregasi kristal sehingga memperkecil ukuran kristal parafin. Berkurangnya ukuran kristal parafin dapat mencegah pengendapan parafin, sehingga minyak masih dapat mengalir dan titik tuang minyak menjadi turun. [4]

Penelitian ini bertujuan untuk membuat aditif penurun titik tuang minyak mentah, dari reaksi kopolimerisasi Isoprena yang terkandung di dalam Lateks Karet Alam dengan monomer Anhidrida Maleat dan monomer Stirena dan mendapatkan data uji karakteristik lateks karet alam, data uji fisika dan kimia minyak mentah serta data uji titik tuang minyak mentah sebelum dan sesudah ditambah kopolimer.

Isoprena dengan rumus kimia  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$  mengandung ikatan rangkap dua yang dapat bereaksi dengan monomer anhidrida maleat dan stirena hingga membentuk kopolimer.[2]

Stirena adalah senyawa organik aromatis yang mempunyai kandungan gugus vinil yang dapat berpolimerisasi. Stirena secara luas digunakan untuk polimerisasi menghasilkan beragam polimer antara lain polistirena. [2]

Anhidrida maleat adalah senyawa vinil tidak jenuh dengan rumus kimia  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$  yang mempunyai sifat kimia khas yaitu adanya ikatan etilenik dengan gugus karbonil didalamnya. Anhidrida maleat dapat dipolimerisasi dengan karet butil (isobutilena-isoprena-karet) melalui kimia nitroksida. [2]

Diasumsikan bahwa kopolimer lateks karet alam, anhidrida maleat dan stirena dapat digunakan sebagai aditif penurun titik tuang minyak mentah karena mempunyai struktur yang mirip dengan minyak mentah dimana kopolimer mempunyai rantai alkil yang berasal dari isoprena dan mempunyai gugus vinil. Selain itu kopolimer mempunyai gugus bersifat polar yaitu gugus karbonil yang berasal dari anhidrida maleat. Adanya kemiripan struktur kopolimer dengan minyak mentah memungkinkan polimer dapat masuk ke dalam kristal parafin yang sedang terbentuk dan kemudian melingkupi pusat pembentukan parafin. Adanya gugus polar dari kopolimer dapat mencegah molekul parafin untuk menempel pada parafin lain sehingga tidak terjadi pertumbuhan parafin lebih lanjut. Efek keseluruhan adalah memberikan titik tuang yang lebih rendah dan

pengurangan viskositas minyak mentah, sehingga minyak lebih mudah dialirkan.[2]

Penelitian pendahuluan pembuatan aditif penurun titik tuang minyak bumi dari kopolimerisasi Lateks Karet Alam dengan monomer stirena dan anhidrida maleat pada rasio 60:20:20, telah dilakukan oleh Roza Adriany, dimana penambahan aditif pada minyak mentah kode A dapat menurunkan titik tuang dari 33 °C menjadi 30 °C, pada konsentrasi penambahan kopolimer 5000 ppm dan penambahan kopolimer pada minyak mentah kode B menurunkan titik tuang dari 15 °C menjadi 12 °C, pada konsentrasi penambahan kopolimer 1000 ppm.[2] Metodologi penelitian adalah melakukan kopolimerisasi Isoprena Lateks Karet Alam pekat deproteinasi dengan Anhidrida Maleat dan Stirena pada rasio (perbandingan) 70 : 20 : 10 (b/b), 70 : 15 : 15 (b/b) dan 70 : 10 : 20 (b/b). Selain produk kopolimer terbentuk juga homopolimer dari Lateks Karet Alam maupun homopolimer Anhidrida Maleat dan homopolimer Stirena, dimana homopolimer ini merupakan impurities yang harus dipisahkan dari kopolimer. Terhadap produk kopolimer dilakukan analisis gugus fungsi dengan alat FT-IR untuk membuktikan bahwa telah terbentuk produk kopolimer, kemudian dihitung persentase efisiensi cangkok dan nisbah cangkok, serta diuji kelarutannya dalam pelarut silena. Tahap selanjutnya adalah pencampuran kopolimer dengan minyak mentah pada variasi konsentrasi yaitu 1000 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm. Minyak Mentah yang digunakan ada dua jenis, yang diberi kode A dan B. Kemudian ditentukan nilai pour point dari minyak mentah, sebelum dan sesudah ditambahkan kopolimer. Sifat fisika dan kimia dari minyak mentah dianalisis untuk memperoleh karakteristik minyak mentah secara lengkap. [1,2,4]

## BAHAN DAN METODE

### • Bahan

Bahan utama adalah Lateks Karet Alam pekat berkadar amonia tinggi, monomer Anhidrida Maleat dan Stirena. Bahan lain adalah akuades, sodium dodesil sulfat, kalium persulfat, aseton, silena dan gas nitrogen.

### • Metode

Metode penelitian terdiri dari : (1) Karakterisasi lateks karet alam pekat untuk mengetahui kadar karet kering dan kadar nitrogen. Karakterisasi

dilakukan sebelum dan sesudah proses deproteinasi. (2) Deproteinasi lateks karet alam pekat bertujuan untuk mengurangi jumlah protein pada lateks. (3) Kopolimerisasi lateks karet alam pekat yang sudah dideproteinasi dengan Anhidrida Maleat dan Stirena pada rasio (perbandingan) berturut-turut 70 : 20 : 10 (b/b) , 70 : 15 : 15 (b/b) dan 70 : 10 : 20 (b/b). (4) Karakterisasi produk kopolimer yaitu menghitung efisiensi dan nisbah cangkok serta analisis gugus fungsi dengan FTIR. (5) Pelarutan kopolimer dengan pelarut Silena untuk memudahkan kelarutan kopolimer di dalam minyak mentah. (6) Pencampuran kopolimer dengan minyak mentah hingga konsentrasi kopolimer menjadi 1000 ppm, 5000 ppm dan 10.000 ppm. (7) Pengujian unjuk kerja kopolimer dalam minyak mentah yaitu penentuan nilai titik tuang, mengacu ASTM D97 dan penentuan nilai viskositas kinematik, mengacu ASTM D445.

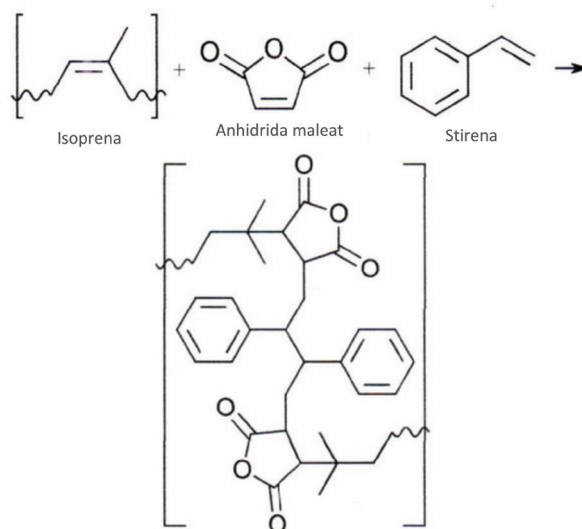
### • Deproteinasi Lateks Karet Alam

Lateks pekat ditimbang 600 g lalu ditambah 0.05% (b/b) urea dan 1% (b/b) larutan sodium dodesil sulfat (SDS). Campuran lateks dengan urea dan surfaktan diinkubasi pada suhu 30 °C selama 1.5 jam. Lateks pekat yang telah diinkubasi selanjutnya diencerkan dengan penambahan 0.1% (b/b) larutan surfaktan hingga KKK lateks menjadi 30%. Pemisahan lateks terdeproteinasi dengan fasa air (sisa urea dan protein terikat urea) dilakukan dengan teknik sentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm . Kadar nitrogen lateks terdeproteinasi selanjutnya ditentukan untuk menghitung penurunan kadar protein dalam lateks karet alam terdeproteinasi.

### • Kopolimerisasi Lateks Karet Alam Pekat Terdeproteinasi

Reaksi kopolimerisasi dapat dijalankan dengan dua sistem, yaitu sistem semi kontinu dan batch. Sistem semi kontinu adalah sistem polimerisasi dengan penambahan bahan ke suatu wadah secara bertahap sedangkan sistem batch semua bahan dicampur langsung dalam satu wadah [6].

Pada penelitian ini metode kopolimerisasi yang digunakan adalah sistem semi kontinyu. Reaksi kopolimerisasi diawali dengan terbentuknya radikal bebas senyawa isoprena pada lateks karet alam oleh inisiator kalium persulfat. Radikal isoprena akan berikatan dengan monomer anhidrida maleat dan stirena. Dugaan struktur yang terbentuk dari proses kopolimerisasi lateks karet alam terdeproteinasi dengan kedua monomer dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1

Dugaan struktur kopolimer isoprena-anhidrida maleat-stirena

Kopolimerisasi cangkok dilakukan dengan polimerisasi emulsi dengan rasio Karet Alam Deproteinasi : Monomer Anhidrida Maleat : Stirena berturut-turut 70 : 20 : 10 (b/b), 70 : 15 : 15 (b/b) dan 70 : 10 : 20 (b/b). Lateks Karet Alam sebanyak sekitar 15 g dituang ke dalam reaktor labu kaca leher tiga, kemudian ditambah 1% (b/b) surfaktan Sodium Dodesil Sulfat hingga kadar karet kering mencapai sekitar 20%. Selanjutnya ke dalam reaktor dialirkan gas  $N_2$  selama 30 menit disertai pengadukan oleh pengaduk magnet dengan kecepatan 300 rpm untuk mendesak keluarnya gas  $O_2$ . Keberadaan Oksigen akan menonaktifkan radikal bebas. Kemudian campuran Monomer Anhidrida Maleat dan Stirena ditambahkan tetes demi tetes ke dalam labu leher tiga. Inisiator Kalium Persulfat 2% (b/b) ditambahkan ketika suhu campuran telah mencapai sekitar 60 °C. Reaksi kopolimerisasi berlangsung selama 6 jam. Setelah reaksi kopolimerisasi cangkok selesai, hasil kopolimerisasi digumpalkan menggunakan aseton. Gumpalan kopolimer yang diperoleh selanjutnya digiling menjadi berbentuk lapisan tipis (krep) yang dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C hingga mencapai bobot konstan. Setelah kering, krep dicacah sampai halus dan dilarutkan dalam pelarut Silena.

#### • Karakterisasi Kopolimer

##### Penentuan Efisiensi dan Nisbah Cangkok

Keberhasilan pencangkokan monomer Anhidrida Maleat dan Stirena pada rantai Poli Isoprena dari karet alam dapat diketahui dari persen efisiensi dan nisbah cangkok. Efisiensi cangkok merupakan

perbandingan bobot monomer tercangkok dibanding bobot monomer mula-mula. Nisbah cangkok ditentukan dari perbandingan bobot monomer tercangkok dengan bobot karet kering.

Sebelum ditentukan persen efisiensi dan nisbah cangkok, sampel hasil kopolimerisasi diekstraksi terlebih dahulu. Konversi monomer dalam reaksi dapat diketahui dari persen efisiensi dan nisbah cangkok. Sebelum ditentukan persen efisiensi dan nisbah cangkok, sampel hasil kopolimerisasi diekstraksi terlebih dahulu. Sebanyak 5 g (w1) sampel disiapkan menggunakan kertas saring untuk maserasi dengan pelarut aseton untuk menghilangkan homopolimer anhidrida maleat dan stirena. Hasil kopolimerisasi yang telah diekstraksi dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C lalu ditimbang (w2). Selisih w1 dan w2 merupakan bobot monomer yang tidak tercangkok. Hitung faktor koreksi melalui pembagian antara bobot krep hasil kopolimerisasi dengan bobot sampel hasil kopolimerisasi. Bobot monomer tercangkok merupakan bobot monomer awal dikurangi hasil kali antara faktor koreksi dengan bobot monomer tidak tercangkok.

Uji konversi monomer dihitung dengan uji efisiensi dan nisbah cangkok dengan perhitungan:

$$\text{Efisiensi Cangkok} = \left( \frac{\text{bobot monomer tercangkok}}{\text{bobot monomer awal}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Nisbah Cangkok} = \left( \frac{\text{bobot monomer tercangkok}}{\text{bobot karet kering}} \right) \times 100\%$$

### Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR)

Analisis FTIR hasil kopolimerisasi dilakukan menggunakan spektrometer Agilent Cary 660. Larutan sampel secukupnya secara langsung dianalisis pada spektrometer, sampel dianalisis dengan IR dengan jangkauan bilangan gelombang 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ .

- Karakterisasi Minyak Mentah**

Karakterisasi minyak mentah meliputi pengujian titik tuang mengacu metode ASTM D 5853 dan penentuan viskositas kinematik mengacu metode ASTM D 445.

- Pencampuran Aditif Kopolimer dengan Minyak Mentah**

Sebanyak 5 gram kopolimer dilarutkan dalam 100 mL Silena untuk membuat larutan induk kopolimer sebesar 50.000 ppm. Larutan induk kopolimer kemudian dicampur dengan 200 gram minyak dengan variasi konsentrasi kopolimer 1000 ppm, 5000 ppm, dan 10.000 ppm.

## HASIL DAN DISKUSI

- Karakterisasi Lateks Karet Alam Pekat**

- Kadar Karet Kering**

Kandungan utama dari lateks karet alam pekat adalah senyawa poliisoprena yang diistilahkan dengan karet kering. Kadar karet kering merupakan jumlah karet yang terdapat pada lateks. Lateks Karet Alam juga mengandung sejumlah protein, lemak, ion logam dan padatan. Keberadaan protein, lemak, ion logam dan padatan merupakan pengotor dalam Lateks. Protein dapat menghambat proses kopolimerisasi monomer ke dalam rantai poliisoprena. Oleh sebab itu sebelum kopolimerisasi dilakukan, protein sebaiknya dihilangkan atau dikurangi. Deproteinasi pada lateks karet alam menyebabkan meningkatnya persentase karet kering atau kadar poliisoprena. Hal ini disebabkan karena dengan berkurangnya protein maka konsentrasi karet kering menjadi terpekatkan. Hasil uji Kadar Karet Kering disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1  
Kadar Karet Kering

Parameter Pengujian	Lateks Karet Alam Sebelum Deproteinasi	Lateks Karet Alam Setelah Deproteinasi	Syarat Mutu Lateks Pekat – Kadar Karet Kering (%)
Kadar Karet Kering (%)	61,33	73,49	Min 60,00

- Kadar Nitrogen**

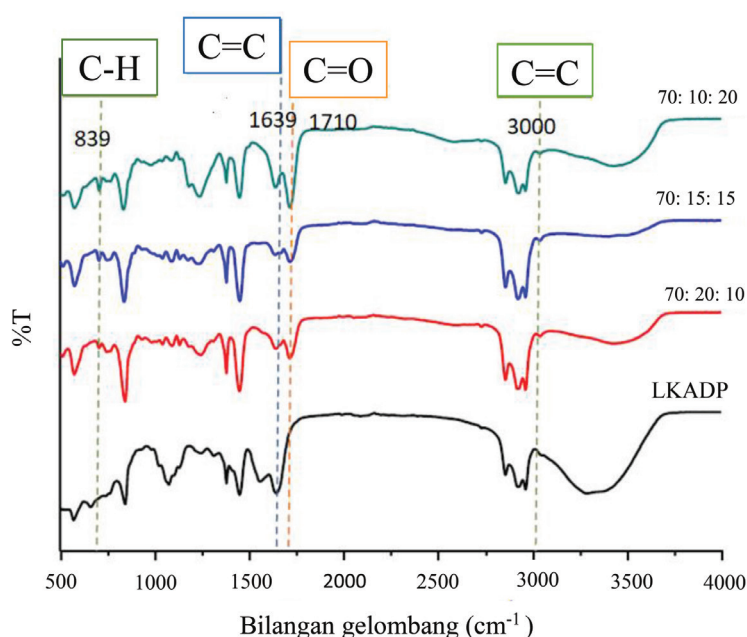
Keberhasilan deproteinasi lateks karet alam juga dapat dilihat dari penurunan kadar nitrogen yang terkandung di dalamnya. Nitrogen yang terkandung di dalam lateks karet alam merupakan gabungan Nitrogen yang berasal dari protein lateks dan nitrogen yang berasal dari ammonia yang sengaja ditambahkan sebagai pengawet. Hasil uji kadar nitrogen sebelum dan sesudah deproteinasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2  
Kadar Nitrogen

Parameter Pengujian	Lateks Karet Alam Pekat	Lateks Karet Alam Pekat Deproteinasi
Kadar Nitrogen %	0,48	0,19

- Pemeriksaan Gugus Fungsi dengan FT-IR**

Gambar 2 adalah spektrum FT-IR dari Kopolimer Lateks Karet Alam Pekat Deproteinasi (LKAPD)-Anhidrida Maleat – Stirena pada rasio 70:20:10, 70:15:15 dan 70:10:20. Analisis gugus fungsi pada kopolimer menggunakan alat FTIR, dilakukan untuk mengetahui keberadaan gugus fungsi polar yang tercantok pada rantai non-polarinya. Karakteristik Lateks Karet Alam Deproteinasi ditunjukkan pada bilangan gelombang 1639  $\text{cm}^{-1}$  milik vibrasi ulur C=C dan 839  $\text{cm}^{-1}$  milik vibrasi tekuk =C-H dari unit poliisoprena. Karakteristik stirena dapat dilihat pada bilangan gelombang 3000  $\text{cm}^{-1}$  milik C=C aromatik. Puncak pada bilangan gelombang ~700  $\text{cm}^{-1}$  merupakan bukti keberadaan gugus benzena pada sampel yang berasal dari stirena. Karakteristik anhidrida maleat dilihat dari munculnya puncak pada bilangan gelombang ~1710  $\text{cm}^{-1}$  milik regangan C=O.



Gambar 2  
Spektrum kopolimer lateks karet alam deproteinasi - anhidrida maleat-stirena

• Efisiensi Cangkok dan Nisbah Cangkok Kopolimer

Tabel 3  
Efisiensi cangkok dan nisbah cangkok kopolimer

Parameter	Rasio Kopolimer		
	70:15:15	70:20:10	70:10:20
Pengujian			20
Efisiensi Cangkok (%)	89,95	93,52	87,30
Nisbah Cangkok (%)	38,49	40,52	37,53

Keberhasilan pembuatan kopolimer pada penelitian ini dibuktikan dengan menghitung nilai efisiensi dan nisbah cangkok. Efisiensi cangkok merupakan perbandingan antara bobot monomer tercangkok dengan bobot monomer mula-mula, sedangkan nisbah cangkok merupakan perbandingan antara bobot monomer yang tercangkok dengan bobot karet alam. Nisbah cangkok menunjukkan seberapa besar bagian karet alam yang berhasil dicangkok oleh monomer. Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa nilai efisiensi dan nisbah cangkok tertinggi didapat pada komposisi Lateks Karet Alam Deproteinasi : Anhidrida Maleat : Stirena berturut-turut adalah 70: 20: 10.

• Pengaruh Konsentrasi Kopolimer Lateks Karet Alam Deproteinasi-Anhidrida Maleat- Stirena Terhadap Titik Tuang Minyak Mentah

Tabel 4  
Pengaruh penambahan kopolimer terhadap titik tuang minyak mentah kode A

Konsentrasi Kopolimer (ppm)	Titik Tuang (°C)		
	Rasio 70:15:15	Rasio 70:20:10	Rasio 70:10:20
0	45	45	45
1000	39	42	42
5000	36	39	36
10.000	33	36	33

Tabel 5  
Pengaruh penambahan kopolimer terhadap titik tuang minyak mentah kode B

Konsentrasi Kopolimer (ppm)	Titik Tuang (°C)		
	Rasio 70:15:15	Rasio 70:20:10	Rasio 70:10:20
0	30	30	30
1000	27	24	24
5000	24	18	21
10.000	18	12	15

Penurunan pour point maksimum dari minyak mentah kode A terjadi pada penambahan kopolimer 10.000 ppm dengan rasio Lateks Karet Alam : Anhidrida Maleat : Stirena berturut-turut adalah 70:20:10 dan 70:15:15. Pada rasio dan konsentrasi ini, kopolimer mampu menurunkan titik tuang minyak mentah dari 45 °C menjadi 33 °C. Hal ini berarti bahwa pada keadaan suhu lingkungan di atas 33 °C, minyak mentah masih dapat mengalir melalui pipa.

Penurunan pour point maksimum dari minyak mentah kode B terjadi pada penambahan kopolimer 10.000 ppm dengan rasio Lateks Karet Alam : Anhidrida Maleat : Stirena berturut-turut adalah 70:15:15. Pada rasio dan konsentrasi ini, kopolimer mampu menurunkan titik tuang minyak mentah dari 30 °C menjadi 12 °C. Hal ini berarti bahwa pada keadaan suhu lingkungan di atas 12 °C, minyak mentah masih dapat mengalir melalui pipa.

Terjadinya penurunan titik tuang dari minyak mentah diasumsikan karena : (a) Kopolimer mempunyai rantai poliisoprena yang bersifat non polar dengan cangkuk Anhidrida Maleat yang bersifat polar. (b) Kopolimer mempunyai kemampuan untuk menempatkan halangan sterik pada kristal parafin yang mulai terbentuk pada suhu rendah. Kopolimer juga mengganggu pertumbuhan dan agregasi kristal sehingga memperkecil ukuran kristal parafin. Dengan berkurangnya ukuran kristal parafin tersebut maka pengendapan parafin dapat dicegah dan minyak masih dapat mengalir dan titik tuang minyak juga turun [4].

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan :

- Kopolimer Lateks Karet Alam- Anhidrida Maleat-Stirena, dapat digunakan sebagai aditif penurun titik tuang minyak mentah.
- Penambahan kopolimer pada dua jenis minyak mentah yang berbeda (berkode A dan B), memberikan efek penurunan yang berbeda, dimana pada minyak mentah kode A terjadi penurunan titik tuang dari 45°C menjadi 33°C dan pada minyak mentah kode B terjadi penurunan titik tuang dari 30 °C menjadi 12 °C.

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk meningkatkan kemampuan aditif dalam menurunkan

titik tuang pada minyak mentah kode A sehingga mampu menurunkan titik tuang di bawah 33 °C dengan konsentrasi penambahan aditif diperkecil menjadi kurang dari 10.000 ppm.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Adam Zulma dan teman-teman di Laboratorium Proses “Lemigas” yang telah membantu preparasi dan pelaksanaan pengujian sampel aditif Kopolimer Lateks Karet Alam dengan Stirena dan Anhidrida Maleat.

## DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Simbol	Definisi	Keterangan
°C	Celcius	Satuan suhu
rpm	Revolusi per menit	Kecepatan revolusi setiap menit
ppm	Part per million	Satuan konsentrasi
b/b	Berat per berat	Satuan konsentrasi

## KEPUSTAKAAN

**Adriany Roza, 2016**, Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam dengan Metil Metakrilat Sebagai Aditif Penurun Titik Tuang Minyak Mentah, Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi , Vol. 50, No.2 , Agustus 2016 ; 6-8.

**Adriany Roza, Dwi Supriningsih, 2017**, “Studi Pendahuluan Pembuatan Kopolimer Lateks Karet Alam Dengan Anhidrida Maleat dan Stirena Sebagai Aditif Penurun Titik Tuang Minyak Mentah”, Temu Ilmiah XIII & Pameran Hasil Litbang ESDM.

**Akanksha Prasad, 2019**, et al, *Pour Point Depressant of Crude Oil*, International Journal of Chemical Engineering Research. ISSN 0975-6442 Volume 11, Number 2, pp. 81-90.

- A. Wulanawati, E Saleha, R. Adriany, 2020**, *Synthesis and characterization of natural rubber copolymers and maleic anhydride as pour points depressant in crude oil* , AIP Conference Proceedings 2243, 03003 ; <https://doi.org/10.1063/5.0002001>.
- Bing Wei, 2015**, “Recent advances on mitigating wax problem using polymeric wax crystal modifier”, *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, Volume 5, Issue 4, pp 391-401.
- Budianto E, Noverra MN, Tresye U. 2008. Pengaruh teknik polimerisasi emulsi terhadap ukuran partikel kopoli (stirena / butil akrilat / metil metakrilat. *MAKARA J Sci*. 12(1): 15-22.
- Gaurav Himanta Khaklari, 2021**, A “Review of Various Pour Point Depressants Used for Flow Assurance in Oil Industries “ , *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, Vol. 6, Issue 1, ISSN No. 2455-2143, Pages 335-352.
- Kurniawan, et al , 2021**, *Influence of Wax Inhibitor Molecular Weight on Solution Crystallization and Rheology of Monodisperse Waxes*, *Energy Fuels*, 35, 9, 7666–7680 <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.0c04187> , Copyright © 2021 American Chemical Society.
- Lim Zhen Hao , 2019**, *A Review of the Mechanism and Role of Wax Inhibitors in the Wax Deposition and Precipitation* , *Pertanika J. Sci. & Technol.* 27 (1): 499–526.
- Muhammad Ali Theyab, 2020** , *Experimental study on the effect of inhibitors on wax deposition*, *Journal of Chemical Technology and Applications*, Volume 3, Issue 3.
- SM Anisuzzaman et.al 2017**, *Wax inhibitor based on ethylene vinyl acetate with methyl methacrylate and diethanolamine for crude oil pipeline* , IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 206 012074
- Thevaruban Ragnathan , Hazlina Husin,\* and Colin D. Wood , 2020**, *Wax Formation Mechanisms, Wax Chemical Inhibitors and Factors Affecting Chemical Inhibition*, *Appl. Sci.* 2020, 10, 479; doi:10.3390/app10020479
- Zhifang Zhang , 2019**, *Wax Inhibitor Screening by Differential Scanning Calorimeter for High Wax Content Crude Oil*, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 300 (2019) 032004 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/300/3/032004.