

PEMANFAATAN MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas L.*) SEBAGAI BAHAN DASAR PELUMAS GREASE

Jatropha Oil Utilization as Basic Material of Grease Lubricant

Tri Yanto dan Aisyah Tri Septiana

Jurusan Teknologi Pertanian - Fakultas Pertanian - Universitas Jenderal Soedirman
JL. HR. Boenyamin, No. 708, Purwokerto
Penulis Korespondensi: email triyantosuwarjo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Grease merupakan jenis pelumas yang berbentuk semi padat sampai mendekati padat yang terbuat dari tiga komponen dasar yaitu: minyak dasar (base oil), bahan pengental dan bahan aditif. *Grease* banyak digunakan sebagai pelumas komponen mesin otomotif dan industri. Minyak jarak pagar berpotensi digunakan sebagai bahan dasar pelumas *grease* karena mempunyai stuktur kimia yang hampir sama dengan minyak bumi/ minyak mineral. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan komposisi bahan, mengetahui bahan pengental yang terbaik dan menentukan kombinasi perlakuan yang terbaik dalam formulasi *grease* minyak jarak pagar. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua kali ulangan. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode uji *zero-one*. Faktor yang dicobakan meliputi jenis bahan dasar pelumas dan jenis bahan pengental terdiri. Variabel fisikokimia *grease* yang diamati meliputi titik leleh, pH, tekstur dan ketahanan korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan komposisi bahan dasar berpengaruh terhadap karakteristik titik leleh *grease*. Penambahan minyak jarak *castor* 15% dapat menurunkan titik leleh *grease* (dari 101.33 °C menjadi 99.08 °C), sedangkan penambahan minyak pelumas mineral 15% dapat meningkatkan titik leleh *grease* (dari 101.33 °C menjadi 112.58 °C). Jenis bahan pengental yang terbaik untuk pembuatan *grease* minyak jarak pagar adalah LiOH 3.5% + Al(OH)₃ 0.5% yang menghasilkan rata-rata nilai titik leleh sebesar 128.83 °C. Hasil formulasi terbaik melalui metode uji *zero-one* diperoleh pada perlakuan M3P6 yaitu *grease* berbahan dasar kombinasi minyak jarak pagar + minyak pelumas mineral 15% dengan jenis bahan pengental LiOH 3.5% + Al(OH)₃ 0.5%. Formulasi tersebut memiliki karakteristik titik leleh sebesar 138 °C, pH 7.5, tekstur 4.63 mm/dt (klasifikasi NLGI/*National Lubricating Grease Institute* 3) dan ketahanan korosi termasuk dalam golongan 1b (oranye gelap).

Kata kunci: *grease*, minyak jarak pagar, minyak jarak *castor*

ABSTRACT

Grease is a kind of lubricant having form of semi solid to solid. It is made of three basic components: base oil, thickening agents and additives. Jatropha oil has a potential roles as a grease lubricant base oil. This research aimed to study the differences of basic material compositions towards the grease qualities, to study the thickening agent which had the most suitable for grease production and to determine the best treatment combination of grease formulation using jatropha oil. The research used an experimental method. The tested factors were types of oil consists and thickening agent consists. Physicochemical variables observed were: dropping point, pH, texture and corrosion resistance. The result of the research showed that the differences of basic material compositions gave the influence to the grease dropping point characteristics. The addition of castor oil 15% could decrease the grease dropping point (from 101.33 °C to 99.08 °C) while the addition of mineral oil lubricant 15% could increase the grease dropping point (101.33 °C to 112.58 °C). The thickening agent which had the most suitable for grease production using jatropha oil was LiOH 3.5% + Al(OH)₃ 0.5% produced 128.83 °C of dropping point. The best formulation based on zero-one test method obtained at treatment of M3P6, i.e. the grease which has basic materials composition of jatropha oil + mineral oil lubricant 15% and thickening agent of LiOH 0.5% + Al(OH)₃ 0.5%. That formulation had the characteristic 138 °C of dropping point, pH 7.5, 4.63 mm/dt of texture (NLGI grade of 3) and corrosion resistance included in group 1b (dark orange).

Keywords: *grease*, *jatropha oil*, *castor oil*

PENDAHULUAN

Pelumas merupakan salah satu kajian dari bidang ilmu tribologi. Menurut Nusa (2001), tribologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang gesekan (*friction*) sebagai penyebab masalah, keausan (*wear*) sebagai permasalahannya dan pelumasan sebagai pemecahan dari permasalahannya. Pelumasan sendiri dapat diartikan sebagai proses menyisipkan bahan tertentu (pelumas) diantara dua permukaan yang saling kontak dengan tujuan untuk mengurangi gaya gesek. Kerugian yang disebabkan oleh gesekan adalah terjadinya keausan dan kehilangan energi. Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi dan pemakaian mesin-mesin industri dan otomotif maka dapat dipastikan pula bahwa kebutuhan pelumas akan semakin meningkat karena pelumas merupakan salah satu komponen bahan penunjang untuk hampir semua komponen mesin. Selain berfungsi mengurangi gaya gesek, pelumas juga berfungsi mendinginkan dan mengendalikan panas yang keluar dari mesin serta mengendalikan contaminants atau kotoran guna memastikan mesin bekerja dengan baik. Bagian mekanisme mesin yang sulit dilumasi membutuhkan pelumas yang cukup banyak.

Grease atau gemuk adalah jenis pelumas yang mempunyai bentuk semi padat sampai padat. Kondisi tersebut menyebabkan *grease* sangat efektif dan ekonomis digunakan pada mekanisme mesin yang sulit dilumasi. Karakteristik *grease* yang dihasilkan tergantung pada tiga komponen penting yaitu bahan dasar, bahan pengental dan bahan-bahan aditif yang ditambahkan (Wills, 1992; Kirk dan Othmer, 1995; Pertamina, 1999).

Grease yang beredar di pasaran pada umumnya menggunakan bahan dasar dari fraksi minyak bumi, sehingga dengan semakin menipisnya persediaan minyak bumi sebagai salah satu bahan dasar pelumas menyebabkan perlunya pengembangan produk pelumas dari bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*), seperti minyak nabati. Selain itu, pemanfaatan minyak nabati juga dapat mendukung sektor agroindustri. Penggunaan minyak nabati sebagai bahan dasar pelumas juga jauh lebih ramah lingkungan, karena lebih mampu diuraikan dibanding minyak mineral. Apabila tumpah di tanah, minyak nabati akan terurai 98% nya, sedangkan produk minyak mineral hanya akan terurai 20% sampai 40% (Anonim, 2003).

Menurut Guritno (2003), minyak nabati mempunyai struktur kimia yang mirip dengan minyak mineral dalam hal kandungan karbonnya, sehingga minyak nabati dapat dijadikan sebagai bahan dasar pelumas. Salah satu jenis minyak nabati yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar *grease* adalah minyak jarak pagar. Minyak jarak pagar diperoleh dari biji jarak pagar yang diekstrak dengan cara mekanis (pengepresan) ataupun ekstraksi dengan pelarut seperti heksana. Komponen terbesar minyak jarak pagar adalah trigliserida yang mengandung asam lemak tak jenuh yang cukup tinggi yaitu sebesar 77.3% yang didominasi oleh asam lemak oleat (37.1%) dan linoleat (40.2%) (Soerawidjaja, 2005). Minyak nabati sebagai bahan dasar pelumas memiliki keunggulan, antara lain : (1) mudah mengalir dari suhu rendah ke bagian pelat bersuhu lebih tinggi, karena kekentalan minyak berkurang akibat kenaikan suhu, (2) mudah membentuk emulsi dengan air, (3) daya lumas lebih baik daripada minyak mineral, (4) melekat lebih baik pada bidang-bidang logam yang basah atau lembab (Nachtman dan Kalpakjian, 1985 dalam La Puppung, 1986). Hal tersebut memungkinkan minyak jarak pagar yang termasuk minyak nabati dijadikan sebagai bahan dasar pelumas *grease*.

Salah satu jenis minyak nabati yang sudah diteliti dan dikaji sebagai bahan dasar pelumas dan pelumas *grease* adalah minyak jarak *castor*. Minyak jarak *castor* memiliki titik tuang (*pour point*) yang rendah, ketahanan beban (keausan) serta indeks viskositas yang lebih baik dibandingkan dengan *super refined mineral oil* (SRMO) yang merupakan bahan dasar pelumas. Hal tersebut memungkinkan minyak jarak *castor* digunakan sebagai variasi bahan dasar pelumas. (Yanto, 2002; Manurung, 2005; Yanto, 2010)

Grease komersial yang beredar di pasaran saat ini pada umumnya menggunakan bahan dasar minyak mineral yang merupakan campuran dari beberapa jenis hidrokarbon minyak bumi. Menurut La Puppung (1986), minyak mineral sebagai bahan dasar pelumas mempunyai beberapa kelebihan yaitu dapat diaplikasikan pada daerah suhu operasi yang cukup lebar, dapat dicampur dengan bahan-bahan aditif sehingga dapat meningkatkan mutu dan kinerja, tidak merusak perapat (seal) dan stabil selama penyimpanan. Pelumas mineral untuk keperluan industri dan otomotif biasanya diformulasikan

dari fraksi pengolahan minyak bumi pilihan yang dilengkapi dengan bermacam bahan aditif yang berkualitas tinggi (Erminawati *et al.*, 2005; Yanto *et al.*, 2005)

Komposisi bahan dasar atau jenis minyak diduga berpengaruh terhadap kualitas *grease* yang dihasilkan. Untuk itu perlu dikaji bagaimanakah kualitas *grease* yang berbahan dasar minyak jarak pagar dan apakah pembuatan *grease* dengan kombinasi penambahan minyak jarak *castor* dan minyak pelumas mineral pada minyak jarak pagar dapat meningkatkan kualitas *grease* yang lebih baik.

Penambahan bahan pengental yang berbeda akan menghasilkan *grease* dengan karakteristik yang berbeda pula. Dalam penelitian ini jenis bahan pengental yang dikaji yaitu $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH, LiOH dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebagai bahan pengental kombinasi. Jenis bahan pengental dengan sifat fisikokimia yang berbeda akan menghasilkan *grease* dengan karakteristik dan kegunaan yang berbeda pula. Untuk itu perlu dikaji apakah pengaruh penggunaan jenis dan kombinasi bahan pengental yang berbeda terhadap kualitas *grease* yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui pengaruh perbedaan komposisi bahan dasar pelumas terhadap kualitas *grease*, (2) mengetahui jenis bahan pengental yang paling sesuai digunakan untuk pembuatan *grease* dan (3) menentukan kombinasi perlakuan yang paling baik dalam formulasi *grease* berbahan dasar minyak jarak pagar.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah (1) memberikan informasi awal tentang kelayakan pemanfaatan minyak jarak pagar sebagai bahan dasar *grease*, (2) membantu usaha diversifikasi agroindustri jarak pagar Indonesia, (3) memberikan alternatif cara mengatasi semakin menipisnya ketersediaan minyak bumi dan (4) memberikan peluang meminimalisasi pencemaran lingkungan dengan penggunaan *grease* berbahan dasar minyak nabati.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian dan Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto selama empat bulan mulai Mei sampai Agustus 2006.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak jarak pagar diperoleh

dari Departemen Perikanan dan Kelautan Kabupaten Cilacap. Minyak jarak *castor* yang diperoleh dari Bratachem Purwokerto, pelumas mineral PRIMA XP diperoleh dari Bengkel AHASS Purwokerto. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH, LiOH, $\text{Al}(\text{OH})_3$, Zn sulfat, ethanol 96% serta mono-tert-butyl hydroxyquinone (TBHQ, GrindoxTM Danisco Ingredients) diperoleh dari Toko Kimia Harumsari Jakarta dan Bratachem Purwokerto. Alat-alat yang digunakan meliputi timbangan (Lark, Germany), beaker glass (Pyrex, Germany), gelas ukur (Pyrex, Germany), termometer (skala 0-360 °C), pengaduk, lempeng tembaga, gelas plastik, cawan porselin, hot plate (Gerhadl, Germany), kompor gas (Quantum dan Hitachi), oven (Memert, Germany), penetrometer (Precision 73510, USA) dan kertas pH (Merck, Germany).

Faktor yang dicoba dalam penelitian tersebut adalah:

1. Jenis minyak (M), terdiri dari: minyak jarak pagar (M1), minyak jarak pagar + minyak jarak *castor* 15% (M2) dan minyak jarak pagar + minyak pelumas mineral 15% (M3).
2. Jenis bahan pengental (metallic soap) (P) terdiri dari: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 7% (P1), NaOH 4% (P2), LiOH 4% (P3), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 7% + $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.5% (P4), NaOH 3.5% + $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.5% (P5) dan LiOH 3.5% + $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.5% (P6).

Proses pembuatan *grease* dilakukan dengan cara mencampurkan minyak dasar (base oil), bahan pengental dan bahan aditif, kemudian dilakukan homogenisasi melalui proses pengadukan yang disertai pemanasan sampai suhu 250 °C hingga semua minyak tersabunkan. Tahap selanjutnya adalah proses pengadukan kedua dengan tanpa disertai pemanasan sampai terbentuk tekstur *grease* yang semi padat. Diagram alir pembuatan *grease* dapat dilihat pada Lampiran 1.

Variabel yang diamati dalam penelitian tersebut antara lain: titik leleh, pH, tekstur dan ketahanan korosi *grease*. Analisis dilakukan pula terhadap *grease* komersial bermerek dagang "ROTARY" dan "COBRA" sebagai pembanding.

Data yang diperoleh dianalisis dengan uji F, apabila berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *duncan's multiple range test* (DMRT) pada taraf kesalahan 5%. Perlakuan terbaik ditentukan dengan metode uji *zero-one*.

Tabel 1. Hasil analisis ragam pengaruh kombinasi perlakuan dan interaksinya terhadap variabel fisikokimia yang diamati

No	Variabel	Perlakuan		
		M	P	M x P
1	Titik leleh	**	**	**
2	pH	ns	**	ns
3	Tekstur	ns	*	ns
4	Ketahanan korosi	ns	*	ns

M:perlakuan jenis minyak, P:perlakuan bahan pengental, MxP:interaksi perlakuan jenis minyak dan perlakuan jenis bahan pengental, **: berpengaruh sangat nyata, *: berpengaruh nyata, ns: tidak berpengaruh nyata.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam penelitian secara keseluruhan disajikan pada Tabel 1.

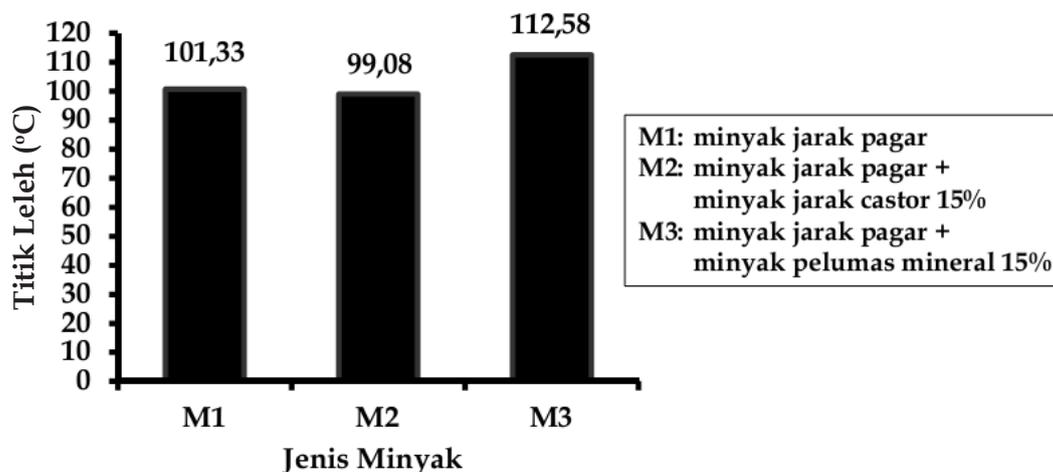
Titik leleh

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan jenis minyak memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai titik leleh *grease* yang dihasilkan. Nilai rata-rata titik leleh dari perlakuan jenis minyak M1 (minyak jarak pagar), M2 (minyak jarak pagar + minyak jarak *castor*) dan M3 (minyak jarak pagar + minyak pelumas mineral) berturut-turut adalah 100.75 °C; 99.08 °C dan 112.58 °C. Pengaruh perlakuan jenis minyak terhadap titik leleh *grease* dapat dilihat pada Gambar 1.

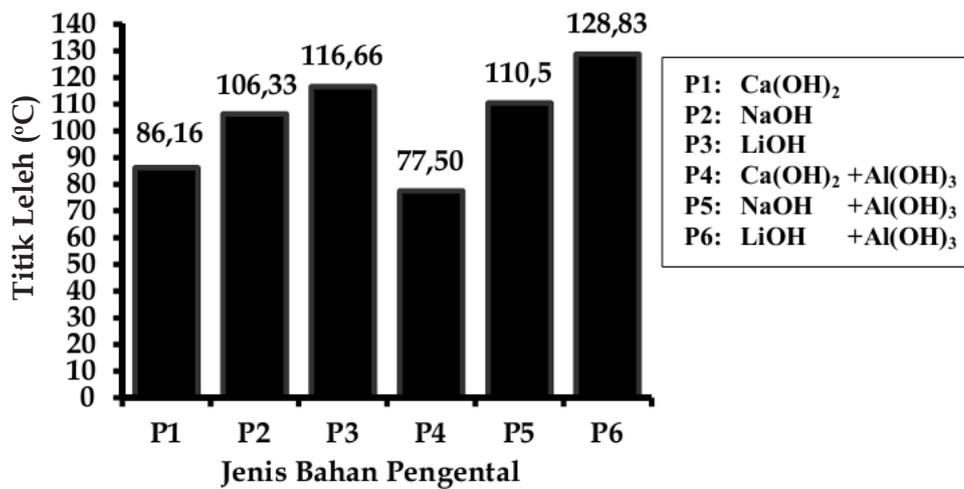
Grease berbahan dasar kombinasi antara minyak jarak pagar dan minyak pelumas mineral (M3) memiliki titik leleh yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena sifat dari minyak pelumas mineral yang pada umumnya memiliki ketahanan terhadap suhu operasi yang tinggi. Secara umum, minyak mineral (minyak bumi) hampir seluruhnya merupakan ikatan rantai hidrokarbon yang sangat

panjang dan kompleks, sehingga diperlukan suhu yang cukup tinggi untuk memutuskan ikatan rantai hidrokarbonnya (Rovicky, 2006; Yanto *et al.*, 2007)

Grease berbahan dasar minyak jarak pagar (M1) memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan *grease* yang berbahan dasar kombinasi minyak jarak pagar dan minyak jarak *castor* (M2). Fenomena ini disebabkan oleh perbedaan jumlah kandungan asam lemak tak jenuh pada keduanya. Perlakuan M1 mengandung asam lemak tak jenuh lebih sedikit karena hanya terdiri dari minyak jarak pagar yang mengandung asam lemak tak jenuh sebesar 77.3% (Soerawidjaja, 2005). Perlakuan M2 mengandung asam lemak tak jenuh lebih banyak, karena adanya penambahan minyak jarak *castor* yang mengandung asam lemak tak jenuh dalam jumlah yang besar (lebih dari 88%). Asam lemak tak jenuh merupakan asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Konfigurasi di sekitar ikatan rangkap dalam asam lemak adalah *cis* dan merupakan konfigurasi yang menyebabkan titik leleh menjadi rendah (Fessenden dan Fessenden, 1983). Makin banyak jumlah asam lemak tak jenuh



Gambar 1. Pengaruh perlakuan jenis minyak terhadap titik leleh *grease*.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan jenis bahan pengental terhadap titik leleh *grease*

pada minyak, makin rendah titik lelehnya. Hal tersebut menyebabkan perlakuan M1 menghasilkan titik leleh lebih tinggi dibandingkan M2.

Titik leleh *grease* sangat nyata dipengaruhi pula oleh jenis dan variasi bahan pengental, seperti pada Gambar 2. Rata-rata nilai titik leleh dari perlakuan variasi jenis bahan pengental Ca(OH)_2 (P1), NaOH (P2), LiOH (P3), $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Al(OH)}_3$ (P4), $\text{NaOH} + \text{Al(OH)}_3$ (P5) dan $\text{LiOH} + \text{Al(OH)}_3$ (P6) berturut-turut adalah 86.16 °C; 106.33 °C; 116.66 °C; 77.5 °C; 110.5 °C dan 128.83 °C.

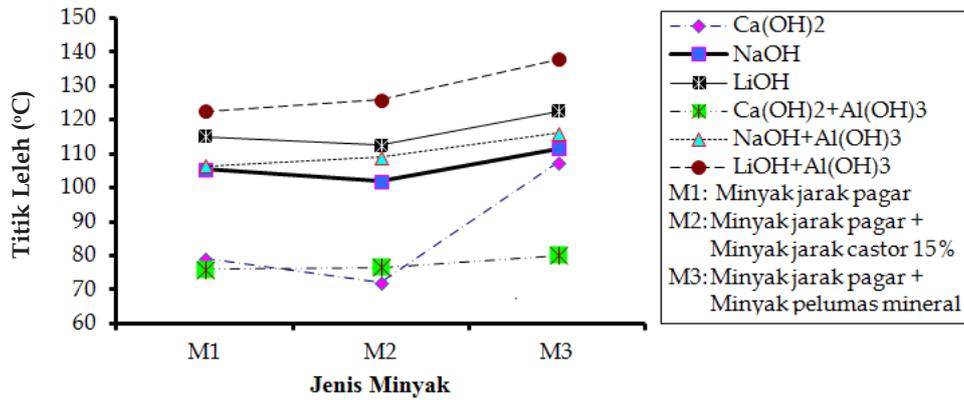
Titik leleh *grease* sangat nyata dipengaruhi pula oleh jenis dan variasi bahan pengental, seperti pada Gambar 2. Rata-rata nilai titik leleh dari perlakuan variasi jenis bahan pengental Ca(OH)_2 (P1), NaOH (P2), LiOH (P3), $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Al(OH)}_3$ (P4), $\text{NaOH} + \text{Al(OH)}_3$ (P5) dan $\text{LiOH} + \text{Al(OH)}_3$ (P6) berturut-turut adalah 86.16 °C; 106.33 °C; 116.66 °C; 77.50 °C; 110.5 °C dan 128.83 °C. Secara umum, nilai titik leleh dipengaruhi oleh interaksi reaksi gabungan antara minyak dan bahan pengental. Perbedaan titik leleh tersebut diduga pula karena masing-masing jenis bahan pengental mempunyai kuat ikatan antar atom yang berbeda-beda walaupun konsentrasi jenis bahan pengental yang diberikan bervariasi. Semakin kuat ikatan antar atomnya, maka semakin sulit untuk diputuskan sehingga titik lelehnya tinggi.

Bahan pengental kombinasi LiOH 3.5% + Al(OH)_3 0.5% (P6) memberikan titik leleh yang lebih tinggi daripada pengental yang lain. Hal ini diduga karena ikatan antara lithium dan aluminium sangat kuat karena aluminium mempunyai energi ionisasi yang

tinggi dan bervalensi tiga sehingga dapat mengikat elektron lithium lebih banyak yang menyebabkan ikatan ioniknya menjadi lebih kuat. Dengan demikian, ikatan tersebut akan terputus pada suhu yang tinggi sehingga nilai titik leleh yang dihasilkan tinggi (Fessenden dan Fessenden, 1983). Penambahan basa aluminium cenderung mempunyai peningkatan titik leleh yang lebih tinggi. Menurut Lubrizol (2002), nilai titik leleh *grease* yang menggunakan jenis bahan pengental aluminium kompleks dapat mencapai 260 °C.

Grease yang menggunakan bahan pengental Ca(OH)_2 7% dan pengental kombinasi Ca(OH)_2 2% + Al(OH)_3 0.5% memberikan nilai titik leleh yang rendah berturut-turut sebesar 86.16 °C dan 77.50 °C. Hal ini diduga bahwa atom kalsium dan aluminium elektron valensi lebih dari mempunyai jari-jari atom yang besar dan elektron valensi lebih dari satu, sehingga mempunyai ikatan atom yang paling lemah. Ikatan atom yang lemah ini akan mudah terputuskan dengan adanya pada suhu yang rendah.

Interaksi antara jenis minyak (M) dengan jenis bahan pengental (P) memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap titik leleh *grease* yang dihasilkan. Pengaruh interaksi perlakuan jenis minyak dan jenis bahan pengental terhadap titik leleh *grease* dapat dilihat pada Gambar 3. Interaksi perlakuan M3P6 yaitu kombinasi minyak jarak pagar dan minyak pelumas mineral dengan bahan pengental $\text{LiOH} + \text{Al(OH)}_3$ memberikan nilai titik leleh paling tinggi. Hal ini diduga karena kombinasi jenis minyak dan bahan pengental tersebut membentuk kompleks sehingga menciptakan interaksi ikatan antar molekul yang kuat. Dengan demikian,



Gambar 3. Pengaruh interaksi perlakuan jenis minyak dan jenis bahan pengental terhadap titik leleh *grease*

suhu yang diperlukan untuk memisahkan ikatan kompleks yang terbentuk tersebut menjadi lebih tinggi.

Minyak mineral pada umumnya mempunyai rantai hidrokarbon yang sangat panjang dan kompleks, sehingga diperlukan suhu yang cukup tinggi untuk memutuskan rantai karbonnya. Dengan demikian, minyak mineral akan mempunyai titik leleh yang cukup tinggi dan akan cenderung stabil terhadap panas (Rovicky, 2006; Yanto *et al.*, 2006; Yanto *et al.*, 2007).

Grease dengan pengental LiOH dan Al(OH)₃ pada dasarnya juga mempunyai sifat kisaran titik leleh yang tinggi. Interaksi perlakuan M2P1 yaitu *grease* berbahan dasar kombinasi jenis minyak jarak pagar dan jarak *castor* dengan jenis bahan pengental Ca(OH)₂ menunjukkan nilai titik leleh yang paling rendah. Hal ini diduga karena penambahan minyak jarak *castor* akan mengakibatkan semakin menambah ketidakjenuhan minyak, sehingga ikatan rangkap di dalam minyak akan bertambah pula. Winarno (1997) menyatakan bahwa dengan bertambahnya ikatan rangkap, maka ikatan antar molekul asam lemak tak jenuh cenderung kurang kuat, sebab rantai pada ikatan rangkap (cis) tidak lurus dan kurang stabil. Semakin banyak ikatan rangkap berarti ikatan makin lemah sehingga titik leleh akan menurun.

Titik leleh secara umum digunakan untuk kontrol kualitas dan pengenalan *grease*. Titik leleh (*dropping point*) tidak menunjukkan batasan maksimum suhu kerjanya, pada umumnya suhu kerja maksimum *grease* lebih rendah dari titik lelehnya (Pertamina, 1999).

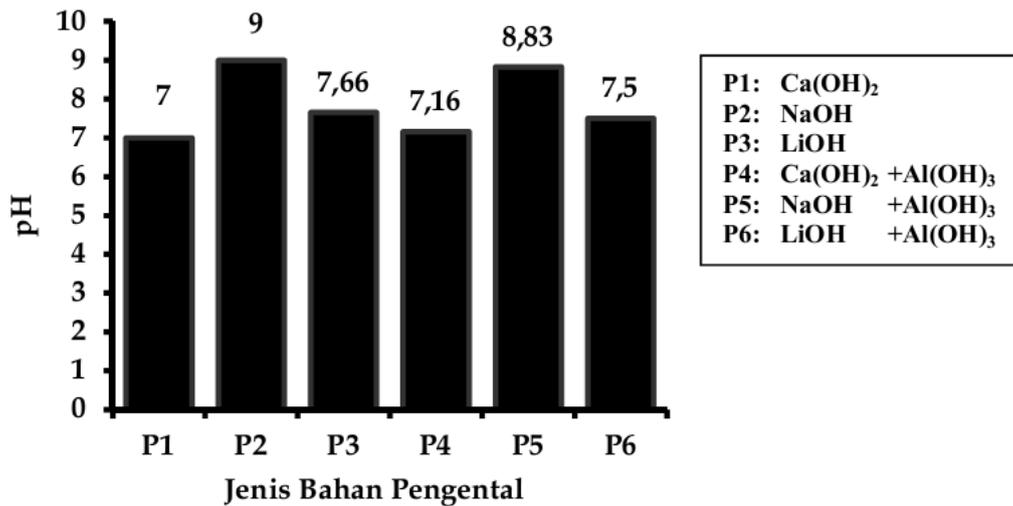
Nilai pH

Hasil analisis ragam dan menunjukkan bahwa jenis bahan pengental berpengaruh sangat nyata terhadap nilai pH *grease* yang dihasilkan. Rata-rata nilai pH dari perlakuan jenis bahan pengental Ca(OH)₂ (P1), NaOH (P2), LiOH (P3), Ca(OH)₂+Al(OH)₃ (P4), NaOH+Al(OH)₃ (P5) dan LiOH+Al(OH)₃ (P6) secara berturut-turut adalah 7; 9; 7.3; 7.66; 8.83 dan 7.5. Pengaruh variasi bahan pengental terhadap pH *grease* yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.

Nilai pH *grease* tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (NaOH) sebesar 9, hal ini diduga karena jenis bahan pengental NaOH termasuk dalam golongan basa kuat sehingga memiliki pH yang tinggi. Sedangkan perlakuan jenis bahan pengental Ca(OH)₂ (P1) memberikan nilai pH yang paling rendah sebesar 7. Hal ini diduga Ca(OH)₂ termasuk dalam golongan basa lemah (Petrucci, 1987).

Tekstur

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengental (P) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tekstur *grease*. Sedangkan perlakuan jenis minyak (M) dan interaksi diantara keduanya (MxP) tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap tekstur *grease*. Nilai rata-rata tekstur *grease* dari perlakuan jenis bahan pengental Ca(OH)₂ (P1), NaOH (P2), LiOH (P3), Ca(OH)₂+Al(OH)₃ (P4), NaOH+Al(OH)₃ (P5) dan LiOH+Al(OH)₃ (P6) berturut-turut adalah 5.86 mm/s; 4.99 mm/s; 4.79 mm/s; 5.31 mm/s; 5.23 mm/s dan 4.92 mm/s. Pengaruh perlakuan jenis bahan pengental terhadap tekstur *grease* dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 4. Pengaruh jenis bahan pengental terhadap pH grease.

Semakin rendah nilai tekstur berarti tekstur grease semakin keras. Tekstur grease terbentuk karena adanya reaksi penyabunan oleh basa pengental yang terjadi pada saat pemanasan dan pengadukan antara minyak dengan basa. Reaksi penyabunan terjadi antara asam lemak dari minyak atau lemak dengan basa yang menyebabkan ikatan ester putus dan dihasilkan gliserol dan garam dari asam lemaknya (Yanto *et al.*, 2006; Yanto *et al.*, 2007).

Nilai tekstur perlakuan P1 yaitu jenis bahan pengental $\text{Ca}(\text{OH})_2$ memiliki tekstur yang paling lunak, sedangkan perlakuan P3 yaitu jenis bahan pengental LiOH memiliki tekstur yang paling keras. Jenis bahan pengental $\text{Ca}(\text{OH})_2$ memiliki tekstur yang paling lunak, hal tersebut karena $\text{Ca}(\text{OH})_2$ memiliki ukuran partikel yang lebih besar. Semakin besar ukuran suatu partikel maka jari-jari atomnya akan semakin besar. Jari-jari atom yang besar mengakibatkan gaya tarik menarik yang terjadi menjadi semakin kecil. Semakin kecil gaya tarik menarik maka interaksinya akan semakin lemah. Interaksi yang semakin lemah menyebabkan tekstur grease menjadi lunak (Petrucci, 1987; Sugiyarto, 2001).

Jenis bahan pengental LiOH (P3) memiliki tekstur yang paling keras. Hal tersebut diduga karena lithium memiliki ukuran partikel yang paling kecil. Jari-jari atom lithium yang kecil menyebabkan gaya tarik menariknya semakin besar. Gaya tarik menarik yang semakin besar menyebabkan interaksi yang terjadi akan semakin kuat. Interaksi yang kuat akan menghasilkan tekstur grease keras. Makin kecil ukuran partikel, tekstur grease makin keras, sehingga permukaan

partikel lebih luas dan terjadi kontak dengan asam lemak yang lebih banyak sehingga memiliki interaksi yang lebih kuat (Petrucci, 1987; Sugiyarto, 2001),

Variasi penambahan basa pengental $\text{Al}(\text{OH})_3$ cenderung meningkatkan rata-rata nilai tekstur pada perlakuan P5 ($\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$) dan P6 ($\text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$), namun menurunkan rata-rata nilai tekstur pada perlakuan P4 ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}(\text{OH})_3$). Fluktuasi nilai tekstur ini disebabkan oleh perbedaan jumlah konsentrasi bahan pengental yang digunakan. dan disebabkan pula oleh kecenderungan sifat aluminium yang mempunyai ukuran partikel yang besar, sehingga memiliki interaksi yang lemah. Rata-rata nilai tekstur perlakuan P4 menurun karena konsentrasi atau jumlah sabun yang diberikan lebih banyak, sehingga menyebabkan tekstur yang dihasilkan menjadi lebih keras dari pada perlakuan P1. Tekstur atau tingkat penetrasi grease yang menggunakan basa pengental biasa tergantung oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan bahan pengental yaitu jumlah sabun dan ukuran partikel. Tekstur grease tidak menunjukkan kualitasnya, karena dalam penggunaannya disesuaikan dengan kondisi kerja mesin. Mesin dengan beban yang besar menggunakan grease yang memiliki tekstur cenderung keras dan sebaliknya (Lubrizol, 2002; Yanto *et al.*, 2007; Yanto *et al.*, 2009).

Ketahanan Korosi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis bahan pengental (P) berpengaruh nyata terhadap ketahanan korosi grease. Nilai rata-rata skor ketahanan korosi grease pada perlakuan jenis bahan pe-

ngental $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (P1), NaOH (P2), LiOH (P3), $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}(\text{OH})_3$ (P4), $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$ (P5) dan $\text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$ (P6) berturut-turut adalah 11.33; 10.5; 10.66; 11.5; 10.66 dan 11. Pengaruh perlakuan jenis bahan pengental terhadap ketahanan korosi *grease* dapat dilihat Gambar 6.

Perbedaan nilai ketahanan korosi ini diduga karena adanya perbedaan nilai potensial reduksi pada tiap atom. Makin kecil nilai potensial reduksi suatu atom maka akan makin mudah teroksidasi dan cenderung melepaskan elektron (Petrucci, 1987; Yanto *et al.*, 2009). Alumunium memiliki nilai energi potensial reduksi yang lebih tinggi dibandingkan kalsium dan natrium. Dengan demikian, alumunium mampu memperlambat proses terjadinya oksidasi dan korosi. Alumunium mampu membentuk lapisan oksida yang kuat dan liat pada permukaannya serta mampu membentuk emulsi air dalam minyak sehingga dapat menghambat reaksi oksidasi dan korosi (Cotton dan Wilkinson, 1989), .

Wartawan (1998), menyatakan bahwa *grease* dengan bahan pengental alumunium dan kalsium mampu membentuk emulsi air dalam minyak. Sabun alumunium dan kalsium dapat menahan cukup banyak air di dalam emulsi yang stabil, oleh karena itu permukaan logam akan tetap basah oleh minyak sehingga *grease* sabun kalsium lebih baik dalam melindungi timbulnya karat. *Grease* dengan jenis bahan pengental lithium dan natrium memiliki ketahanan korosi yang rendah karena lithium dan natrium merupakan golongan unsur alkali yang bersifat sangat reaktif apabila kontak dengan air, oksigen dan hidrogen serta memiliki energi potensial reduksi yang rendah sehingga mudah mengalami oksidasi (Petrucci, 1987; Yanto *et al.*, 2006; Yanto *et al.*, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut : 1) Perbedaan komposisi bahan dasar berpengaruh terhadap karakteristik titik leleh *grease*. Penambahan minyak jarak *castor* sebesar 15% dapat menurunkan titik leleh *grease* (dari 101.33 °C menjadi 99.08 °C), sedangkan penambahan minyak pelumas mineral sebesar 15% dapat meningkatkan titik leleh *grease* (dari 101.33 °C menjadi 112.58 °C), 2)

Jenis bahan pengental yang paling sesuai digunakan untuk pembuatan *grease* berbahan dasar minyak jarak pagar adalah LiOH 3.5% + $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.5% yang menghasilkan rata-rata nilai titik leleh sebesar 128.83 °C, 3) Hasil analisis formulasi perlakuan terbaik menggunakan metode uji zero-one diperoleh pada perlakuan M3P6 yaitu *grease* berbahan dasar minyak jarak pagar + minyak pelumas mineral 15% berbahan pengental LiOH 3.5% + $\text{Al}(\text{OH})_3$ 0.5%. Formulasi tersebut menghasilkan *grease* dengan rata-rata nilai titik leleh sebesar 138 °C, pH sebesar 7.5; tekstur sebesar 4.63 mm/s (golongan NLGI 3) dan nilai skor ketahanan korosi sebesar 11 termasuk dalam golongan 1b (oranye gelap).

DAFTAR PUSTAKA

- American Society For Testing And Materials (ASTM). 1993. ASTM And Other Specifications and Classification for Petroleum Product and Lubricant. ASTM, Philadelphia
- Anonim. 2003. Minyak Goreng: Bahan Bakar Masa Depan. Diakses pada tanggal 12 April 2006. <<http://www.glorianet.org/berita/b4190.html>>
- Asadauskas S, Perez JM, and Duda JL. 1997. Lubrication Properties of Castor Oil-Potential Basestock for Biodegradable Lubricants. *Lubrication Engineering* 53(12): 35-41
- Erminawati, Yanto T, dan Kurniawan G. 2005. Kajian Formulasi *Grease* Berbasis Minyak Jarak Dengan Variasi Tingkat Kemurnian Minyak dan Jenis Antioksidan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia II*. Yogyakarta: Jurusan Ilmu Kimia, FMIPA, UII. p. 269-277
- Fessenden RJ, dan Fessenden JS. 1983. *Kimia Organik Jilid I*. Erlangga. Jakarta
- Guritno P. 2003. 'Roadmap dan Agenda Rusnas Kelompok Kerja Tribologi'. Dalam: *Identifikasi Agenda Riset Strategis dalam Industri Hilir Kelapa Sawit*. Panduan Lokakarya Nasional, MAKSI, Jakarta
- Kajdas C. 1997. Industrial Lubricants di dalam: Mortier R.M and ST Orzulik (Editor), *Chemistry and Technology of Lubricant*. Blackie Academic and Profesional, London
- Kirk RE, and Othmer DF. 1993. *Encyclopedia Of Chemical Technology*. Volume 3. The Interiscience Encyclopedia Inc., New York
- La Puppung P. 1986. Minyak jarak memiliki

- potensi sebagai bahan dasar minyak lumas. *Lembaran publikasi lemigas* 20 (4): 55-64
- Lubrizol. 2002. *Ready Reference*. The Lubrizol Corporation. Ohio. p. 1-19
- Manurung R. 2005. *Community Development: Jatropha, a Promising Plant*. Bio-Technology Research Center, Institut Teknologi Bandung
- Nusa, 2001. Problematik Keausan dan Pelumasan dalam Perawatan Mesin dan Peralatan Industri. *Makalah Diskusi Ilmiah Terapan*. Puspitek Serpong 23 Mei 2001
- Pertamina. 1999. Pelumas dan Pelumasan. Dinas Penyuluhan dan Pengendalian Mutu. Direktorat PPDN Pertamina. Jakarta
- Petrucci RH. 1987. *Kimia Dasar (Prinsip dan Terapan Modern)*. Erlangga, Jakarta
- Rovicky. 2006. Eksplorasi Migas. Dilihat pada 1 Agustus 2006. <<http://www.migas-indonesia.com>>
- Soerawidjaja TH. 2005. *Proses Produksi Minyak Jarak Pagar*. Departemen Teknik Kimia dan Kelompok Riset Biodiesel. Institut Teknologi Bandung
- Subarjo P. 1985. Melacak mutu minyak lumas. *Lembaran Publikasi Lemigas* 19(4): 47-65
- Sugiyarto KH. 2001. *Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam*. Jurusan Pendidikan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta
- Yanto T. 2002. Kajian Kelayakan Minyak Jarak (*Ricinus communis L.*) Sebagai Bahan Dasar Pelumas Ditinjau dari Aspek Daya Tahan Kerusakan Oksidatif. Lembaga Penelitian Unsoed, Purwokerto
- Yanto T, Erminawati, dan Kristiani A. 2005. Pemanfaatan Minyak Nabati dan Batuan Fosfat Alam dalam Pembuatan Pelumas Dasar Grease. Di dalam : Peran Ilmu Kimia dalam Pengembangan Sumber Daya Alam yang Berwawasan Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia II*. Yogyakarta, Jurusan Ilmu Kimia, FMIPA, UII, Yogyakarta
- Yanto T, Erminawati, dan Masrukhi. 2006. *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan Dasar Pelumas Grease Berkualitas*. Fakultas Pertanian, Unsoed, Purwokerto
- Yanto T, Erminawati, dan Naufalin R. 2007. *Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Karakteristik Pelumas Food Grade Grease dengan Bahan Dasar Minyak Sawit*. Lembaga Penelitian, Unsoed, Purwokerto
- Yanto T, Naufalin R, dan Erminawati. 2009. Pengaruh Penambahan Antioksidan terhadap Karakteristik Pelumas Food Grade Grease dengan Bahan Dasar Minyak Sawit. *Makalah Seminar Tahunan MAKSI*. Bogor, 25 November 2009. MAKSI, Bogor
- Yanto T. 2010. *Formulasi Rolling Oil dengan Bahan Dasar Jarak*. Penerbit Malak, Malang
- Wartawan AL. 1998. *Pelumas Otomotif dan Industri*. Balai Pustaka, Jakarta
- Wills JG. 1992. *Lubrication Fundamental*. Marcel Dekker. Inc., New York