

TPP 02

Optimasi Sabun Logam Campuran (Li-Ca) Pada Pembuatan Pelumas Padat
(Grease) Dari *Palm Fatty Acid Destillate* (PFAD)

Sukmawati

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Medan
Jalan Gedung Arca Nomor 52, Medan, Sumatera Utara 20217
sukmawatiuma@yahoo.co.id

Abstrak

Palm Fatty Acid Destillate (PFAD) mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuat produk-produk oleokimia salah satunya pelumas padat (*grease*). Hal ini disebabkan oleh komposisi asam lemak yang terdapat dalam PFAD tidak jauh berbeda dengan komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi pelumas padat (*grease*) dari PFAD dan sabun logam campuran (Li-Ca) sebagai thickener yang memiliki karakteristik mendekati pelumas padat SNI dan mengetahui kualitas dari pelumas padat yang dihasilkan. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah PFAD, LiOH, Ca(OH)₂, gliserol, fenol, dan stearat. Alat yang digunakan adalah hot plate, beaker glass, buret, erlenmeyer, neraca analitik, gelas ukur, dan stirer. Cara kerja penelitian yaitu membuat sabun logam campuran dengan mencampurkan PFAD serta LiOH dan Ca(OH)₂ sebagai basa dengan rasio LiOH: Ca(OH)₂ yaitu A1 = 90% : 10% dan , A2 = 80% : 20% . Kemudian membuat pelumas padat dengan mencampurkan sabun logam campuran (Li-Ca) dan PFAD dengan perbandingan komposisi yang telah ditentukan yaitu B1 (rasio sabun logam : PFAD) dengan komposisi A1: B1 = (90:10) : (90:10), A1: B2 = (90:10) : (80:20), A1: B3 = (90:10) : (70:30), A2: B1 = (80:20) : (90:10), A2: B2= (80:20) : (80:20), dan A2: B3= (80:20) : (70:30) serta menganalisa produk yang dihasilkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh pelumas padat optimum yang sesuai standar SNI yaitu pada komposisi A2 : B3. A2 merupakan rasio LiOH : Ca(OH)₂ yaitu 80% : 20% dan B3 yaitu rasio sabun logam : PFAD yaitu 70% : 30%. Diperoleh densitas 0.953 gr/ml, titik leleh (*dropping point*) 105°C, dengan nilai konsistensi NLGI 6.

Kata Kunci : Base Oil, NLGI, Pelumas Padat (*Grease*), Sabun Logam Campuran

1.0 PENDAHULUAN

Umumnya pelumas yang banyak dijumpai di pasaran dibuat dari minyak bumi atau *petroleum base oil*. Dengan makin menipisnya cadangan minyak bumi maka makin sedikit pula bahan baku dasar pembuatan minyak pelumas yang dapat mencukupi kebutuhan di Indonesia. Hal ini diprediksi dapat mengakibatkan kelangkaan pelumas dipasaran atau makin mahalnya minyak pelumas akibat impor dari luar negeri.

Kondisi ini tentunya memberikan inspirasi bagi beberapa negara termasuk Indonesia untuk terus meningkatkan upaya dalam mencari bahan baku alternatif yang dapat mensubstitusi minyak bumi. Minyak nabati adalah salah satu bahan baku yang dapat

digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pelumas alternatif untuk mesin. Senyawa – senyawa turunan minyak sawit, khususnya gliserol dan asam oleat memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuat pelumas sintetik (Dermawan, 1998). Selain itu, minyak pelumas juga dapat disintesis dari ester asam lemak yang berasal dari minyak nabati. Umumnya minyak pelumas tersebut disintesis dari ester asam lemak dengan rantai karbon pada kisaran diatas, sehingga mempunyai peluang untuk dikembangkan sebagai bahan baku minyak pelumas (Herawan, 2004).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tim peneliti telah melakukan pembuatan pelumas padat (grease) dari Palm Fatty Acid Destilate (PFAD) dengan menggunakan sabun logam Na dan Li. Rasio optimum yang diperoleh pada komposisi 95 : 5 untuk logam Na dan 35 : 65 untuk logam Li (Sukmawati, 2013), namun dari hasil uji Penetrasi dan titik leleh masih belum cukup optimal jika diaplikasikan pada kendaraan atau mesin.

Produk turunan minyak sawit yaitu Palm Fatty Acid Destilat (PFAD) merupakan produk samping dari pabrik minyak goreng, dimana pemanfaatannya masih terbatas. Selain itu, PFAD hanya digunakan sebagai bahan baku pembuat sabun dengan kualitas rendah. Sementara itu, PFAD mempunyai potensi yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuat produk- produk oleokimia salah satunya pelumas padat. Hal ini disebabkan oleh komposisi asam lemak yang terdapat dalam PFAD tidak jauh berbeda dengan komposisi asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit. Pemanfaatan produk samping pabrik minyak goreng ini dalam pembuatan pelumas padat dilakukan dengan teknik perlakuan yaitu pencampuran antara sabun campuran (Li-Ca) dengan minyak sawit dan turunannya dengan PFAD yang digunakan sebagai *base oil*.

Pelumas padat yang diproduksi dari bahan baku yang sintesis memiliki harga yang lebih murah, namun dengan adanya dampak negatif dan penggunaan produk-produk berbahan baku petrokimia terhadap kesehatan makhluk hidup dan juga terhadap lingkungan, maka disarankan agar lebih baik menggunakan produk-produk yang terbuat dari bahan-bahan alami, seperti minyak nabati dan minyak hewani.

Pelumas padat adalah padatan atau semi padatan campuran pelumas dengan bahan pengental yang berfungsi mengurangi gesekan atau keausan antara dua bidang atau permukaan yang saling bersinggungan atau bergesekan (Hartono, 1991). Pelumas padat juga berfungsi sebagai media pembawa panas keluar, serta untuk mencegah karat pada bagian mesin. Sifat-sifat pelumas padat yang baik adalah mengurangi gesekan, mencegah korosi, sebagai penyekat dari kotoran atau air, mencegah kebocoran, konsistensi dan struktur tidak berubah, tidak mengeras pada suhu rendah, sifat yang sesuai dengan penyekat elastomer, dan mempunyai toleransi pencemar pada tingkat tertentu (Nadasdi, 2002).

Berdasarkan pemakaiannya, pelumas padat dibagi atas pelumas padat untuk industri otomotif, sistem transportasi, dan industri non otomotif, seperti pangan dan pertanian. Pemakaian pelumas padat untuk masing-masing tujuan ini dibedakan oleh sifat dan karakteristik pelumas padat. Untuk tujuan industri pangan, karakteristik pelumas padat yang digunakan lebih khusus dibanding dengan karakteristik pelumas padat yang digunakan pada industri otomotif. Industri pangan mempunyai persyaratan tambahan, yaitu aspek keamanan (Hartono, 1991).

Kemampuan pelumasan pelumas padat tergantung pada bahan baku utama (*base oil*) serta pengentalnya. Pengental dapat diidentikan dengan serat yang dapat menyerap dan kemudian melepaskannya kekomponen yang dilumasi. Sebagai molekul pengental terserap



kepermukaan logam yang dilumasi, yang bertujuan untuk mencegah kontak langsung antar komponen. Sifat fisik pelumas padat yang utama ada dua, yaitu penetrasi/konsistensi (*consistency*) dan titik leleh (*dropping point*).

Karakteristik tipikal lain dari pelumas padat dapat dilihat dari jenisnya, yaitu jenis sabun (*soap*) atau bukan dari sabun (*non soap*). Sabun yang dimaksud adalah sabun mekanik atau sabun logam. Pada umumnya pelumas padat adalah minyak mineral yang dipadatkan dengan sabun logam. Dilihat dari sabun yang digunakan, secara umum pelumas padat dapat digolongkan kedalam beberapa jenis:

a. Dasar Aluminium (Al)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar aluminium mempunyai sifat lembek, halus, dan transparan, serta mempunyai ketahanan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 50^{\circ}\text{C}$.

b. Dasar Kalsium (Ca)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar kalsium mempunyai sifat lembek, halus, dan tahan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 50^{\circ}\text{C}$.

c. Dasar Natrium (Na)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar natrium mempunyai sifat agak berurat/serat dan dapat mencegah karat dengan baik, tetapi mudah larut dalam air. Jenis sabun ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 100^{\circ}\text{C}$.

d. Dasar Litium (Li)

Sabun logam yang menggunakan bahan dasar litium mempunyai sifat lembek dan halus, mantap dalam pemakaian, serta tahan terhadap air. Jenis sabun logam ini sangat baik untuk kondisi temperatur kerja $< 150^{\circ}\text{C}$.

e. Sabun campuran

Dua kation logam berbeda dapat digunakan bersama, misalnya litium–kalsium, kalsium–natrium dan lain-lain. Sifatnya adalah gabungan dari kedua jenis sabun, dan ditentukan oleh komposisinya. Gemuk litium–kalsium memiliki ketahanan air lebih bagus daripada gemuk litium murni. Asalkan komposisi sabun kalsium tidak melebihi 20% b/b, *dropping point* dapat diperoleh 170-180C, dekat dengan sabun litium murni.

2.0 METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Penelitian Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Medan Jl. Gedung Arca No. 52 Medan. Analisa produk dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMG) LEMIGAS Jakarta Selatan.

2.1 Variabel dan Kondisi Proses

Bahan – bahan , variabel proses, dan analisa yang digunakan antara lain :

- Bahan baku yang digunakan : Palm Fatty Acid Destilate (PFAD)
- Logam yang digunakan : Li dan Ca
- Variabel Proses
 - Variabel Tetap
 - ✓ Temperatur Pengadukan : 120°C

- ✓ Temperatur pemanasan PFAD : 70°C
- ✓ Waktu Pengadukan pelumas padat : 4 jam
- ✓ Kecepatan pengadukan : 650 rpm
- ✓ Volume Total zat aditif : 15 ml
(Stearat, Gliserin, Fenol)

2. Variabel Tidak Tetap

- Variasi rasio Litium : Calsium
 - 90 : 10 (A1)
 - 80 : 20 (A2)
- Variasi Rasio PFAD : Sabun Logam
 - 10 : 90 (B1)
 - 20 : 80 (B2)
 - 30 : 70 (B3)

2.2 Prosedur Penelitian

Pembuatan Sabun Logam Campuran

1. Menyiapkan alat dan bahan pembuat sabun logam
2. Memanaskan PFAD sebanyak 100 gr hingga suhu 70°C
3. Mengaduk secara kontinu dengan kecepatan 650 rpm selama 30 menit
4. Menambahkan larutan Logam Campuran Li – Ca 4N sedikit demi sedikit sambil terus diaduk sesuai dengan variasi pembuatan sabun logam.

Pembuatan Pelumas Padat (Grease)

1. Memasukan PFAD kedalam reaktor kemudian memanaskan hingga 70°C
2. Menambahkan sabun logam sebagai bahan pengental sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.
3. Menambahkan zat aditif
4. Mengaduk dengan kecepatan pengadukan 650 rpm, temperatur 120 °C dan waktu pengadukan selama 240 menit.
5. Memperoleh pelumas padat dan menganalisa pelumas padat
6. Menganalisa pelumas padat dengan parameter analisa yaitu densitas, penetrasi, titik leleh dan NLGI.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

- 3.1 Hasil analisa dari pelumas padat dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil pengujian karakteristik pelumas padat (grease)

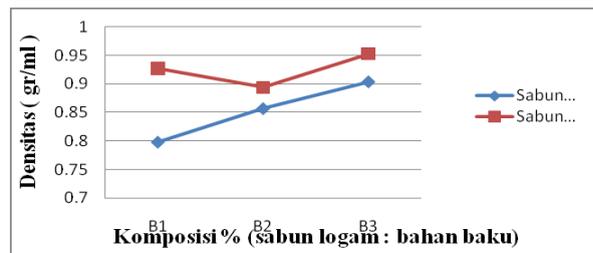
No	Komposisi(%) (Sabun Logam : Bahan Baku)	Warna	Densitas (gr/ml)	Penetrasi 25°C ASTM D 217	Dropping Point ASTM D566	NLGI
1	A1 : B1	Kuning Kecoklatan	0,798	89	80	6
2	A1 : B2	Kuning Kecoklatan	0,857	87	91	6
3	A1 : B3	Kuning Kecoklatan	0,904	98	101	6
4	A2 : B1	Kuning Kecoklatan	0,927	92	93	6
5	A2 : B2	Kuning Kecoklatan	0,894	95	97	6
6	A2 : B3	Kuning Kecoklatan	0,953	110	105	6

Keterangan :

A = Rasio LiOH : Ca(OH)₂ (%)
B = Rasio Sabun Logam (%) : Bahan Baku
A1 : B1 = (90 : 10) ; (90 : 10)
A1 : B2 = (90 : 10) ; (80 : 20)
A1 : B3 = (90 : 10) ; (70 : 30)
A2 : B1 = (80 : 20) ; (90 : 10)
A2 : B2 = (80 : 20) ; (80 : 20)
A2 : B3 = (80 : 20) ; (70 : 30)

3.2 Pembahasan

3.2.1 Pengaruh Komposisi terhadap Densitas



Gambar 3.1 Hubungan Komposisi (%) vs Densitas (gr/ml)

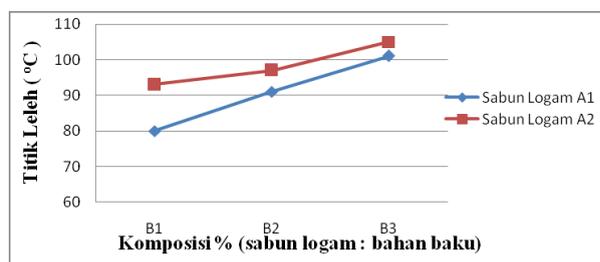
Gambar 3.1 hubungan komposisi (sabun logam : PFAD) terhadap densitas, menunjukkan kenaikan densitas. Dimana pada komposisi A1 : B1 diperoleh densitas sebesar 0,798 gr/ml, komposisi A1 : B2 diperoleh densitas sebesar 0.857 gr/ml, komposisi A1 : B3 diperoleh densitas sebesar 0.904 gr/ml, komposisi A2 : B1 diperoleh densitas sebesar 0.927 gr/ml , komposisi A2 : B2 diperoleh densitas sebesar 0.894 gr/ml dan komposisi A2 : B3 diperoleh densitas sebesar 0.953 gr/ml. Kenaikan densitas ini disebabkan karena semakin menurunnya komposisi sabun logam dan meningkatnya komposisi PFAD mengakibatkan kenaikan terhadap densitas pelumas padat.

Rasio LiOH dengan Ca(OH)₂ berpengaruh terhadap densitas grease. Densitas ini dipengaruhi oleh densitas masing – masing logam, dimana LiOH memiliki densitas 1.51 gr/ml (Perry's, 1999) dan Ca(OH)₂ memiliki densitas 2.2 gr/ml (Perry's, 1999). Hal ini lah yang menyebabkan densitas grease dengan jenis sabun logam A2 memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan sabun logam A1. Karena sabun logam A2 memiliki komposisi 20% Ca(OH)₂ dibanding sabun logam A1 hanya 10%.

3.2. 2 Pengaruh Komposisi terhadap Titik Leleh (dropping point)

Dropping point merupakan temperatur kritis dimana struktur gel pada pelumas padat mulai mengalami perubahan fasa menjadi cair. Titik leleh menggambarkan temperatur tertinggi dimana pelumas dapat mempertahankan strukturnya. Semakin kuat struktur suatu pelumas maka akan semakin sulit untuk berubah fasa.

Nilai titik leleh dari masing – masing pelumas yang dihasilkan dari berbagai komposisi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Grafik hubungan komposisi (%) vs titik leleh (°C)

Gambar 3.2 grafik hubungan komposisi (sabun logam : bahan baku) terhadap titik leleh, menunjukkan kenaikan titik leleh. Dimana pada komposisi A1 : B1 diperoleh titik leleh sebesar 80°C, komposisi A1 : B2 diperoleh titik leleh sebesar 91°C, komposisi A1 : B3 diperoleh titik leleh sebesar 101°C, komposisi A2 : B1 diperoleh titik leleh sebesar 93°C, komposisi A2 : B2 diperoleh titik leleh sebesar 97°C dan komposisi A2 : B3 diperoleh titik leleh sebesar 105°C . Hal ini disebabkan karena semakin menurunnya komposisi sabun logam dan meningkatnya komposisi PFAD mengakibatkan kenaikan titik leleh.

Titik leleh pelumas padat ini juga sangat nyata dipengaruhi oleh jenis dan variasi bahan pengental . Dimana pada penelitian ini digunakan 2 jenis bahan pengental yaitu LiOH dan Ca(OH)₂. LiOH memiliki karakteristik basa kuat dan menghasilkan bahan pengental yang keras dengan titik leleh yang tinggi sementara Ca(OH)₂ merupakan basa lemah yang menghasilkan bahan pengental yang lembut dan memiliki titik leleh dibawah LiOH. Dalam penelitian ini digunakan 2 variasi sabun logam/bahan pengental A1 dan A2. Dari penelitian diperoleh hasil titik leleh yang paling tinggi dengan bahan pengental A2. Hal ini dikarenakan rasio LiOH yang lebih banyak yaitu 80% dan Ca(OH)₂ tidak lebih dari 20%. Hal ini juga diduga karena ikatan antara litium dan kalsium sangat kuat karena kalsium mempunyai energi ionisasi yang tinggi dan bervalensi 2 sehingga dapat mengikat elektron litium 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.

4.0 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. PFAD dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan pelumas padat (*grease*) berbasis minyak sawit yang ramah lingkungan dan memiliki karakteristik pelumas padat komersial.
2. Variasi komposisi sabun logam campuran (*thickening agent*) dan PFAD (*base oil*) pada pembuatan pelumas padat mempengaruhi hasil analisa densitas, penetrasi ,titik leleh dan NLGI.
3. Pelumas padat (*grease*) terbaik yang dihasilkan sesuai dengan standar ASTM dan SNI 06 – 7069 – 8 – 2005 yang termasuk pada Grade A, terdapat pada komposisi rasio sabun logam dengan *base oil* yaitu A2 : B3. Dengan kriteria sebagai berikut :
 - Densitas : 0,953 gr/ml
 - Penetrasi : 110 (25°C)

- Titik Leleh : 105 °C
- NLGI : 6

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian yang lebih lanjut adalah sebagai berikut :1.

Mengganti bahan baku PFAD dengan bahan baku lain yang masih dari minyak nabati.

Mengganti rasio sabun logam campuran dan variabel – variabel proses yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu untuk mendapatkan pelumas padat yang lebih baik lagi.

Daftar Pustaka

- Darnoko, Siahaan, D.N. Eka, Elishabeth, J, 2003, Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit dan Produk Turunannya, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Garnida, 2002, Pelumas dan Pelumasan Mesin Diesel dalam situs www.Google.com.
- Hartono, Anton, J, 1991, Lekuk-Liuk-Liuk Pelumas, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Henry, D, Scott, 1987, Friction, Lubrication, And Wear Teknologi, ASM Handbook, Volume 18.
- Lansdown A.R. (2007). *Lubrication and Lubricant Selection, A Practical Guide, Third Edition*, London: Professional Engineering Publishing Limited.
- Nadasdi, Tim, T, Dr, 2002, Lubricating Grease Fundamentals, dalam advanced Technical Workshop 17 April 2002 Exxon Mobil Research and Engineering, Lhokseumawe.
- Sukirno, Dizzi. (2009). *Biogrease Based on Modified Palm Oil and Calcium Soap Thickener : Performance test of its antiwear property*, Seminar Teknik Kimia Regional, Palembang.
- Sukmawati, dkk. 2012. Optimasi Rasio *Palm Fatty Acid Destilate (PFAD)* Dan Sabun Logam Pada Pembuatan Pelumas Padat (*grease*) Biodegradable. ITM Medan

