

**FORMULASI *FOOD GRADE GREASE* BERBAHAN DASAR MINYAK SAWIT (RBDPO) DENGAN VARIASI PENAMBAHAN MINYAK JARAK, BAHAN PENGENTAL, DAN KONSENTRASI Zn STEARAT**

*Food Grade Grease Formulation Using Palm Oil (RBDPO) As Base Oil With Variations Of Castor Oil Addition, Thickening Agent And Concentration Of Zn Stearat*

Oleh:

Tri Yanto

Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman  
Jl. dr. Soeparno Karangwangkal Purwokerto 53123 Telp./Faks. 0281638791

Alamat korespondensi: Tri Yanto (triyantosuarjo@yahoo.co.id)

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak jarak dalam pembuatan *food grade grease* berbasis minyak sawit RBDPO (*Refined Bleached Deodorized Palm Oil*), mengetahui pengaruh variasi penambahan jenis bahan pengental terhadap karakteristik *food grade grease* yang dihasilkan, mengetahui konsentrasi Zn stearat yang optimal dan menentukan formulasi terbaik dari *food grade grease* yang dihasilkan. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua ulangan. Faktor yang dicoba meliputi jenis minyak yang terdiri dari minyak sawit RBDPO (M1) dan kombinasi minyak sawit RBDPO dengan minyak jarak (M2); variasi bahan pengental yang terdiri dari  $\text{Ca(OH)}_2$  (P1), kombinasi  $\text{Ca(OH)}_2+\text{LiOH}$  (P2), kombinasi  $\text{Ca(OH)}_2+\text{NaOH}$  (P3), dan kombinasi  $\text{Ca(OH)}_2+\text{Al(OH)}_3$  (P4); dan konsentrasi Zn stearat yang terdiri dari 0% (A1), 2.5% (A2), dan 5% (A3). Variabel yang diamati meliputi variabel fisikokimia yaitu daya tahan korosi, penetrasi, *dropping point*, dan pH. Penambahan minyak jarak diketahui dapat meningkatkan daya tahan korosi dari *food grade grease* yang dihasilkan. Variasi jenis bahan pengental berpengaruh nyata terhadap semua variabel. Secara umum, penambahan NaOH memberikan nilai tekstur paling keras yaitu 3.82 mm/s (NLGI 4) dan  $\text{Al(OH)}_3$  paling lembek dengan nilai sebesar 5.16 mm/s (NLGI 3). Penggunaan  $\text{Ca(OH)}_2$  murni memberikan daya tahan korosi tertinggi (2a) dan terendah pada penambahan LiOH (2c-2b). Nilai titik leleh tertinggi terdapat pada penambahan  $\text{Al(OH)}_3$  (106,83°C), sedangkan terendah pada penambahan NaOH (88,58°C). Konsentrasi Zn stearat yang memberikan daya tahan korosi paling optimal adalah 5%. Formula terbaik dihasilkan pada kombinasi perlakuan jenis minyak kombinasi minyak sawit RBDPO dengan minyak jarak, kombinasi golongan pengental  $\text{Ca(OH)}_2+\text{Al(OH)}_3$  dan konsentrasi Zn stearat sebesar 5%, dengan nilai rerata daya tahan korosi golongan 2b (kilau sedang warna lembayung muda), penetrasi kategori NLGI 2, *dropping point* 95.25°C dan pH 7.

Kata kunci: *food grade grease*, minyak sawit RBDPO, minyak jarak,  $\text{Ca(OH)}_2$  dan Zn stearat.

**ABSTRACT**

*This research is carried out to study effect of castor oil addition, to study of thickening agent addition, to determine the optimum concentration of Zn stearat and to determine the best formulation of food grade grease. This research used Completely Randomized Design (CRD) which is arranged in factorial with two replications. Factor tried were base oil types covered by refined bleached deodorized palm oil (RBDPO) (M1) and combination of RBDPO+castor oil (M2); thickening agent covered by  $\text{Ca(OH)}_2$  (P1), combination of  $\text{Ca(OH)}_2+\text{LiOH}$  (P2),  $\text{Ca(OH)}_2+\text{NaOH}$  (P3),  $\text{Ca(OH)}_2+\text{Al(OH)}_3$  (P4); and concentration of Zn stearat covered by 0 percent, 2.5 percent and 5 percent. Variable observed were physicochemical variables covered corrosion-resistance, penetration, dropping point and pH. The addition of castor oil can improve the corrosion resistance of the resulting food grade grease. Variations in the type thickeners significantly affected all variables. In general, the addition of NaOH gives the value of hard texture that is 3.82 mm/s (NLGI 4) and  $\text{Al(OH)}_3$  with the value of the most flaccid of 5.16 mm/s (NLGI 3). The use of  $\text{Ca(OH)}_2$  pure gives the highest corrosion resistance (2a) and the lowest in the addition of LiOH (2c - 2b). Highest melting point value contained in the addition of  $\text{Al(OH)}_3$ (106.83°C), while the lowest in the addition of NaOH (88.58°C). Concentration of Zn stearate which provides optimal corrosion resistance is 5 percent. Best formula produced in the combined treatment of type oil palm oil RBDPO combination with castor oil, thickener combination of  $\text{Ca(OH)}_2+\text{Al(OH)}_3$  and Zn stearate concentration of 5 percent, with the average value of the corrosion resistance class 2b (scintillation medium lavender), penetration category NLGI 2, the dropping point of 95.25°C and pH 7.*

Keywords: *food grade grease*, palm oil (RBDPO), castor oil and Zn stearat.

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri makanan-minuman dan obat-obatan semakin pesat, ditandai dengan munculnya berbagai produk baru di bidang tersebut. Seiring perkembangan tersebut, tuntutan terhadap kualitas dan keamanan produk semakin menguat. Pada sisi lain perusahaan dituntut untuk memanfaatkan semua peralatan dan mesin yang dimiliki agar terawat baik. Hal itu mendorong peningkatan jumlah pemakaian mesin-mesin industri yang pada akhirnya meningkatkan kebutuhan pelumas yang mendukung dalam perawatan mesin sehingga kemampuan kerja mesin dapat optimal.

Pelumas yang digunakan pada proses produksi makanan, minuman dan obat-obatan harus memenuhi standar keamanan pangan. Namun pelumas yang beredar di pasaran adalah jenis pelumas berbahan dasar minyak mineral dan sintetis yang cukup berbahaya apabila kontak dengan produk. Industri pangan sudah seharusnya menggunakan pelumas *grease* khusus (*food grade grease*) yang relatif aman bagi kesehatan. Secara umum pelumas, termasuk pelumas *grease*, dibuat dari bahan dasar pelumas (minyak mineral, nabati atau sintetis) ditambah dengan aditif yang memberikan sifat khusus pada pelumas. Formulasi *grease* untuk kebutuhan industri pangan dan obat-obatan dibuat dari bahan pelumas dasar dan aditif-aditif yang aman

untuk kesehatan. Penggunaan minyak nabati sebagai bahan dasar pelumas merupakan salah satu alternatif yang cukup aman.

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. La Puppung (1986) menyatakan bahwa minyak nabati memiliki keunggulan: (1) mudah mengalir dari suhu lebih rendah ke bagian pelat bersuhu lebih tinggi, (2) mudah membentuk emulsi dengan air, (3) daya lumas lebih baik daripada minyak mineral, (4) melekat lebih baik pada bidang-bidang logam basah atau lembab.

Pengembangan produk pelumas dan *grease* dari minyak nabati perlu dilakukan, karena kebutuhan pelumas untuk industri pangan dan obat-obatan masih diimpor dari luar negeri. Selain itu, Indonesia memiliki potensi minyak kelapa sawit yang sangat besar. Menurut Guritno (2003), perkembangan kelapa sawit di Indonesia mengalami peningkatan yang cukup pesat, diperkirakan produksi minyak sawit dengan laju 6% per tahun, hal tersebut akan memungkinkan terjadinya surplus produksi. Salah satu upaya pemanfaatan hal tersebut adalah diversifikasi produk hilir. Minyak nabati yang juga sudah dikaji sebagai bahan dasar pelumas adalah minyak jarak. Minyak jarak memiliki titik tuang

(*pour point*) yang rendah, ketahanan beban (keausan) serta indeks viskositas yang lebih baik dibandingkan dengan *super refined mineral oil* yang merupakan bahan dasar pelumas (Yanto, 2010).

Karakteristik *food grade grease* yang dihasilkan tergantung pada tiga komponen penting yaitu bahan dasar, bahan pengental dan bahan-bahan aditif yang ditambahkan. Pelumas *grease* berbahan dasar minyak sawit mempunyai ketahanan korosi yang kurang baik dan titik leleh tinggi, sedangkan *grease* dari minyak jarak mempunyai ketahanan korosi yang baik tetapi titik lelehnya rendah. Untuk itu perlu dikaji apakah penambahan minyak jarak dapat menghasilkan karakteristik *grease* yang lebih baik (Yanto *et al.*, 2007).

Penggunaan bahan pengental yang berbeda akan menghasilkan *grease* dengan karakteristik yang berbeda pula. Penggunaan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sebagai bahan pengental dalam pembuatan *grease* menghasilkan *grease* dengan tekstur yang halus dan mengkilap. Untuk menghasilkan karakteristik *grease* yang lebih baik maka perlu dikaji pengaruh penambahan bahan pengental yang berbeda. Penambahan aditif antikorosi pada formulasi *grease* diharapkan dapat meningkatkan ketahanan korosi dari *grease*. Penggunaan Zn stearat selain sebagai antikorosi berfungsi sebagai penstabil. Untuk itu perlu dikaji bagaimana pengaruh penambahan Zn stearat pada

berbagai konsentrasi terhadap ketahanan korosi dari *food grade grease* yang dihasilkan.

Penggunaan minyak sawit RBDPO sebagai bahan dasar *grease* lebih aman daripada minyak mineral, sedangkan minyak jarak juga telah banyak dipakai pada industri kosmetik. Berdasarkan hal tersebut, penelitian tersebut bertujuan untuk: 1) mengetahui pengaruh penambahan minyak jarak dalam pembuatan *food grade grease* berbasis minyak sawit RBDPO; 2) mengetahui pengaruh variasi penambahan jenis bahan pengental lain terhadap karakteristik *food grade grease* yang dihasilkan; 3) mengetahui konsentrasi penambahan aditif antikorosi yang optimal dan 4) menentukan formulasi terbaik dari *food grade grease* yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian tersebut adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan kombinasi perlakuan sebanyak 24. Replikasi dilakukan 2 kali sehingga diperoleh 48 unit percobaan. Faktor yang dicoba dalam penelitian tersebut adalah:

1. Jenis minyak (M)
  - a. M1: minyak sawit RBDPO
  - b. M2: minyak sawit RBDPO + minyak jarak 20 persen
2. Jenis pengental (*metallic soap*) (P)

- a. P1: Ca(OH)<sub>2</sub> (4 persen)
  - b. P2: Ca(OH)<sub>2</sub> (3 persen) + LiOH (1 persen)
  - c. P3: Ca(OH)<sub>2</sub> (2.5 persen) + NaOH (1.5 persen)
  - d. P4: Ca(OH)<sub>2</sub> (3.5 persen) + Al(OH)<sub>3</sub> (0.5 persen)
3. Antikorosi Zn Stearat (A )
- a. A0: antikorosi Zn stearat 0 persen
  - b. A1: antikorosi Zn stearat 2.5 persen
  - c. A2: antikorosi Zn stearat 5 persen

Variabel yang diamati meliputi uji korosi, titik leleh (*dropping point*), pH, tekstur dan *wheel bearing* (formula terbaik). Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis denan analisis ragam (uji F) dan jika berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Formulasi terbaik ditentukan berdasarkan metode *zero-one*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan jenis minyak (M), bahan pengental (P) dan konsentrasi Zn stearat (A)

Tabel 1. Hasil analisis ragam pengaruh perlakuan jenis minyak (M), jenis bahan pengental (P) dan konsentrasi antikorosi serta interaksinya terhadap variabel fisikokimia.

Variabel	M	P	A	MxP	MxA	PxA	MxPxA
Daya Tahan Korosi	**	*	**	*	ns	ns	ns
Dropping Point	ns	**	**	**	**	**	**
Penetrasi	**	**	ns	ns	ns	*	**
pH	ns	**	ns	ns	ns	*	*

Keterangan: M= perlakuan jenis minyak; P= perlakuan jenis bahan pengental; A= konsentrasi Zn stearat; MxP= interaksi perlakuan jenis minyak dan bahan pengental; MxA= interaksi perlakuan jenis minyak dan konsentrasi Zn stearat; PxA= interaksi perlakuan jenis bahan pengental dan konsentrasi Zn stearat; MxPxA= interaksi perlakuan jenis minyak, bahan pengental dan konsentrasi Zn stearat; ns= tidak berpengaruh nyata; \*= berpengaruh nyata; \*\*= berpengaruh sangat nyata.

beserta interaksinya terhadap variabel fisikokimia disajikan pada Tabel 1.

### A. Daya Tahan Korosi

Uji daya tahan korosi dilakukan dengan menggunakan metode ASTM D 130 yaitu memasukkan lempeng tembaga yang dilumasi *grease* ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 24 jam. Hasil uji daya tahan korosi dapat diperoleh setelah membandingkan warna antara lempeng tembaga yang sudah dioven dengan warna standar ASTM korosi tembaga. Pengujian daya tahan korosi dilakukan untuk mengetahui kecenderungan korosivitas pelumas *grease* pada kondisi tertentu. Terjadinya korosi mengindikasikan telah terjadi oksidasi. Proses korosi disebabkan oleh proses kimia dan proses elektro kimia (Yanto *et al.*, 2009). Uji daya tahan korosi dilakukan pada lempeng tembaga dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak jarak sebagai bahan dasar dan penambahan konsentrasi Zn stearat pada formulasi *food grade grease*.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis minyak (M) dan konsentrasi Zn stearat (A) berpengaruh sangat nyata terhadap daya tahan korosi *food grade grease*, sedangkan jenis bahan pengental (P) berpengaruh nyata. Daya tahan korosi perlakuan M1 cenderung termasuk golongan 2b (kilau sedang warna lavender), sedangkan perlakuan M2 cenderung termasuk golongan 2a (kilau sedang warna merah anggur). Perlakuan kombinasi minyak sawit dan minyak jarak cenderung

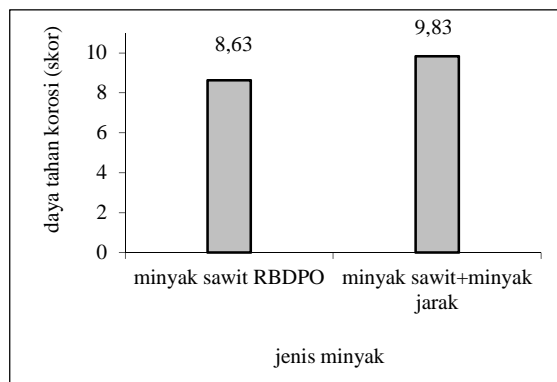
tidak korosif daripada minyak sawit RBDPO saja. Hal tersebut disebabkan kandungan asam risinoleat (*12(R)-hydroxy-9-cis-octadecanoic acid*) dalam minyak jarak yang tinggi. Asam risinoleat mengandung gugus hidroksil pada rantai C nomor 12. Gugus hidroksil tersebut menyebabkan ikatan dengan logam lebih kuat, sehingga tidak mudah teroksidasi. Pengaruh jenis minyak terhadap daya tahan korosi *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Daya tahan korosi lempeng tembaga.

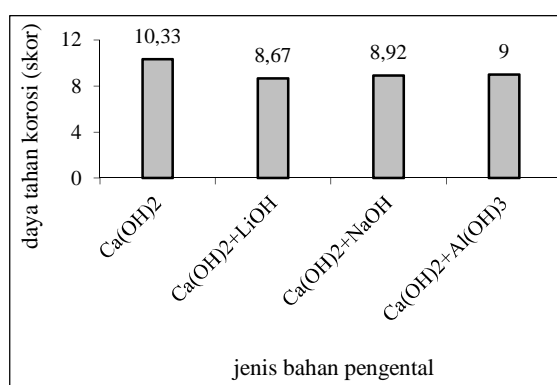
Jenis Minyak	Bahan Pengental	Konsentrasi Zn stearat	Hasil
Minyak sawit curah (RBDPO)	Ca(OH) <sub>2</sub>	0 persen	2a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		2a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		1a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		2d
	Ca(OH) <sub>2</sub>	2.5 persen	2b
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		2b
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		3a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		3a
	Ca(OH) <sub>2</sub>	5 persen	1a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		3a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		2a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		1a
Minyak sawit RBDPO + minyak jarak	Ca(OH) <sub>2</sub>	0 persen	2c
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		1a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		1a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		2c
	Ca(OH) <sub>2</sub>	2.5 persen	2a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		2a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		2b
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		1a
	Ca(OH) <sub>2</sub>	5 persen	1a
	Ca(OH) <sub>2</sub> + LiOH		2e
	Ca(OH) <sub>2</sub> + NaOH		1b
	Ca(OH) <sub>2</sub> + Al(OH) <sub>3</sub>		1a

Keterangan: 1a=oranye terang, 1b=oranye gelap, 2a=merah anggur, 2b=lavender, 2c=*multicolour* lavender, biru dan perak, 2d=keperakan, 2e= kuning keemasan dan 3a=hitam transparan

Karakteristik bahan pengental mempengaruhi sifat food grade grease yang dihasilkan. Daya tahan korosi *food grade grease* dengan pengental Ca(OH) termasuk golongan 2a (kilau sedang warna merah anggur). Walaupun mempunyai nilai berbeda, penambahan LiOH, NaOH dan Al(OH) cenderung masuk dalam golongan yang sama (2b=kilau sedang warna lavender). Pengaruh variasi bahan pengental terhadap daya tahan korosi *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Pengaruh jenis minyak terhadap daya tahan korosi *food grade grease*.

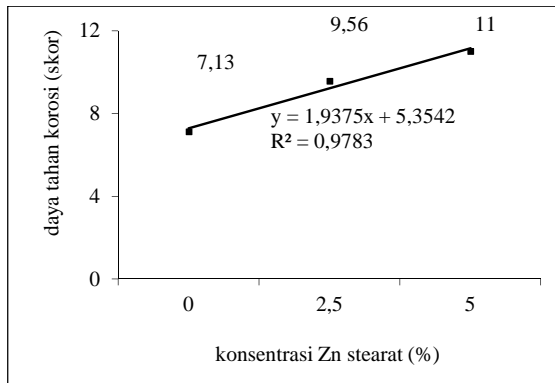


Gambar 2. Pengaruh jenis bahan pengental terhadap daya tahan korosi *food grade grease*.

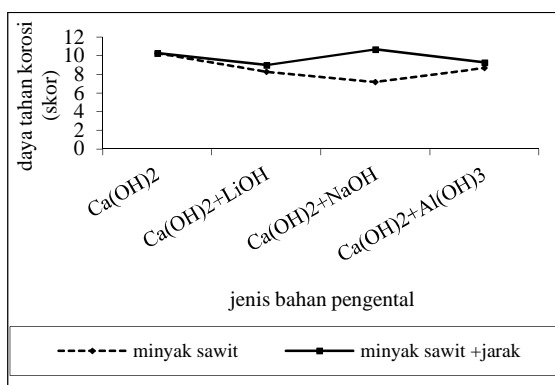
Bahan pengental Ca(OH)<sub>2</sub> murni memberikan daya tahan korosi yang lebih

baik daripada bahan pengental yang lain. Daya tahan korosi yang tinggi diduga disebabkan oleh tekstur yang kompak dari formulasi *food grade grease* yang dihasilkan sehingga dapat menghambat oksidasi pada logam. Wartawan (1998), menyatakan bahwa *grease* dengan sabun kalsium dapat membentuk emulsi air dalam minyak. Sabun 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. Penambahan Al(OH)<sub>3</sub> memberikan nilai daya tahan korosi yang cukup tinggi diduga karena Al(OH)<sub>3</sub> dapat membentuk lapisan oksida yang kuat dan liat pada permukaannya sehingga dapat menghambat oksidasi (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi Zn stearat meningkatkan daya tahan korosi *food grade grease* mengikuti persamaan  $y = 1,9375x + 5,3542$  ( $R^2 = 0,9783$ ). Semakin besar konsentrasi antikorosi yang digunakan, semakin baik daya tahan korosinya. Ion zinc ( $Zn^{2+}$ ) pada Zn stearat cenderung polar sehingga dapat melekat kuat pada permukaan logam dan membentuk lapisan tipis sehingga dapat melindungi logam dari kontak dengan oksigen. Pengaruh konsentrasi Zn stearat terhadap daya tahan korosi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi Zn stearat terhadap daya tahan korosi *food grade grease*.



Gambar 4. Pengaruh interaksi jenis minyak dengan bahan pengental terhadap daya tahan korosi *food grade grease*

Gambar 4 menunjukkan bahwa penggunaan Ca(OH)<sub>2</sub> dan NaOH pada kombinasi minyak sawit dan minyak jarak (M2P3) memberikan nilai tertinggi (10.7), sedangkan pada minyak sawit RBDPO (M1P3) memberikan nilai terendah (7.2). Kombinasi perlakuan M2P3 cenderung masuk golongan 1b (kilau terang warna oranye gelap), sedangkan M1P3 cenderung masuk golongan 2d (kilau sedang warna keperakan). Hal tersebut mengindikasikan bahwa jenis minyak memberikan pengaruh lebih besar karena bahan pengental yang digunakan sama. Minyak jarak terbukti

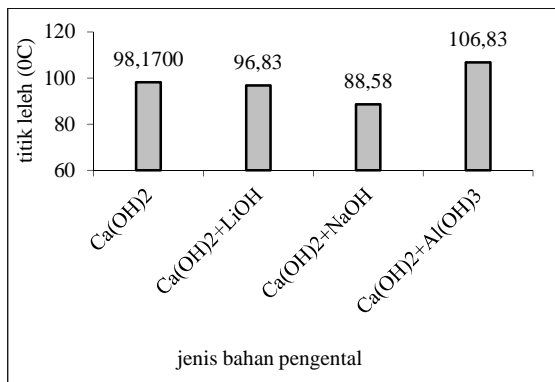
mempunyai daya tahan korosi lebih baik daripada minyak sawit RBDPO jika digunakan sebagai bahan dasar pelumas. Hal tersebut disebabkan adanya gugus hidroksil pada asam risinoleat dalam minyak jarak.

## B. Dropping Point

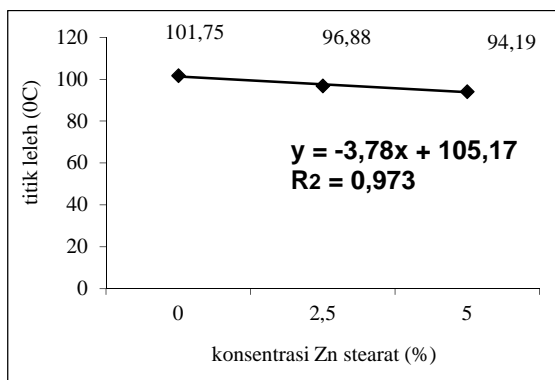
*Dropping point* merupakan sifat kualitatif dari pelumas grease yang mengindikasikan pada temperatur berapa grease berubah dari bentuk semi solid ke bentuk cair. Analisis titik leleh dilakukan untuk mengetahui ketahanan suhu *grease* yang akan menentukan kesesuaian penggunaan *grease* secara spesifik. Kualitas pelumas ditentukan oleh ketahanan pelumas terhadap suhu tinggi. Hal tersebut disebabkan dalam pelumasan, gesekan antara dua permukaan logam yang dilumasi tersebut dapat menimbulkan panas, sehingga apabila tidak memiliki ketahanan terhadap panas atau suhu tinggi maka pelumas tidak dapat memberikan fungsi pelumasan dengan baik. Pada kondisi operasi mesin, dibutuhkan *grease* yang memiliki titik leleh tinggi sehingga dapat bentuknya (semi padat) dan tetap melekat pada tempatnya (Abdulbari *et al.*, 2011; Awoyale *et al.*, 2011; Yanto *et al.*, 2012).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa bahan pengental (P) dan konsentrasi Zn stearat (A) memberikan pengaruh sangat nyata, sedangkan jenis minyak (M) tidak berpengaruh nyata terhadap titik leleh *food*

*grade grease*. Pengaruh jenis bahan pengental (P) terhadap titik leleh formulasi *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 5. Formulasi *food grade grease* dengan bahan pengental kombinasi  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}(\text{OH})_3$  mempunyai titik leleh paling tinggi. Hal tersebut diduga interaksi antara  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  sangat kuat karena aluminium bervalensi tiga sehingga dapat mengikat elektron Ca lebih banyak. Semakin banyak interaksi yang terjadi maka titik leleh semakin tinggi. Titik leleh *grease* dengan sabun aluminium kompleks dapat mencapai  $260^\circ\text{C}$ .



Gambar 5. Pengaruh jenis pengental terhadap titik leleh *food grade grease*.



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi Zn stearat terhadap titik leleh *food grade grease*.

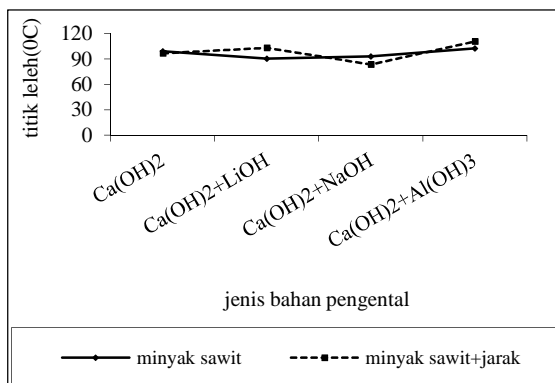
Gambar 6 memperlihatkan bahwa titik leleh *food grade grease* semakin rendah seiring peningkatan konsentrasi Zn stearat mengikuti persamaan  $y = -3,78x + 105,17$  ( $R^2 = 0,973$ ). Hal tersebut diduga disebabkan Zn stearat yang digunakan mempunyai kemurnian rendah sehingga jumlah asam stearatnya lebih banyak. Asam stearat merupakan asam lemak jenuh yang memiliki titik leleh rendah ( $69,6^\circ\text{C}$ ). Asam lemak dari minyak cenderung mengikat asam stearat dari Zn stearat lebih kuat daripada gliserol. Lemahnya ikatan antara asam lemak dengan gliserol menyebabkan titik leleh produk rendah (Musa, 2010)

Interaksi antara jenis minyak (M) dan bahan pengental (P) menunjukkan nilai rerata terendah yaitu pada kombinasi perlakuan M2P3 ( $83,8^\circ\text{C}$ ) dan tertinggi M2P4 ( $111,0^\circ\text{C}$ ). Pengaruh interaksi jenis minyak dengan bahan pengental terhadap titik leleh formulasi *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 7.

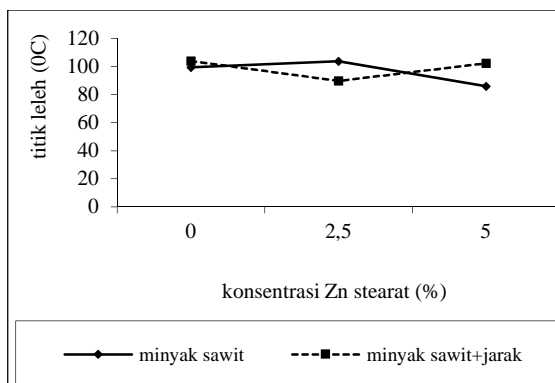
Penggunaan kombinasi bahan pengental  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Al}(\text{OH})_3$  (P4) memberikan titik leleh lebih tinggi daripada pengental lain. Hal tersebut menunjukkan bahan pengental berpengaruh terhadap titik leleh *food grade grease*. Penambahan aluminium mempunyai titik leleh lebih tinggi karena aluminium kompleks memang memiliki titik leleh yang tinggi. Interaksi perlakuan jenis minyak (M) dan konsentrasi Zn stearat (A) berpengaruh sangat nyata.



Gambar 8 memperlihatkan semakin banyak konsentrasi Zn stearat pada jenis minyak sawit RBDPO cenderung menurunkan titik leleh. Hal tersebut diduga disebabkan asam lemak pada minyak sawit RBDPO cenderung mengikat asam stearat lebih kuat daripada gliserol sehingga titik leleh menjadi rendah.



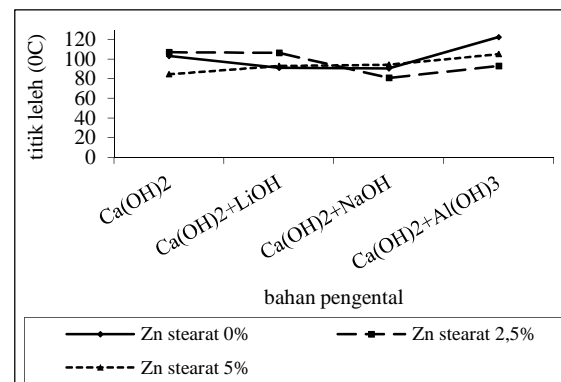
Gambar 7. Pengaruh interaksi jenis minyak dengan bahan pengental terhadap titik leleh *food grade grease*.



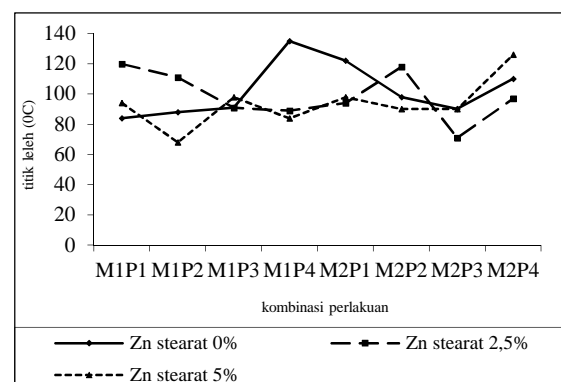
Gambar 8. Pengaruh interaksi jenis minyak dengan konsentrasi Zn stearat terhadap titik leleh *food grade grease*.

Interaksi perlakuan jenis bahan pengental (P) dan konsentrasi Zn stearat (A) berpengaruh sangat nyata. Nilai rerata terendah terdapat pada P3A1 (81°C) dan tertinggi P4A0 (122.5°C). Kombinasi

perlakuan P4A0 mempunyai titik leleh lebih tinggi diduga disebabkan karena sifat Zn stearat yang lebih cocok dengan basa lemah daripada basa kuat, sehingga dapat membentuk interaksi yang lebih kuat dengan Ca(OH)<sub>2</sub> dan Al(OH)<sub>3</sub> (Wikipedia, 2005). Interaksi antar molekul yang kuat tersebut menyebabkan titik leleh menjadi tinggi. Pengaruh interaksi bahan pengental (P) dengan konsentrasi Zn stearat (A) terhadap titik leleh *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh interaksi antara bahan pengental dengan konsentrasi Zn stearat terhadap titik leleh *food grade grease*.



Gambar 10. Pengaruh interaksi antara jenis minyak, bahan pengental dan konsentrasi Zn stearat terhadap titik leleh *food grade grease*.

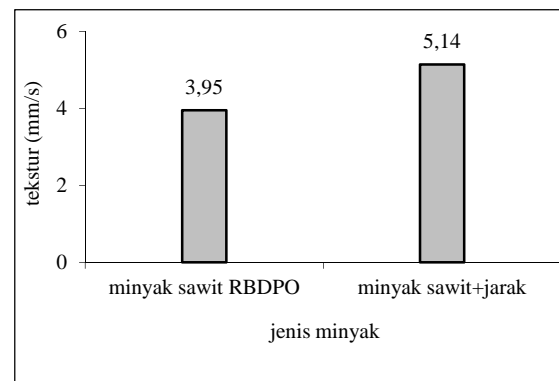
Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa interaksi antara jenis minyak (M), jenis bahan pengental (P) dan konsentrasi Zn stearat (A) berpengaruh sangat nyata terhadap titik leleh formulasi *food grade grease*. Pengaruh interaksi ketiga faktor dapat dilihat pada Gambar 10. Nilai titik leleh tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan M1P4A0 (135°C), sedangkan terendah pada M1P2A2 (68°C). Hal tersebut diduga disebabkan interaksi yang terjadi antara kombinasi bahan pengental  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  lebih kuat daripada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{NaOH}$ , sehingga suhu yang dibutuhkan untuk memutuskan ikatan tersebut lebih tinggi.

### C. Penetrasi

Uji penetrasi merupakan suatu pengujian untuk mengetahui tingkat penetrasi atau tingkat konsistensi *grease*. Kekerasan dari pelumas *grease* menunjukkan tingkat penetrasi dimana pengelompokannya ditentukan oleh National Lubricating Grease Institute (NLGI). NLGI membagi kekerasan mulai dari tingkat 000 sampai 6 berdasarkan ASTM D-217. Semakin besar bilangan NLGI maka semakin keras tekstur pelumas *grease* (Abdulbari *et al.*, 2011; Awoyale *et al.*, 2011; Lubrizol, 2002).

Hasil uji Duncan pada taraf 5 persen menunjukkan bahwa jenis minyak (M) memberikan tekstur yang berbeda pada formulasi *food grade grease*. Formulasi

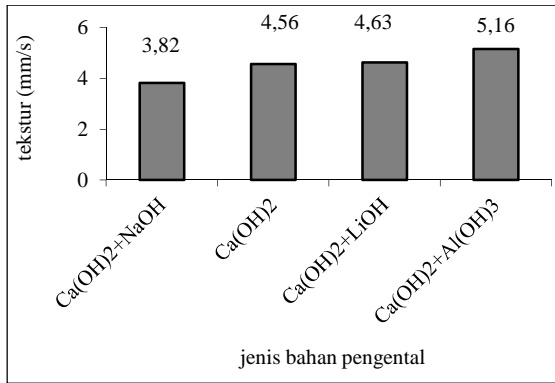
*food grade grease* yang berbahan dasar minyak sawit curah (RBDPO) memiliki nilai rerata tekstur yaitu 3.95 mm/s (kategori NLGI 4), sedangkan yang berbahan dasar kombinasi minyak sawit curah (RBDPO) dengan minyak jarak 20 persen yaitu 5.14 mm/s (kategori NLGI 3). Menurut Kristiani (2004), tekstur *grease* yang berbahan dasar minyak jarak memiliki tekstur lembek disebabkan karena minyak jarak mempunyai ikatan rangkap dan mengandung asam lemak tidak jenuh (asam risinoleat) yang lebih banyak dari minyak sawit. Pengaruh jenis minyak terhadap tekstur *food grade grease* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh jenis minyak terhadap tekstur *food grade grease*.

Tingkat kekerasan bahan pengental  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{LiOH}$  dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{Al}(\text{OH})_3$  memiliki nilai yang berbeda, tetapi ketiganya masih termasuk dalam tingkatan NLGI 3. Menurut Wartawan (1998), pelumas *grease* dengan tingkat kekerasan 3 biasanya digunakan untuk bagian bantalan mesin yang besar dan

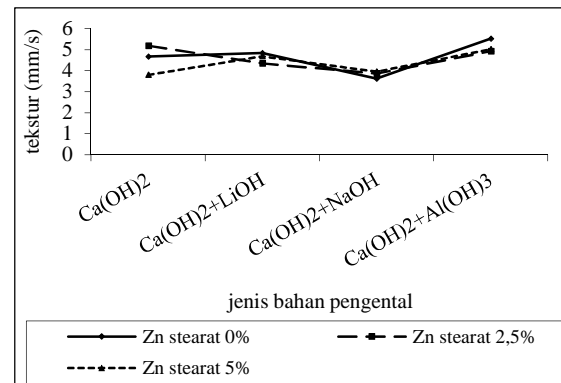
dapat menahan sejumlah *grease*. Sedangkan *grease* dengan bahan pengental  $\text{Ca(OH)}_2$  termasuk NLGI 4. *Grease* yang lebih keras dapat digunakan pada roda gigi terbuka atau poros yang bentuknya besar.



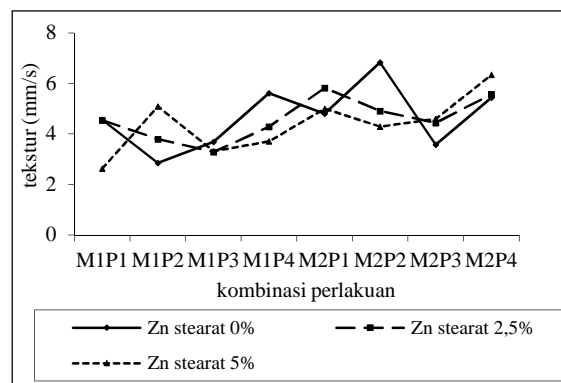
Gambar 12. Pengaruh jenis bahan pengental terhadap tekstur *food grade grease*.

Gambar 12 menunjukkan bahwa kombinasi bahan pengental  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan  $\text{NaOH}$  (P3) memberikan tekstur yang paling keras. Hal tersebut diduga karena  $\text{NaOH}$  merupakan basa kuat sehingga dapat membentuk ikatan ionik yang kuat. Menurut Petrucci (1987), tingkat kekerasan kalsium lebih besar dibandingkan dengan litium dan aluminium, sehingga kombinasi antara  $\text{Ca(OH)}_2$  dan  $\text{NaOH}$  memiliki tekstur paling keras. Penambahan aluminium memiliki tekstur paling lembek. Hal tersebut disebabkan aluminium memiliki tingkat kerapatan dan kekerasan lebih rendah dari kalsium, sehingga tekstur *grease* yang dihasilkan lebih lembek daripada perlakuan lain (Petrucci, 1987).

Nilai tekstur yang paling keras dari interaksi antara jenis bahan pengental dengan konsentrasi  $\text{Zn}$  stearat adalah P3A0 (pengental  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{NaOH}$ ,  $\text{Zn}$  stearat 0 persen), sedangkan yang paling lembek yaitu P4A0 ( $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Zn}$  stearat 0 persen). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa nilai tekstur sangat dipengaruhi oleh bahan pengental yang digunakan. Pengaruh interaksi jenis bahan pengental dengan konsentrasi  $\text{Zn}$  stearat dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Pengaruh interaksi jenis bahan pengental dengan konsentrasi  $\text{Zn}$  stearat terhadap tekstur *food grade grease*.



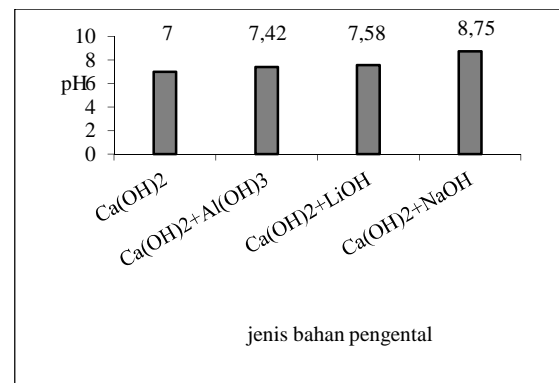
Gambar 14. Pengaruh interaksi jenis minyak, bahan pengental dan konsentrasi  $\text{Zn}$  stearat terhadap tekstur *food grade grease*.

Interaksi perlakuan antara ketiga faktor juga memberikan pengaruh yang sangat nyata. Pengaruh interaksi antara jenis minyak, jenis bahan pengental dan konsentrasi Zn stearat dapat dilihat pada Gambar 14. Nilai tekstur paling keras terdapat pada kombinasi perlakuan M1P1A2 yaitu 2.63 mm/s (NLGI 5) dan paling lembek pada kombinasi perlakuan M2P2A0 yaitu 6.83 mm/s (NLGI 1). Kombinasi perlakuan M1P1A2 mempunyai tekstur paling keras disebabkan bahan pengental yang digunakan adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  murni yang mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi, selain konsentrasi Zn stearat (5 persen) juga mempengaruhi kerasnya tekstur. Zn stearat diketahui dapat berinteraksi lebih kuat dengan basa lemah daripada basa kuat (Wikipedia, 2005; Petrucci, 1987). Kombinasi perlakuan M2P2A0 mempunyai tekstur lembek diduga dipengaruhi oleh penggunaan minyak jarak dan bahan pengental NaOH yang mempunyai tingkat kekerasan yang lebih rendah daripada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  murni.

#### D. pH

Nilai pH *food grade grease* yang dihasilkan berkisar antara 7-9. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis bahan pengental berpengaruh sangat nyata terhadap nilai pH. Perlakuan jenis bahan pengental  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan  $\text{Al}(\text{OH})_3$  cenderung memiliki pH 7, sedangkan LiOH dan NaOH memiliki pH lebih tinggi (8-9).

Penambahan LiOH dan NaOH memberikan nilai pH yang lebih tinggi disebabkan keduanya termasuk basa kuat sehingga memiliki pH tinggi.

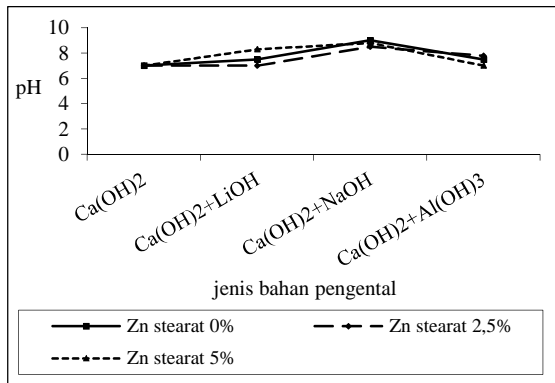


Gambar 15. Pengaruh jenis bahan pengental terhadap pH *food grade grease*.

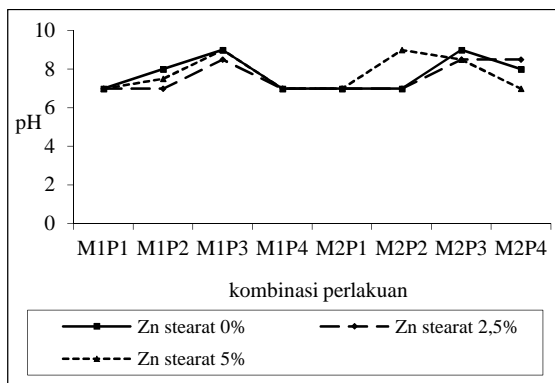
Interaksi antara bahan pengental (P) dengan konsentrasi Zn stearat (A) berpengaruh nyata terhadap pH. Penambahan NaOH pada semua konsentrasi Zn stearat cenderung memberikan nilai pH tinggi (pH 9). Hal tersebut disebabkan bahan pengental NaOH yang ditambahkan termasuk golongan basa kuat sehingga memiliki nilai pH tinggi. Pengaruh interaksi antara jenis bahan pengental (P) dengan konsentrasi Zn stearat (A) dapat dilihat pada Gambar 16.

Perbedaan karakteristik ketiga jenis *food grade grease* tersebut disebabkan oleh perbedaan bahan dasar dan pengental yang digunakan. *Food grade grease* Shell FM 2 menggunakan bahan dasar minyak sintetik (*silicon oil*), sedangkan *grease* komersial berbahan dasar minyak mineral. Ditinjau dari segi keamanannya, penggunaan

minyak nabati lebih aman daripada minyak mineral dan minyak sintetik.



Gambar 16. Pengaruh interaksi antara jenis bahan pengental dengan konsentrasi Zn stearat terhadap pH *food grade grease*.



Gambar 17. Pengaruh interaksi jenis minyak, bahan pengental dan konsentrasi Zn stearat terhadap pH *food grade grease*.

Formulasi terbaik dalam penelitian ini mempunyai titik leleh 95,25°C dan nilai *wheel bearing* >70%. *Grease* dengan karakteristik titik leleh dan *wheel bearing*

seperti di atas tidak dapat digunakan untuk mesin dengan kecepatan rotasi tinggi karena daya lumasnya terhadap logam akan berkurang. Suhu maksimal pemakaian *grease* yaitu sebesar 10 persen di bawah titik leleh. Jadi formulasi *food grade grease* terbaik tersebut disarankan untuk digunakan pada mesin dengan kondisi suhu kerja maksimal 85°C. *Food grade grease* yang dihasilkan memiliki penetrasi yang berbeda dengan *food grade grease* komersial dan *grease* umum, tetapi masih dalam satu nomor NLGI yang sama (NLGI 2). *Grease* NLGI 2 digunakan pada mesin dan peralatan dengan tingkat gesekan yang cukup tinggi karena memiliki sifat mudah untuk diisikan dan mudah melepaskan minyak (Wartawan, 1998).

Daya tahan terhadap korosi dari kombinasi perlakuan terbaik termasuk baik (2b= kilau sedang warna lembayung muda). Hal tersebut diduga karena *grease* dengan sabun kalsium dapat membentuk emulsi air di dalam minyak yang stabil. Oleh karena itu, permukaan logam akan tetap basah oleh minyak sehingga *grease* dengan sabun kalsium baik dalam melindungi timbulnya karat (Wartawan, 1998; Yanto et al., 2013).

Tabel 3. Karakteristik antara formula terbaik, *food grade grease* komersial Shell FM 2 dan *grease* umum

Karakteristik	Perlakuan terbaik	Shell FM 2	Grease komersial
Titik leleh (°C)	95.25	>260	120
NLGI	2	2	2
Daya tahan korosi	2b (lembayung muda)	2a (merah anggur)	3b (gelap, multicolour)
<i>Wheel bearing</i> (% loss)	> 70	4.5	3

**KESIMPULAN**

1. Penambahan minyak jarak dapat meningkatkan daya tahan korosi dari *food grade grease* yang dihasilkan.
2. Variasi jenis bahan pengental berpengaruh nyata terhadap semua variabel. Secara umum, penambahan NaOH memberikan tingkat penetrasi paling keras yaitu 3.82 mm/s (kategori NLGI 4) dan Al(OH)<sub>3</sub> paling lembek dengan nilai sebesar 5.16 mm/s (kategori NLGI 3). Penggunaan Ca(OH)<sub>2</sub> murni memberikan daya tahan korosi tertinggi (2a) dan terendah pada penambahan LiOH (2c-2b). Nilai dropping point tertinggi terdapat pada penambahan Al(OH)<sub>3</sub> (106.83°C), sedangkan terendah pada penambahan NaOH (88.58°C).
3. Konsentrasi Zn stearat 5% memberikan daya tahan korosi paling optimal.
4. Formula terbaik dihasilkan dari perlakuan kombinasi jenis minyak minyak sawit RBDPO ditambahkan dengan minyak jarak, kombinasi bahan pengental Ca(OH)<sub>2</sub>+Al(OH)<sub>3</sub> dan konsentrasi Zn stearat sebesar 5 persen, dengan nilai rerata daya tahan korosi golongan 2b (kilau sedang warna lembayung muda), tingkat penetrasi ketegori NLGI 2, *dropping point* 95.25°C dan pH 7.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abdulbari, H. A., M. Y. Rosli., H. N. Abdurrahman, dan M. K. Nizam, (2011), Lubricating Grease from Spent Bleaching Earth and Waste Cooking Oil: Tribology Properties. *International Journal of the Physical Sciences Vol. 6(20)*, pp. 4695-4699.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1993. *ASTM and Other Specifications and Clasification for Petroleum Product and Lubricant*. ASTM, Philadelphia.
- Awoyale, A. A., O. A. Odubiyi dan A. C. Eloka-Eboka, (2011), Production and Testing of Biodegradable Grease from Black-Date (*Canarium schweinfurthii*) Oil. *Journal of Innovative Research in Engineering and Sciences 2(4)*, pp.223-233.
- Cotton, F.A dan G. Wilkinson. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Terjemahan oleh S. Suharto. Penerbit UI, Jakarta. hal 288-289.
- Guritno, P. 2003. *Roadmap dan Agenda Rusnas Kelompok Kerja Tribologi, di dalam: Identifikasi Agenda Riset Strategis dalam Industri Hilir Kelapa Sawit*. Panduan Lokakarya nasional: Jakarta 13 Mei 2003. Jakarta, MAKSI. 71 hal.
- Kristiani, A. 2004. Pemanfaatan Minyak Nabati sebagai Bahan Dasar Pembuatan Pelumas *Grease* dengan Penambahan *Butylated Hydroxytoluene* dan Batuan Fosfat Alam sebagai Antioksidan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Unsoed, Purwokerto. (Tidak dipublikasikan)
- La Puppung, P. 1986. Minyak Jarak Memiliki Potensi sebagai Bahan Dasar Minyak Lumas. *Lembaran Publikasi Lemigas*, 20 (4): 55-64.
- Musa, J. J. 2010. Evaluation of the Lubricating Properties of Palm Oil. *Leonardo Electronic Journal of*

- Practices and Technologies*. 17: 79-84.
- Petrucci, R. H. 1987. *Kimia Dasar (Prinsip dan Terapan Modern)*. Erlangga, Jakarta.
- Wartawan, A. L. 1998. *Pelumas, Otomotif dan Industri*. Balai Pustaka, Jakarta. 286 hal.
- Wikipedia. 2005. *Stearic Acid* (On-line). [http://en.wikipedia.org/wiki/Stearic\\_acid](http://en.wikipedia.org/wiki/Stearic_acid) diakses 15 Juli 2005.
- \_\_\_\_\_. 2005. *Grease (Lubricant)* (On-line). [http://en.wikipedia.org/wiki/grease\\_\(lubricant\)](http://en.wikipedia.org/wiki/grease_(lubricant)) Diakses 15 Juli 2005.
- Yanto, T., Erminawati dan R. Naufalin. 2007. *Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Karakteristik Pelumas Food Grade Grease dengan Bahan Dasar Minyak Sawit*. Lembaga Penelitian, Unsoed, Purwokerto, pp. 1 – 77.
- Yanto, T. , R. Naufalin dan Erminawati. 2009. Pengaruh Penambahan Antikorosi terhadap Karakteristik Pelumas Food Grade Grease dengan Bahan Dasar Minyak Sawit. *Makalah Seminar Tahunan MAKSI*, 25 November 2009, Bogor, MAKSI, Bogor.
- Yanto, T. 2010. *Formulasi Rolling Oil dengan Bahan Dasar Jarak*. Penerbit Malak, Malang, pp. 1- 121.
- Yanto, T. dan A.T. Septiana. 2012. Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) sebagai Bahan Dasar Pelumas Grease. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13(1): 34-42.
- Yanto, T., R. Naufalin dan Erminawati. 2013. Karakteristik Pelumas Food Grade Grease Berbahan Dasar Minyak Sawit dengan Tambahan Antioksidan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 14(1): 1-8.