

Pembuatan Surfaktan untuk Proses Pencucian Kain Majun yang Mengandung Limbah B3

Yosua Ferdy Setiawan Putra¹, Oktavia Rudiyantri², dan Abas Sato³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Kimia, FTI, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arief Rahman Hakim No. 100, Sukolilo, KotaSBY, JawaTimur 60117

*E-mail: yosuaferdysetiawanputra@gmail.com

Abstrak

Surfaktan adalah senyawa aktif penurun tegangan permukaan yang mempunyai kemampuan untuk menggabungkan fase yang memiliki derajat polaritas yang berbeda seperti minyak dan air. Penelitian ini bertujuan untuk membuat surfaktan polyoxyethylenomonodiglisericid (POE-MDG) dari minyak goreng sehingga dapat digunakan untuk pencucian limbah kain majun yang mengandung limbah B3. Pembuatan surfaktan POE-MDG menggunakan proses gliserolisis dengan mereaksikan minyak goreng, gliserol, dan n-butanol. Berat katalis MgO yang ditambahkan pada proses gliserolisis yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 gram dengan lama pengadukan yaitu 2, 4, 6 jam. MDG dilanjutkan proses etoksilasi dengan cara direaksikan menggunakan polietilen glikol. Berat katalis NaOH yang ditambahkan pada proses etoksilasi yaitu 1,0; 1,4; 1,8; 2,2; 2,6 gram dengan lama pengadukan yaitu 1, 2, 3 jam. Sampel kemudian dianalisis bilangan asam lemak bebas dan yield surfaktan POE-MDG. Hasil terbaik proses gliserolisis yaitu asam lemak bebas 0,3807% dan yield MDG 70,0714%. Hasil terbaik proses etoksilasi yaitu asam lemak bebas 1,8048% dan yield surfaktan POE-MDG 98,4053%. Surfaktan POE-MDG dan proses bleaching sangat berpengaruh mengurangi kadar logam berat dalam proses pencucian limbah kain majun yang mengandung B3 seperti timbale (Pb), tembaga (Cu), seng (Zn), Besi (Fe), dan Timah (Sn).

Kata kunci: surfaktan, gliserolisis, etoksilasi, limbah kain majun

1. PENDAHULUAN

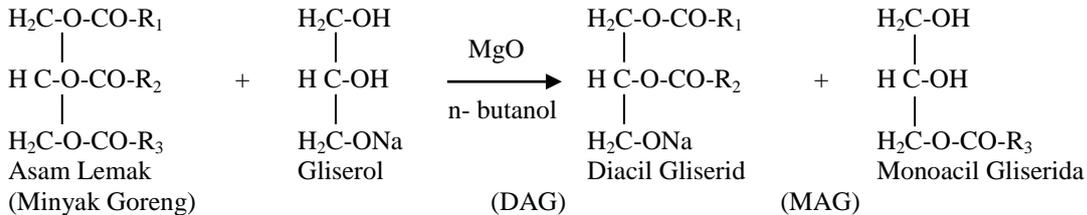
Kain majun merupakan kain olahan dari limbah industri garmen yang dimanfaatkan kembali sebagai alat pembantu kegiatan perawatan dan pemeliharaan mesin dalam suatu industri. Kain majun yang telah digunakan akan mengalami kontaminasi dari oli bekas dan pengotor lain yang melekat pada mesin, selanjutnya kain majun ini akan menjadi limbah yang umum dikenal dengan limbah kain majun. Berdasarkan Peraturan Pemerintah no 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 menjelaskan bahwa limbah kain majun merupakan limbah B3 dari sumber non spesifik dengan kode B110D. Limbah kain majun ini dapat diolah dengan cara menghilangkan kontaminan pada kain majun. Salah satu metodenya adalah penggunaan surfaktan sebagai bahan pembasah dan pelarut minyak yang menempel pada limbah kain majun.

Surfaktan merupakan senyawa aktif penurun tegangan permukaan yang mempunyai kemampuan untuk menggabungkan fase yang memiliki derajat polaritas yang berbeda seperti minyak dan air. Salah satu keunggulan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia ialah minyak sawit. Minyak sawit dapat menjadi peluang terbesar bagi Indonesia untuk dimanfaatkan berbagai macam seperti produk konvensional, bahan bakar, dan lain-lain. Pada umumnya surfaktan diproduksi dari minyak bumi, sedangkan kebutuhan minyak bumi semakin meningkat, dan harganya pun mahal dan relatif naik, sehingga diganti menggunakan minyak goreng karena harganya yang lebih murah, namun memiliki kualitas di bawah standart (Khan dan Shah, 2008).

Surfaktan merupakan zat yang bersifat mudah terurai (*biodegradable*), dan ramah lingkungan serta dapat disintesis dari minyak sawit adalah *polyoxyethylene mono-diglisericid* (POE-MDG). Surfaktan *polyoxyethylene mono-diglisericid* dibuat melalui proses gliserolisis yang dilanjutkan dengan proses etoksilasi (Fatarina dan Pramudono, 2009).

Gliserolisis adalah reaksi antara gliserol dengan minyak atau lemak untuk menghasilkan mono dan *diacyl glycerol* (MAG dan DAG). Gliserol adalah sebuah komponen utama dari semua lemak dan minyak dalam bentuk ester. Asam lemak adalah asam organik yang terdapat sebagai ester triglisericida atau lemak baik yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Triglisericida ialah ester dari asam lemak dan gliserol. Ester adalah senyawa kimia turunan asam dimana gugus hidroksi (OH) digantikan gugus alkoksi (OR). Reaksi

gliserolisis berlangsung dengan cepat jika menggunakan katalis asam, basa atau enzim. Katalis basa biasanya berlangsung lebih cepat bila dibandingkan dengan katalis asam, tetapi kelemahannya yaitu memerlukan suhu reaksi yang cukup tinggi, produk akhirnya menghasilkan sabun, berwarna gelap serta terbentuk bau yang tidak diinginkan. Fungsi katalis selain untuk mempersingkat waktu reaksi juga untuk mengarahkan gugus OH ke arah pembentukan MAG dan DAG. Pada dasarnya reaksi gliserolisis dari lemak/minyak terdiri dari tiga tahap yaitu reaksi gliserolisis dengan metil ester, gliserolisis parsial dengan metil ester diikuti oleh gliserolisis terhadap lemak/minyak dan gliserolisis metil ester dengan trigliserid (Fatarina dan Pramudono, 2009).



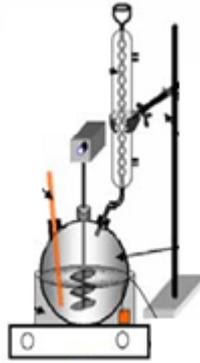
Proses reaksi gliserolisis dengan katalis MgO ini dilakukan untuk meningkatkan kelarutan minyak dalam gliserol. Katalis MgO mudah dipisahkan dari produk hasil reaksi karena berbentuk padat dan mudah mengendap, pemisahan katalis MgO dilakukan dengan cara dekantasi. Pada penelitian ini pelarut yang dapat meningkatkan kelarutan minyak dalam alkohol adalah senyawa alkohol alifatis. Senyawa alkohol alifatis yang dipilih adalah senyawa alkohol alifatis rantai panjang yang memiliki titik didih cukup tinggi (di atas 100°C) yaitu n-butanol. N-Butanol merupakan alkohol primer dengan 4 atom karbon. N-butanol sering digunakan sebagai pelarut pada berbagai jenis proses kimia maupun proses tekstil. Pelarut ini mempunyai titik didih 117,73°C, sehingga reaksi gliserolisis bisa dilakukan pada suhu yang lebih rendah, untuk menghindari terbentuknya warna coklat dan bau tidak sedap akibat terbakarnya bahan dan produk (Sadi, 1993).

Etoksilasi adalah reaksi kimia antara *ethylene oxide* dan asam lemak dimana hasil reaksinya lebih larut dalam air. Bahan-bahan kimia yang dapat mengalami etoksilasi antara lain: alkohol, asam lemak amina, dan zat asam karbol. Etoksilasi secara komersial adalah reaksi antara *ethylene oxide* (EO) dan asam lemak dengan menggunakan katalis alkali pada temperatur di atas 100°C. Reaksi etoksilasi terjadi dua tahap. Tahap pertama reaksi berlangsung lambat, dimana sebagian besar hasilnya adalah *ethylene glycol monoester*, kemudian dilanjutkan tahap kedua yaitu reaksi antara 1 mol EO dengan asam lemak. Penambahan EO akan meningkatkan kecepatan adisi untuk pembentukan *polyethylene glycol ester*. Hasil *polyoxyethylen ester* dari asam lemak tinggi berbentuk padat pada suhu kamar, sedangkan apabila dipakai asam lemak rendah akan berbentuk cair dan akan menjadi padat apabila jumlah rantai *oxyethylen* dinaikkan. Proses etoksilasi gliserol mono oleat dengan menggunakan katalis KOH/NaOH (Fatarina dan Pramudono, 2009).

Surfaktan POE-MDG merupakan surfaktan nonionik karena tidak mengandung ion. Gugus nonionik surfaktan antara lain ester, eter, amina, alkil ester, alkanol amina, dan alkil poli glikosida. Etoksilasi surfaktan nonionik diproduksi dengan mereaksikan etilen oksida dengan molekul organik yang mengandung hidrogen aktif seperti *fatty alcohol*, alkilfenol, atau asam lemak. Reaksi yang terjadi biasanya dalam fase cair dengan suhu operasi 150-180°C, dengan bantuan katalis alkalin yaitu KOH atau NaOH dengan tujuan untuk membuat asam lemak bersifat larut dalam air (Sadi, 1993).

Poliethilen glikol (PEG) dikenal juga dengan nama poliethilen oksida atau polioksi etilen (POE) merupakan jenis polieter komersial, merupakan polimer dari etilen oksida. NaOH sebagai katalis alkalin. Pada proses ini terjadi reaksi polimerisasi dimana molekul minyak yang lebih kecil bergabung membentuk molekul yang lebih besar yaitu dari minyak menjadi surfaktan POE-MDG. Reaksi Etoksilasi dapat dilihat dari reaksi berikut (Fatarina dan Pramudono, 2009)

2. METODOLOGI



Gambar 1. Rangkaian Alat Percobaan

2.1 Proses Gliserolisis

1. Mereaksikan sebanyak 25 ml minyak goreng; 87,5 ml; gliserol; 67,5 ml solven n-butanol dalam labu leher tiga.
2. Pemanasan dilakukan hingga suhu 70°C, dengan kecepatan pengadukan 400 rpm.
3. Setelah suhu operasi tercapai, selanjutnya menambahkan katalis MgO dengan berat dan waktu reaksi sesuai dengan variabel.
4. Setelah proses gliserolisis selesai, selanjutnya mendinginkan selama 24 jam dengan tujuan agar katalis dapat mengendap sempurna.
5. Pemisahan katalis dari hasil gliserolisis dilakukan dengan cara dekantasi, sedangkan memisahkan sisa solven dengan cara distilasi.
6. Menimbang berat mono digliserida (MDG) yang dihasilkan, menghitung % berat *yield*, dan uji FFA

2.2 Proses Etoksilasi

1. Mereaksikan *mono-digliserid* hasil gliserolisis (pada kondisi optimum) dengan PEG 400 sesuai dengan variabel.
2. Menggunakan katalis NaOH sebanyak 4% dari total volume bahan yang masuk, kecepatan pengadukan 400 rpm, pada suhu 160°C dan lama waktu pengadukan sesuai dengan variabel.
3. Menimbang berat surfaktan *polyoxyethylene monodigliserid* (POE-MDG) yang dihasilkan, menghitung % berat *yield*, dan uji FFA.

2.3 Proses Bleaching

1. Merendam kain majun dalam air, melakukan uji logam berat pada air hasil rendaman, untuk mengetahui kandungan logam berat sebelum dicuci surfaktan.
2. Mencampurkan NaOH dan H₂O₂ dengan perbandingan terbaik
3. Setelah itu, memasukkan limbah kain majun ke dalam bak dan melakukan perendaman selama 8 jam.
4. Merendam limbah kain majun kedalam larutan CH₃COOH selama 5 menit untuk dinetralkan.
5. Selanjutnya limbah kain majun direndam menggunakan larutan surfaktan *polyoxyethylene monodigliserid* (POE-MDG), melakukan uji kandungan logam berat (Pb, Cu, Zn, Sn, dan Fe) pada air rendaman sebelum dan sesudah pencucian limbah kain majun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Penambahan Berat Katalis MgO dan Waktu Pengadukan Terhadap Kandungan Asam Lemak Bebas (FFA) pada Proses Gliserolisis

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas pada monodigliserida setelah ditambahkan katalis MgO sebanyak 0,5 gram dengan waktu pengadukan 2 jam, kandungan asam lemak bebas pada monodigliserida ialah 0,0987 %, hal ini mengalami penurunan dari kandungan asam lemak bebas pada minyak goreng yaitu 2,65 % dan pada waktu pengadukan yang sama dengan berat katalis MgO 1 gr, kandungan asam lemak bebas menjadi 0,1339 % atau mengalami peningkatan kandungan asam lemak bebas 0,0352 %. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan berat katalis MgO pada monodigliserida menyebabkan terjadi peningkatan pada kandungan asam lemak bebas. Peningkatan asam lemak bebas disebabkan oleh adanya air yang membantu proses hidrolisa, lama waktu proses gliserolisis bereaksi.

3.2 Pengaruh Perbandingan MDG : PEG (v/v) dan Waktu Pengadukan Terhadap Kandungan Asam

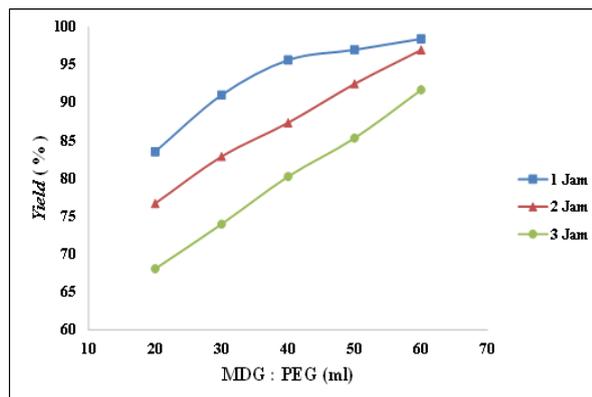
Lemak Bebas (FFA) pada Proses Etoksilasi

Dari hasil analisa asam lemak bebas surfaktan *polyoxyethylene monodiglisericid* (POE-MDG) dengan lama waktu reaksi etoksilasi 1 jam, dengan perbandingan MDG : PEG = 4 : 1 atau MDG 20 ml dan PEG 5 ml, didapatkan nilai asam lemak bebas 1,0575 %. Pada saat perbandingan MDG : PEG ditambah menjadi 6 : 1 yaitu 30 ml MDG dan 5 ml PEG, nilai asam lemak bebas mengalami penurunan menjadi 0,9729 %, maka mengalami penurunan kandungan asam lemak bebas sebesar 0,0846 % dan pada penambahan monodiglisericida yang sama sebanyak 30 ml dengan waktu pengadukan 2 jam pada surfaktan *polyoxyethylene monodiglisericid*, didapatkan hasil analisa kandungan asam lemak bebas yang semakin tinggi yaitu sebesar 1,1844 %. Pada penelitian ini terlihat bahwa waktu pengadukan dapat mempengaruhi penurunan kandungan asam lemak bebas pada surfaktan, karena semakin lama waktu pengadukan dapat menyebabkan campuran minyak dan ekstrak dapat lebih homogen maka pada percobaan ini didapatkan semakin lama waktu reaksi, maka semakin tinggi pula kandungan asam lemak bebas. Hasil yang terbaik adalah pada waktu pengadukan 3 jam dengan berat katalis NaOH 1 gram, perbandingan MDG : PEG = 4 : 1, yaitu 20 ml monodiglisericida dan 5 ml *Poly Ethyl Glycol* (PEG) memiliki kandungan asam lemak tertinggi yaitu 1,80475 %. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas yang cenderung menurun pada proses etoksilasi ialah karena dimana semakin besar perbandingan MDG : PEG maka semakin kecil pula kandungan asam lemak bebasnya, ini dikarenakan semakin banyak MDG yang diberikan dalam reaksi, maka semakin kecil pula kandungan asam lemak bebasnya.

3.3 Pengaruh Penambahan Berat Katalis MgO dan Waktu Pengadukan Terhadap Yield Monodiglisericida (MDG) yang Dihasilkan

Yield monodiglisericida terbaik, dimana semakin singkat waktu pengadukannya maka semakin besar % *yield* monodiglisericida, maka bahan dasar untuk pembentukan surfaktan juga semakin banyak, sehingga monodiglisericida mengalami peningkatan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa % *yield* pada monodiglisericida pada saat ditambahkan katalis MgO sebanyak 0,5 gram dengan waktu pengadukan 2 jam, *yield* pada monodiglisericida ialah 70,0714 %, pada waktu pengadukan yang sama dengan berat katalis MgO 1 gr, % berat *yield* menjadi 69,9696 % atau mengalami penurunan berat *yield* sebesar 0,1018 %. Penurunan *yield* pada monodiglisericida disebabkan oleh lamanya waktu reaksi dan pengadukan pada proses gliserolisis. Pada penelitian ini *yield* monodiglisericida yang terbaik ialah 70,0714 % pada proses gliserolisis selama 2 jam, dengan berat katalis MgO 0,5 gram.

3.4 Pengaruh Perbandingan MDG : PEG (v/v) dan Waktu Pengadukan Terhadap Yield Surfaktan POE-MDG yang Dihasilkan



Gambar 2. Hubungan Antara Perbandingan MDG : PEG (v/v) Dengan % *Yield* Surfaktan POE-MDG Pada Berbagai Variasi Waktu Pengadukan

Yield monodiglisericida terbaik dimana bila semakin besar mono diglisericida (MDG) maka semakin besar *yield* surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG), maka surfaktan untuk pencucian limbah kain majun yang mengandung limbah B3 juga semakin banyak, sehingga surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG) mengalami peningkatan. Pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa % *yield* surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG) pada saat ditambahkan katalis NaOH sebanyak 1 gram (4% dari total bahan yang masuk) dengan waktu proses etoksilasi selama 1 jam, dan perbandingan

MDG : PEG = 4 : 1 yaitu 20 ml MDG dan 5 ml PEG, berat *yield* (%) yang dihasilkan pada surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG) ialah 83,5153 %, pada waktu pengadukan yang sama dengan berat katalis NaOH 1,4 gr, dan perbandingan MDG : PEG = 6 : 1 yaitu 30 ml MDG dan 5 ml PEG, *yield* surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* menjadi 90,9945 % atau mengalami peningkatan *yield* sebesar 7,4792 %. Pada **Gambar 2** terlihat bahwa semakin banyak monodiglisericida (MDG) dan semakin banyak penambahan berat katalis NaOH pada surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG) menyebabkan terjadi peningkatan pada *yield* (%). Peningkatan *yield* (%) pada surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* (POE-MDG) disebabkan oleh lamanya waktu reaksi, pengadukan pada proses etoksilasi, dan banyaknya bahan yang bereaksi. Pada penelitian ini *yield* surfaktan *polyoxyethylen monodiglisericid* yang terbaik ialah 98,4053 % pada proses etoksilasi selama 1 jam, dengan berat katalis NaOH 2,6 gram.

3.5 Analisa Kandungan Logam Berat (Fe, Cu, Zn, Pb, Sn) pada Limbah Kain Majun Sebelum dan Sesudah Pencucian Menggunakan Surfaktan POE-MDG

Tabel 1. Hasil Analisa Logam Berat

No	Jenis Sample	Analisa Pb (mg/L)	Analisa Cu (mg/L)	Analisa Zn (mg/L)	Analisa Sn (mg/L)	Analisa Fe (mg/L)
1.	Sebelum dicuci	0,551	0,311	1,599	-	6,707
2.	Sesudah dicuci	< 0,0764	< 0,0223	< 0,0233	0,003	0,068

Hasil analisa logam berat dari proses *bleaching* dan pencucian limbah kain majun menggunakan surfaktan POE-MDG pada sampel sebelum dan dicuci terlihat bahwa kandungan logam Pb, Cu, Zn, dan Fe mengalami penurunan kandungan logam yang cukup banyak. Timbal (Pb) sebelumnya 0,551 mg/L setelah dilakukan pencucian kadar timbal menjadi < 0,0764 mg/L, maka mengalami penurunan kurang lebih sebanyak 0,4746 mg/L menjadi 13,865% dari sebelumnya. Pada kadar tembaga (Cu) juga mengalami penurunan kadarnya menjadi 7,17% yaitu sebanyak 0,2887 mg/L. Seng (Zn) mengalami penurunan sebanyak 1,5757 mg/L yaitu sekitar 1,45 %, dan Besi (Fe) juga mengalami penurunan 6,639 mg/L sekitar 1,013% dari sebelumnya. Berbeda pada kandungan timah (Sn) awal yang tidak terdeteksi setelah dicuci menggunakan surfaktan POE-MDG menjadi 0,003 mg/L, hal tersebut dikarenakan kemungkinan adanya kandungan timah pada bahan proses pencucian kain majun.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh pencucian kain majun menggunakan surfaktan POE-MDG dan proses *bleaching* dapat mengurangi beberapa kandungan logam berat seperti Pb, Cu, Zn, dan Fe yang ada pada kain majun yang mengandung limbah B3. Surfaktan POE-MDG bersifat baik dan cukup efektif dalam melakukan pemisahan logam berat dari kain majun yang mengandung limbah B3.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan surfaktan untuk proses pencucian kain majun yang mengandung limbah B3 dapat disimpulkan bahwa :

1. Semakin berat katalis MgO maka semakin tinggi kandungan asam lemak bebas (FFA), dan semakin turun *yield* monodiglisericida (MDG), hasil terbaik MDG ialah *yield* 70,0714%, dan FFA 0,3807%.
2. Semakin tinggi perbandingan MDG : PEG maka semakin turun kandungan FFA, dan semakin tinggi *yield* surfaktan *polyoxyethylene monodiglisericid* (POE-MDG), hasil terbaik surfaktan POE-MDG ialah *yield* 98,4053%, dan FFA 1,8047%.
3. Pencucian kain majun yang mengandung limbah B3 dengan surfaktan POE-MDG dan proses *bleaching* cukup efektif dalam melakukan pemisahan logam berat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2013. *Jumlah Industri Pengolahan Besar dan Sedang Jawa dan Luar Jawa*. [Online] Tersedia di: <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1053>. Diakses tanggal 13 Agustus 2016.
- Khan, A. M. dan Shah, S. S. W. 2008. *Determination of Critical Micelle Concentration (CMC) of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) and the Effect of Low Concentration of Pyrene on its Cmc Using Origin Software*. *J. Chem. Soc.Pak*, 30(2), 186-191.

- Fatarina, E. P. & Pramudono, B. 2009 *Pembuatan Surfaktan Polyoxyethylene dari Minyak Sawit: Pengaruh Rasio Mono-Digliserida Dan Polyethylen Glykol*. Balai Besar Tekstil. Volume 32, No 1, 41-50
- Sadi, Serio. 1993. *Penggunaan Minyak Sawit dan Inti Sawit Sebagai Bahan Baku Surfaktan*, Berita PPKS, 1 (1) : 57-63
- Kuntari. 2006. *Optimalisasi Proses Desizing, Scouring, Bleaching dan Caustisizing Secara Simultan, Sistem Pad-Batch Pada Kain Rayon Viskosa*, Balai Besar Pulp dan Kertas, DEPERIN: Bandung.
- Sadi, S. 1993. *Penggunaan Minyak sawit dan Inti Sawit Sebagai Bahan Baku Surfaktan*. *Berita PPKS*. 1(1): 57-63.