

SAPONIFIKASI ASAM LEMAK DARI LUMPUR MINYAK KELAPA SAWIT (*SLUDGE OIL*) MENGGUNAKAN BASA ABU SABUT KELAPA

Alvin Salendra^{1*}, Andi Hairil Alimuddin¹, Winda Rahmalia¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*e-mail: alvinsalendra.sambas@gmail.com

ABSTRAK

Sludge oil merupakan limbah hasil pemerasan minyak kelapa sawit yang mengandung kadar asam lemak bebas tinggi sehingga dapat disaponifikasi menjadi sabun. Saponifikasi yang dilakukan dengan menggunakan abu sabut kelapa sebagai sumber basa ini bertujuan untuk menentukan rasio *sludge oil*-filtrat abu dan waktu pengadukan optimum berdasarkan karakteristik sabun yang dihasilkan. Abu dipreparasi melalui pemanasan, penyaringan dan kalsinasi. Hasil analisis XRF dan uji alkalinitas menunjukkan bahwa komposisi utama dari abu sabut kelapa adalah kalium karbonat. Abu diekstraksi dalam akuades (7:10 w/v) dengan pengadukan selama 4 jam pada temperatur ruang. Filtrat yang diperoleh digunakan sebagai larutan basa pada reaksi saponifikasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa saponifikasi berlangsung optimum pada rasio 1:3 (w/v) dengan waktu pengadukan selama 60 menit dengan konversi saponifikasi sebesar 99,41%. Sabun yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sesuai dengan syarat mutu dan dapat digunakan sebagai sabun cuci.

Kata kunci: abu sabut kelapa, sabun, saponifikasi, *sludge oil*

PENDAHULUAN

Lumpur minyak kelapa sawit (*sludge oil*) merupakan limbah buangan yang dihasilkan selama proses pemerasan minyak kasar kelapa sawit. Sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia, Indonesia pada tahun 2015 mampu memproduksi 31,3 juta ton CPO (*Crude Palm Oil*) (Ditjenbun, 2015a) dengan proyeksi *sludge oil* yang dihasilkan mencapai 5,7 juta ton (Ditjen PPHP, 2006). Akan tetapi, hingga saat ini *sludge oil* belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Di beberapa areal perkebunan, *sludge oil* hanya digunakan sebagai pakan tambahan ternak, penimbun jurang dan selebihnya dibiarkan begitu saja sehingga dapat mencemari lingkungan. Padahal jika dikaji secara teoritis, *sludge oil* mengandung asam lemak bebas dengan kadar tinggi yang diantaranya berupa asam palmitat, asam oleat, asam stearat, asam laurat dan asam miristat (Usman *et al.*, 2009).

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas pada *sludge oil* dapat diproses lebih lanjut menjadi alkil ester yang merupakan senyawa utama dari biodiesel melalui reaksi esterifikasi (Usman *et al.*, 2009; Yono *et al.*, 2015; Yustira *et al.*, 2015; Astar *et al.*, 2015). Namun demikian, mahalanya biaya bahan baku tambahan serta perlunya investasi teknologi yang tinggi mengakibatkan komersialisasi produksi biodiesel menjadi sulit untuk diimplementasikan. Salah satu alternatif pemanfaatan asam lemak pada *sludge oil* adalah sebagai bahan baku pada pembuatan sabun.

Sabun merupakan sediaan pembersih yang umum dibuat menggunakan minyak atau lemak komersial seperti minyak kelapa sawit (*palm oil*). Beberapa penelitian penggunaan variasi sumber asam lemak lain pada pembuatan sabun sudah pernah dilakukan diantaranya yaitu limbah lemak industri kulit (Perwitasari, 2011), minyak jarak (Paramita *et al.*, 2014), minyak jelantah (Naomi *et al.*, 2013) dan minyak biji kakao (Saleh *et al.*, 2016). Sementara itu, referensi tentang pemanfaatan asam lemak yang berasal dari *sludge oil* sebagai bahan baku pembuatan sabun masih terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Pada proses pembuatan sabun atau yang dikenal sebagai reaksi penyabunan (saponifikasi) diperlukan basa mineral untuk menghidrolisis senyawa ester ataupun asam lemak yang umumnya menggunakan NaOH atau KOH. Akan tetapi penggunaan bahan kimia sintetik

tersebut menjadi tidak ramah terhadap kesehatan dan lingkungan karena bersifat kaustik. Alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan sumber basa dari alkali yang terkandung pada abu limbah pertanian dimana salah satunya yaitu sabut kelapa.

Total produksi kelapa di Indonesia yang mencapai 3,6 juta ton pada tahun 2014 menghasilkan 35% bagian limbah sabut kelapa yang hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal (Sulistyanto, 2006; Ditjenbun, 2015b). Adanya kandungan kalium yang tinggi sebagaimana yang dilaporkan Husin *et al.* (2011) menjadikan sabut kelapa yang diabukan dapat digunakan sebagai sumber basa yang murah dan ramah lingkungan. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa keberadaan alkali terutama kalium pada beberapa jenis abu seperti kulit buah pisang, kulit buah kapuk dan tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai sumber basa pada proses pembuatan sabun (Onyegbado *et al.*, 2002; Ningrum dan Kusuma, 2013; Akunna *et al.*, 2013).

Terdapat faktor-faktor yang diketahui mempengaruhi reaksi saponifikasi. Levenspiel (1972) dalam Perdana dan Hakim (2009) menyebutkan beberapa diantaranya yaitu rasio reaktan dan waktu pengadukan. Penggunaan rasio reaktan yang tidak tepat akan menghasilkan sabun yang tidak sesuai tetapan standar yang mana hal ini dapat diketahui dari nilai asam lemak atau alkali bebas sabun. Sementara itu, waktu pengadukan yang dilakukan juga akan mempengaruhi kesempurnaan proses saponifikasi yang berlangsung. Oleh karena itu, pada penelitian ini kedua parameter tersebut menjadi variabel bebas yang dianalisis pengaruhnya terhadap proses saponifikasi serta karakteristik dari sabun yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan gelas standar (Pyrex), hot plate magnetic stirrer (Rexim RSH-1DR), oven (Mettler), pH meter (Hanna Instruments), XRF (Panalytical Epsilon3), neraca analitik (Ohaus) dan tanur (Heraeus).

Adapun bahan-bahan yang digunakan yaitu *sludge oil*, abu sabut kelapa, akuades (H_2O), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), etanol 96%, kalium hidroksida (KOH), indikator metil jingga dan fenolftalein serta paraffin yang disuplai dari Merck.

Prosedur Kerja

Preparasi *sludge oil*

Sludge oil yang diambil dari bagian atas kolam pembuangan pertama dipreparasi dengan cara dicairkan dan dibersihkan dari pengotor melalui penyaringan menggunakan kertas saring. Selanjutnya ditentukan kadar air yang terdandung secara gravimetri serta bilangan asam dan kadar asam lemak bebas dengan menambahkan 10 mL etanol ke dalam erlenmeyer yang berisi 1,00 g sampel *sludge oil*, lalu kemudian dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk. Setelah didinginkan kemudian dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein sampai titik ekuivalen (Wirasito *et al.*, 2014).

Preparasi abu sabut kelapa

Preparasi abu mengacu kepada metode penelitian yang dilakukan oleh Husin *et al.* (2011) dan Faisal *et al.* (2015). Sabut kelapa diabukan dengan cara dibakar secara langsung ditempat terbuka. Abu yang diperoleh kemudian dioven pada temperatur $110^{\circ}C$ selama 2 jam untuk mengurangi kandungan air, lalu disaring dengan ayakan 100 mesh. Selanjutnya abu dikalsinasi menggunakan tanur pada temperatur $400^{\circ}C$ selama 2 jam. Analisis kadar logam yang terkandung dalam abu dilakukan dengan menggunakan instrumen XRF.

Pembuatan filtrat abu

Persiapan filtrat abu dilakukan dengan cara melarutkan 70 g abu yang telah dikalsinasi ke dalam 100 mL akuades (perbandingan 7:10 w/v) dan diaduk selama 4 jam dengan kecepatan 500 rpm. Campuran kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan residu. Filtrat ditampung dan diukur nilai pH untuk menentukan derajat keasaman. Kadar logam yang terlarut dalam filtrat abu dianalisis dengan instrumen XRF, sedangkan uji alkalinitas

dianalisis secara titrimetri menggunakan larutan standar HCl 0,1 M serta indikator fenolftalein dan metil jingga secara bergantian.

Pembuatan sabun

Pembuatan sabun dilakukan melalui reaksi saponifikasi dengan modifikasi metode yang dilakukan Perdana dan Hakim (2009) serta Ningrum dan Kusuma (2013). *Sludge oil* dipanaskan pada suhu 50°C hingga mencair, kemudian direaksikan dengan filtrat abu sabut kelapa dengan variasi rasio *sludge oil*-filtrat abu yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5 (w/v) selama 60 menit pada suhu 50°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm.

Penentuan rasio optimum dilakukan dengan menentukan persentase konversi saponifikasi *sludge oil* oleh basa abu sabut kelapa. Rasio *sludge oil*-filtrat abu terpilih kemudian digunakan untuk menentukan waktu pengadukan optimum yang dilakukan dengan variasi 15, 30, 60, 90 dan 120 menit.

Konversi produk sabun yang terbentuk diketahui dengan menentukan kandungan asam lemak bebas (ALB) *sludge oil* sebelum dan setelah saponifikasi. Rumusnya mengikuti persamaan berikut (Usman *et al.*, 2009).

$$\text{Konversi} = \frac{(\% \text{ ALB awal} - \% \text{ ALB akhir})}{\% \text{ ALB awal}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Analisis karakteristik sabun

Produk sabun dengan hasil optimum dikarakterisasi sifat fisik dan kimia yang meliputi pH, kadar air, jumlah asam lemak, alkali bebas, asam lemak bebas dan minyak mineral. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan tetapan standar sabun cuci (SNI 06-2048-1990) dan sabun mandi (SNI 06-3532-1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Kalium Abu Sabut Kelapa

Proses ekstraksi kalium yang terkandung pada sabut kelapa diawali dengan pembakaran sabut kelapa hingga menghasilkan residu berupa abu. Pembakaran dilakukan pada sabut kelapa yang sudah dikeringkan melalui penjemuran dengan panas matahari karena kandungan kadar air yang tinggi dapat menghambat proses pembakaran. Darmadji (2002) menjelaskan saat pembakaran terjadi peristiwa dekomposisi atau penguraian senyawa penyusun utama dari biomassa, dimana penghilangan air terjadi pada suhu 120-150°C, dekomposisi hemiselulosa pada suhu 200-250°C, selulosa pada suhu 280-320°C dan lignin pada suhu 400°C.

Hasil pembakaran sabut kelapa yang dilakukan secara langsung di tempat terbuka menghasilkan abu kasar sebanyak 2,13% dari berat basah (kadar air 14,59%). Kadar air yang cukup tinggi disebabkan struktur sabut kelapa yang berongga sehingga mudah menyerap air dan pengeringan yang dilakukan belum maksimal. Abu hasil pembakaran kemudian disaring menggunakan ayakan untuk menghomogenkan ukuran dan memisahkan abu dengan pengotor. Pengeringan yang dilakukan selanjutnya dengan menggunakan oven pada suhu 105°C selama satu jam bertujuan untuk mengurangi sisa air yang terkandung.

Abu dari proses pengayakan kemudian dikalsinasi untuk menghilangkan sisa bahan organik yang terkandung agar proporsi kalium pada abu meningkat (Imaduddin *et al.*, 2008). Nurhaeni *et al.* (2016) menjelaskan bahwa pada proses kalsinasi, keberadaan fraksi volatil dan kandungan bahan organik seperti karbon akan mengalami dekomposisi sejalan dengan peningkatan suhu yang diberikan. Hasil kalsinasi yang dilakukan pada suhu 400°C selama 2 jam menghasilkan rendemen abu sebesar 85,74% yang menunjukkan bahwa sebagian material pengotor pada abu telah terdekomposisi. Keberadaan karbon yang terdekomposisi dapat dilihat dari perubahan warna fisik abu yang awalnya kehitaman karena masih terdapat pengotor organik kemudian menjadi lebih putih keabuan setelah dilakukan kalsinasi.

Komposisi kandungan logam pada abu selanjutnya diketahui melalui analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*). Analisis XRF didasarkan pada terjadinya tumbukan atom-atom pada permukaan sampel (bahan) dengan sinar X fluoresensi. Spektum yang terukur merupakan spektrum yang khas terhadap unsur tertentu dimana semua unsur pada bubuk sampel yang memiliki sifat aktif

terhadap XRF akan menghasilkan puncak pada pola spektra yang khas (Karyasa, 2013). Hasil analisis XRF terhadap abu sabut kelapa tanpa dan dengan kalsinasi disajikan dalam Tabel 1.

Berdasarkan data yang terukur, unsur terbanyak yang terkandung pada abu sabut kelapa yaitu logam kalium. Sementara itu abu hasil kalsinasi menunjukkan komposisi kandungan yang serupa namun dengan persentase yang sedikit berbeda. Nilai yang diperoleh memperlihatkan bahwa secara umum kalsinasi tidak berpengaruh terhadap kenaikan jumlah kandungan logam pada abu. Sedikit peningkatan yang terjadi dikarenakan beberapa unsur lainnya mengalami penurunan intensitas akibat proses kalsinasi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia yang berbeda dari setiap unsur sehingga memiliki kestabilan yang berbeda saat dipanaskan pada temperatur tinggi.

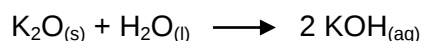
Tabel 1. Analisis XRF Abu Sabut Kelapa

Parameter	Jumlah (%)		
	Abu tanpa kalsinasi	Abu dengan kalsinasi	Filtrat abu
K	33,48	33,26	68,72 %
Si	25,65	28,08	1,54 %
Ca	13,01	12,15	-
Mg	8,68	8,18	2,37 %
Fe	1,03	1,05	0,02 %

Kandungan kalium yang terdapat pada abu selanjutnya diekstraksi untuk dapat digunakan sebagai sumber basa pada pembuatan sabun. Ekstraksi dilakukan dengan akuades dengan perbandingan 7:10 (w/v) dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Pengadukan bertujuan agar molekul lebih cepat bertumbukan sehingga waktu ekstraksi akan berlangsung lebih singkat. Campuran yang diperoleh kemudian disaring sehingga diperoleh filtrat abu yang jernih. Hasil uji kebasahan menunjukkan bahwa filtrat abu hasil ekstraksi mempunyai pH 13,29.

Jika dibandingkan dengan abu hasil kalsinasi, konsentrasi logam kalium setelah pelarutan mengalami peningkatan yang menunjukkan bahwa kalium dapat larut dengan baik dalam air dibandingkan dengan unsur lainnya. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Chang (2005) bahwa semua senyawa dari logam alkali (Golongan 1) dapat larut dengan baik dalam air. Atkins et al. (2010) menjelaskan bahwa proses pelarutan senyawa ionik dipengaruhi oleh entalpi kisi. Entalpi kisi merupakan perubahan energi yang terjadi pada saat senyawa ionik terdekomposisi menjadi ion-ion gasnya. Pada senyawa logam alkali, muatan kation yang terkandung lebih kecil dibanding pada logam Golongan lainnya sehingga energi kisinya menjadi lebih kecil. Senyawa yang memiliki energi kisi kecil akan lebih mudah untuk larut karena memerlukan energi yang lebih sedikit untuk memutuskan ikatan antar ion.

Sementara itu, berdasarkan uji alkalinitas yang dilakukan secara titrimetri (Tabel 2), diketahui bahwa kandungan anion utama dari filtrat abu sabut kelapa adalah karbonat (CO_3^{2-}) dan hidroksida (OH^-) sehingga dapat dimungkinkan kalium berada dalam bentuk kalium karbonat dan kalium hidroksida. Hasil serupa diperoleh oleh Husin *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa kandungan utama dari abu sabut kelapa adalah kalium karbonat. Kalium karbonat merupakan garam yang dapat larut dalam air dan terhidrolisis menjadi larutan basa (Daintith, 2005). Keberadaan kalium hidroksida pada filtrat abu dikarenakan pada saat pembakaran material (sabut kelapa) di udara akan dihasilkan abu yang mengandung oksida dalam bentuk kalium oksida (K_2O) sehingga pada saat dilarutkan dalam air akan menghasilkan hidroksida sesuai persamaan reaksi berikut (Onyegbado *et al.*, 2002).



Tabel 2. Uji Alkalinitas Filtrat Abu Sabut Kelapa

Ion	Jumlah (mol/L)
CO_3^{2-}	0,51
OH^-	0,08

Karakterisasi *Sludge Oil*

Karakterisasi *sludge oil* dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia *sludge oil*. Sampel *sludge oil* yang digunakan secara fisik berwarna kuning kecoklatan dan berupa padatan serta memiliki bau yang kurang sedap. Yustira *et al.* (2015) menyebutkan bahwa hal ini dapat terjadi akibat proses oksidasi asam lemak bebas yang bereaksi dengan sejumlah oksigen sehingga mengalami perubahan warna dan menghasilkan bau tengik.

Sludge oil yang akan digunakan terlebih dahulu dibersihkan dari pengotor dengan cara menyaring *sludge oil* yang telah dicairkan melalui pemanasan. *Sludge oil* yang telah dibersihkan kemudian ditentukan kuantitas asam lemak yang terkandung. Hasil karakterisasi yang dilakukan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Karakterisasi *Sludge Oil*

Karakteristik	Hasil
Pengotor	0,02%
Kadar air	0,80%
Bilangan asam	167,33 mg KOH/g lemak
Kadar ALB	76,36%

Berdasarkan hasil penyaringan yang dilakukan, diketahui kuantitas pengotor yang terdapat pada *sludge oil* berada dalam jumlah relatif kecil yaitu 0,02%. Adanya campuran kotoran tersebut disebabkan oleh kondisi kolam pembuangan yang berada di tempat terbuka sehingga partikulat seperti tanah dan pasir dapat terikut pada *sludge oil*. Sementara itu, pengukuran kadar air yang dilakukan menunjukkan hasil sebesar 0,80%. Kadar air pada *sludge oil* perlu ditentukan karena akan mempengaruhi perbandingan bahan baku pada saat pembuatan sabun.

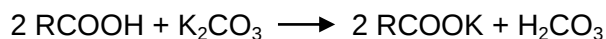
Kandungan senyawa pada *sludge oil* yang disaponifikasi menjadi sabun adalah keberadaan asam lemak (bilangan asam) sehingga kuantitasnya perlu ditentukan. Penentuan bilangan asam dilakukan secara titrimetri menggunakan larutan standar kalium hidroksida. Penggunaan pelarut etanol yang bersifat semipolar (konstanta dielektrik, $\epsilon_r = 25$ pada 293 K) dimaksudkan agar dapat melarutkan gugus polar dari gugus karboksilat sekaligus bagian nonpolar dari rantai hidrokarbon asam lemak. Hasil pengukuran menunjukkan bilangan asam dari *sludge oil* berjumlah 167,33 mg KOH/g lemak.

Selain itu, umumnya bilangan asam sering dinyatakan dalam kadar asam lemak bebas (ALB). Hasil pengukuran menunjukkan kadar ALB yang terkandung sebesar 76,36%. Sari *et al.* (2010) menyebutkan bahwa minyak atau lemak yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku sabun adalah minyak yang mempunyai kadar ALB tinggi. Oleh karena itu, hasil ini menunjukkan bahwa *sludge oil* dapat diproses lebih lanjut menjadi sabun melalui proses saponifikasi.

Saponifikasi *Sludge Oil* Menggunakan Abu Sabut Kelapa sebagai Sumber Basa

Pembuatan sabun dilakukan dengan mereaksikan filtrat abu hasil ekstraksi dan *sludge oil* yang disertai dengan pemanasan pada suhu 50°C menggunakan *hot plate* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* (500 rpm). Homogenisasi suhu dan kecepatan pengadukan dilakukan karena keduanya merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kinetika reaksi saponifikasi. Ningrum dan Kusuma (2013) menyebutkan bahwa pemanasan akan meningkatkan energi kinetik molekul sehingga pergerakan molekul menjadi lebih cepat. Kondisi ini memungkinkan terjadinya tumbukan sehingga reaksi akan berlangsung lebih singkat (laju reaksi meningkat). Sementara itu, dengan adanya pengadukan maka kemungkinan molekul reaktan untuk bertumbukan juga semakin besar sehingga reaksi akan berlangsung lebih cepat (Naomi *et al.*, 2013).

Penambahan filtrat abu dilakukan dengan perlahan agar saponifikasi terjadi secara merata di seluruh bagian reaktan. Mekanisme saponifikasi yang berlangsung sesuai dengan reaksi asam basa (netralisasi) sehingga membentuk garam karboksilat (sabun). Reaksi yang berlangsung pada saat asam lemak bebas dari *sludge oil* bereaksi dengan kalium karbonat dari abu sabut kelapa adalah sebagai berikut.



Sabun yang dihasilkan dari proses saponifikasi *sludge oil* dan abu sabut kelapa memiliki tekstur yang lunak. Hasil ini disebabkan oleh jenis alkali yang terikat pada gugus karboksilat merupakan logam kalium. Onyegbado *et al.* (2002) dan Naomi *et al.* (2013) menyebutkan bahwa penggunaan alkali kalium pada sabun akan menghasilkan sabun yang lebih lunak (*soft soap*) dibanding natrium yang menghasilkan sabun keras (*hard soap*).

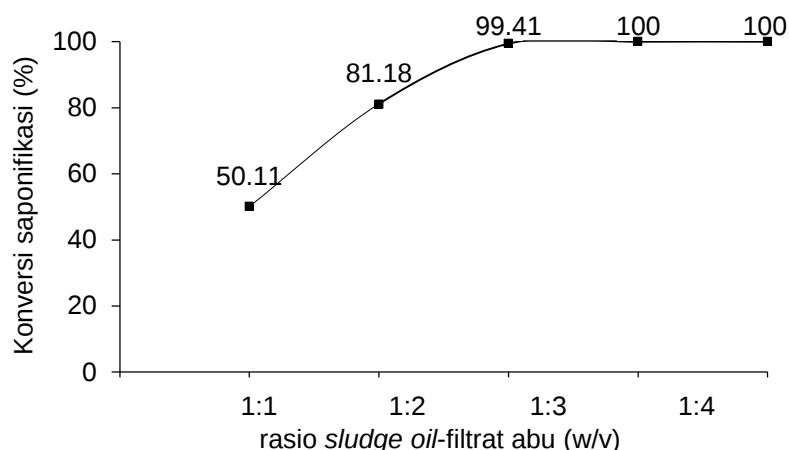
Perbedaan sifat ini dapat dijelaskan dengan perbandingan jari-jari kation kalium dan natrium yang berikatan dengan oksigen. Natrium dan kalium adalah asam Lewis keras (*hard Lewis acid*) yang dapat berikatan baik dengan oksigen yang merupakan basa Lewis keras (*hard Lewis base*). Namun, kalium yang memiliki jari-jari kation lebih besar menyebabkan ikatan yang terbentuk lebih lemah sehingga keberadaan ligan karboksilat akan dapat tertukar dengan adanya air (H_2O) sebagai pelarut (Atkins *et al.*, 2010). Kondisi ini menyebabkan sabun dari alkali kalium akan bersifat lebih lunak dibanding natrium.

Penentuan rasio optimum

Pereaksian *sludge oil* dengan filtrat abu sabut kelapa dilakukan dengan melakukan variasi rasio reaktan untuk melihat pengaruhnya terhadap konversi saponifikasi yang terjadi. Penentuan rasio optimum dilakukan dengan mengukur nilai asam lemak bebas yang terkandung sebelum dan sesudah dilakukan proses saponifikasi.

Sludge oil terlebih dahulu dicairkan dan kemudian direaksikan dengan filtrat abu masing-masing dengan variasi rasio 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 (w/v) selama 60 menit. Sabun yang dihasilkan selanjutnya diukur nilai asam lemak bebas atau alkali bebas yang terkandung secara titrimetri. Penambahan indikator fenolftalein berfungsi sebagai penunjuk keberadaan asam lemak bebas atau alkali bebas. Larutan yang berubah menjadi merah muda menunjukkan bahwa sabun mengandung alkali bebas, sedangkan jika tetap bening berarti sabun mengandung sejumlah asam lemak bebas.

Hasil saponifikasi seperti yang disajikan pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa dengan peningkatan volume filtrat abu akan meningkatkan persentase konversi saponifikasi *sludge oil*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kandungan asam lemak bebas dari *sludge oil* telah bereaksi dengan alkali pada filtrat abu sehingga membentuk garam karboksilat (sabun). Namun keberadaan jumlah filtrat abu yang berlebih yaitu pada rasio 1:4 dan 1:5 (w/v) menyebabkan asam lemak bebas pada *sludge oil* telah terkonversi secara keseluruhan sehingga alkali tidak dapat terikat lagi pada ion karboksilat (gugus dari asam lemak bebas) yang ditandai dengan terbentuknya alkali bebas (Tabel 4).



Gambar 3. Grafik variasi rasio *sludge oil*-filtrat abu terhadap konversi saponifikasi

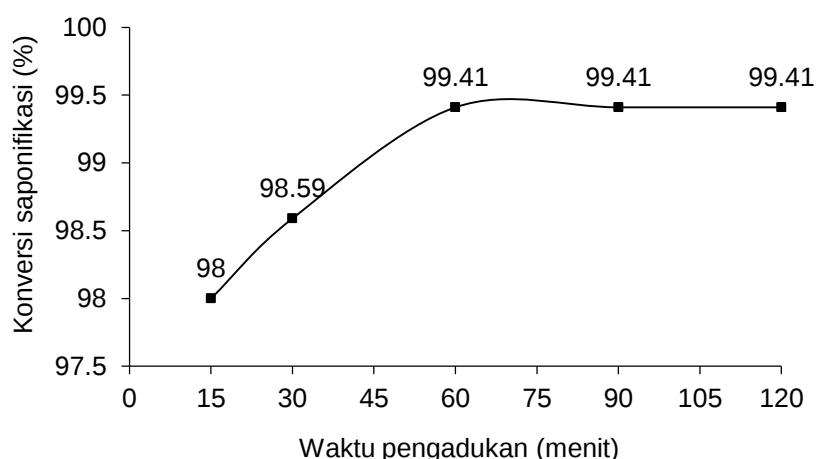
Tabel 4. Kadar Asam Lemak Bebas dan Alkali Bebas Sabun Berdasarkan Variasi Rasio *Sludge Oil-Filtrat Abu*

Parameter	Standar	Variasi Rasio <i>Sludge Oil-Filtrat Abu</i> (w/v)				
		1:1	1:2	1:3	1:4	1:5
ALB (%)	mak. 2,5	38,10	14,37	0,45	0	0
Alkali Bebas (%)	mak. 0,1	0	0	0	1,68	3,33

Berdasarkan standar tetapan SNI 06-2048-1990 dan SNI 06-3532-1994 yang menyatakan bahwa kadar asam lemak bebas maksimum yang diperbolehkan untuk sabun cuci dan mandi adalah 2,5% atau dengan kadar alkali bebas sebesar 0,1% maka dapat ditentukan bahwa rasio *sludge oil-filtrat abu* yang optimum adalah 1:3 (w/v) dengan nilai ALB yang terkandung sebesar 0,45%. Rasio reaktan ini menghasilkan persen konversi saponifikasi sebesar 99,41%.

Penentuan waktu pengadukan optimum

Sabun dengan rasio optimum (1:3 w/v) dari perlakuan sebelumnya kemudian dianalisis kembali dengan menggunakan variasi waktu pengadukan 15, 30, 60, 90 dan 120 menit. Variasi waktu bertujuan untuk menentukan waktu pengadukan optimum agar pembuatan sabun yang dilakukan menjadi lebih efisien. Hasil saponifikasi yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik variasi waktu pengadukan terhadap konversi saponifikasi

Grafik pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan persentase konversi saponifikasi mulai dari pengadukan selama 15 menit hingga 60 menit. Namun pada pengadukan 90 dan 120 menit tidak terjadi peningkatan konversi. Hasil ini menunjukkan bahwa waktu optimum untuk proses saponifikasi adalah 60 menit. dengan konversi saponifikasi sebesar 99,41%.

Hasil serupa juga diperoleh oleh Perdana dan Hakim (2009) yang melaporkan bahwa saponifikasi minyak jarak dan abu kulit buah kapuk randu (soda Q) berlangsung optimum selama 60 menit dan tidak mengalami peningkatan hasil (*yield*) sabun dengan penambahan waktu pengadukan. Naomi *et al.* (2013) menjelaskan bahwa reaksi saponifikasi bukan merupakan reaksi kesetimbangan sehingga walaupun pengadukan reaktan dilakukan lebih lama namun tidak akan menyebabkan reaksi berbalik arah ke kiri (pembentukan reaktan).

Karakterisasi Sabun

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia sabun yang dihasilkan. Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar mutu sabun cuci (SNI 06-2048-1990) dan sabun mandi (SNI 06-3532-1994) untuk menetapkan karakteristik yang sesuai. Hasil karakterisasi yang diperoleh ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Karakterisasi Sabun Hasil Saponifikasi *Sludge Oil* Menggunakan Abu Sabut Kelapa

Karakteristik	Jenis Sabun		Produk Sabun
	Sabun cuci	Sabun mandi	
pH	-	8-11 ^{*)}	9,33
Kadar air (%)	-	mak. 15	27,86
Jumlah asam lemak (%)	min. 40,0	min. 70	40,86
Alkali bebas			
– Sebagai NaOH (%)	mak. 0,1	mak. 0,1	0
– Sebagai KOH (%)	-	mak. 0,14	0
Asam lemak bebas (%)	mak. 2,5	mak. 2,5	0,45
Minyak mineral	negatif	negatif	negatif

Ref.: Irmayanti *et al.* (2014)

Berdasarkan karakterisasi yang dilakukan, diketahui bahwa sabun yang dihasilkan memiliki kadar air yang melebihi standar sabun mandi yang ditetapkan. Penelitian yang dilakukan Langingi *et al.* (2012) melaporkan bahwa kadar air dari sabun dipengaruhi oleh konsentrasi basa yang digunakan. Semakin tinggi konsentrasi basa yang digunakan maka kadar air dalam sabun makin rendah karena semakin sedikit air yang digunakan dan sebaliknya. Kandungan air yang tinggi menyebabkan sabun akan menjadi lembek dan semakin mudah menyusut saat digunakan.

Kadar air yang tinggi menyebabkan rendahnya proporsi jumlah asam lemak pada sabun. Hasil yang diperoleh masih memenuhi syarat mutu untuk sabun cuci, namun masih di bawah standar yang ditetapkan pada sabun mandi yakni minimal 70%. Rendahnya nilai ini juga dapat diakibatkan karena *sludge oil* yang digunakan bukan merupakan minyak murni, melainkan masih bercampur dengan bahan lain seperti serat (Novitasari, 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa saponifikasi berlangsung optimum pada rasio 1:3 (w/v) dengan waktu pengadukan selama 60 menit yang menghasilkan konversi saponifikasi sebesar 99,41%. Sabun yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sesuai dengan syarat mutu dan dapat digunakan sebagai sabun cuci.

DAFTAR PUSTAKA

- Akunna, T.O.; Ahaotu, E.O.; Osuji, C.N.; Ibeh, C.C., 2013, Production of Soap Using Palm Bunch Ash, *International Journal of Applied Sciences & Engineering*, 1:79-82.
- Astar, I.; Usman, T.; Wahyuni, N.; Rahmalia, W.; Harlia, 2015, Esterifikasi Asam Lemak dalam Lumpur Minyak Kelapa Sawit dengan Metanol dan Katalis Kaolinit Terimpregnasi $AlCl_3$, *Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BK-PTN Barat*; Universitas Tanjungpura, Bidang MIPA BK-PTN Barat, Pontianak.
- Atkins, P.W.; Overton, T.L.; Rourke, J.P.; Weller, M.T.; Armstrong, F.A.; Hagerman, M., 2010, *Inorganic Chemistry*, W.H. Freeman and Company, New York.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 1990, Sabun Cuci SNI 06-2048-1990, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 1994, Sabun Mandi SNI 06-3532-1994, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Chang, R., 2004, *Kimia Dasar*, Jilid 2, Ed ke-3, Achmadi, S.S. (alih bahasa), Simamarta, L. (ed), Erlangga, Jakarta.
- Daintith, J., 2005, *Dictionary of Science*, Ed ke-5, Oxford University Press, New York.
- Darmadji, P., 2002, Optimasi Pemurnian Asap Cair dengan Metoda Redestilasi, *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 8:267-271.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun), 2015a, Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016 Kelapa Sawit, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan (Ditjenbun), 2015b, Statistik Perkebunan Indonesia 2011-2016 Perkebunan Besar, Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.

- Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (Ditjen PPHP), 2006, Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit, Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian, Jakarta.
- Faisal, A.; Usman, T.; Alimuddin, A.H., 2015, Transesterifikasi Langsung Mikroalga (*Chlorella*, *Sp.*) dengan Radiasi Gelombang Mikro, *JKK* 4:76-80.
- Husin, H.; Mahidin; Marwan, 2011, Studi Penggunaan Katalis Abu Sabut Kelapa, Abu Tandan Sawit dan K_2CO_3 untuk Konversi Minyak Jarak Menjadi Biodiesel. *Jurnal Reaktor*, 13:254-261.
- Imaduddin, M.; Yoeswono; Wijaya, K.; Tahir, I., 2008, Ekstraksi Kalium dari Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit, *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*, 3:14-20.
- Irmayanti, P.Y.; Wijayanti, N.P.A.D.; Arisanti, C.I.S., 2014, Optimasi Formula Sediaan Sabun Mandi Cair dari Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia mangostana* Linn.), *Jurnal Kimia*, 8:237-242.
- Karyasa, I.W., 2013, Studi X-Ray Fluoresence dan X-Ray Diffraction terhadap Bidang Belah Batu Pipih Asal Tejakula, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2:204-212.
- Langingi, R.; Momuat, L.I.; Kumaunang, M.G., 2012, Pembuatan Sabun Mandi Padat dari VCO yang Mengandung Karotenoid Wortel, *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 1:20-23.
- Levenspiel, O., 1972, Chemical Reaction Engineering, Ed ke-2. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Naomi, P.; Gaol, A.M.L.; Toha, M.Y., 2013, Pembuatan Sabun Lunak dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau dari Kinetika Reaksi Kimia, *Jurnal Teknik Kimia*, 2:42-48.
- Ningrum, N.P.; Kusuma, M.A.I., 2013, Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas dan Abu Kulit Buah Kapuk Randu (*Soda Qie*) sebagai Bahan Pembuatan Sabun Mandi Organik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan, *Jurnal Teknologi Kimia dan Indutri*, 2:275-285.
- Novitasari, 2016, Formula Pembuatan Sabun Transparan Dengan Penambahan Kulit Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* (L.) Kunt.) dan Sumbangsihnya pada Materi Pemanfaatan Limbah Organik di Kelas X SMA/MA, UIN Raden Patah, Palembang, (Skripsi).
- Nurhaeni; Nurakhirawati; Tiaradewi, T.R., 2016, Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Komposisi Kimia Abu Kulit Durian dan Prospek Pemanfaatannya sebagai Katalis dalam Reaksi Metanolisis Minyak Kelapa Sawit, *Online Jurnal of Natural Science*, 5:31-40.
- Onyegbado, C.O.; Iyagba, E.T.; Offor, O.J., 2002, Solid Soap Production Using Plantain Peel Ash as Source of Alkali, *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 6:73-77.
- Paramita, N.; Fahrurroji, A.; Wijianto, B., 2014, Optimasi Sabun Cair Ekstrak Etanol Rimpang *Zingiber officinale* Rosc. var. *rubrum* dengan Variasi Minyak Jarak dan Kalium Hidroksida, *J. Trop. Pharm. Chem*, 2:272-282.
- Perdana, F.K. dan Hakim, I., 2009, Pembuatan Sabun Cair dari Minyak Jarak dan Soda Q sebagai Upaya Meningkatkan Pangsa Pasar Soda Q, *Makalah Seminar Tugas Akhir S1*, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Perwitasari, SP., 2011, Pemanfaatan Limbah Industri Kulit Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Sabun, *Jurnal Teknik Kimia*, 5:425-427.
- Saleh, C.; Tarigan, D.; Al-Idrus, R.A., 2016, Sintesis Sabun Lunak yang Mengandung Polihidroksi dari Minyak Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.), *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13:68-72.
- Sari, T.I.; Herdiana, E.; Amelia, T., 2010., Pembuatan VCO dengan Metode Enzimatis dan Konversinya Menjadi Sabun Padat Transparan, *Jurnal Teknik Kimia*, 3:50-58.
- Sulistyanto, A., 2006, Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa, *Media Mesin*, 7:77-84.
- Usman, T.; Ariany, L.; Rahmalia, W.; Advant, R., 2009, Esterifikasi Asam Lemak dari Limbah Kelapa Sawit (*Sludge Oil*) Menggunakan Katalis Tawas, *Indo. J. Chem*, 9:474-478.
- Wirasito; Usman, T.; Harlia, 2014, Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas dengan Menggunakan Katalis Zeolit Termodifikasi Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), *JKK*, 3:32-36.

- Yono, D.; Usman, T.; Wahyuni, N., 2015, Sintesis Katalis Bifungsional Heterogen dari Tawas dan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) untuk Pembuatan Biodiesel, *JKK*, 4:1-6.
- Yustira, Y.; Usman, T.; Wahyuni, N., 2015, Sintesis Katalis Sn/Zeolit dan Uji Aktivitas pada Reaksi Esterifikasi Limbah Minyak Kelapa Sawit (*Palm Sludge Oil*), *JKK*, 4:58-66.