

## PEMANFAATAN ABU KULIT BUAH KELAPA SEBAGAI KATALIS PADA REAKSI TRANSESTERIFIKASI MINYAK SAWIT MENJADI METIL ESTER

Muhammad Yusuf Ritonga, Doni Hermanto Sihombing, Allen Rianto Sihotang  
Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,  
Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155, Indonesia  
Email: yusufrit@gmail.com

### Abstrak

Transesterifikasi merupakan reaksi yang digunakan untuk memproduksi metil ester dimana reaksi ini melibatkan katalis dari abu kulit buah kelapa hasil pembakaran pada temperatur 550, 600, 650 °C selama 8 jam dan jumlah abu yang digunakan sebesar 1%, 2%, 3% (b/b). Abu yang digunakan di larutkan dalam 75 ml metanol untuk mendapatkan senyawa kalium metoksida dan untuk mengetahui kadar logam kalium dianalisis dengan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Minyak sawit di degumming dengan penambahan 0,6% (b/b)  $H_3PO_4$  85% untuk menghilangkan getah kemudian diesterifikasi dengan katalis 3,0% (b/b)  $H_2SO_4$  98% untuk menurunkan FFA menjadi <1%. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada temperatur reaksi 65 °C selama 2 jam, rasio molar metanol:CPO adalah 6:1 (n/n) dan pengadukan tetap 500 rpm. Secara kuantitatif, yield optimum metil ester yang dihasilkan adalah pada temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa 600 °C, jumlah abu 1% (b/b) sebesar 81% dengan spesifikasi metil ester seperti densitas, viskositas kinematik dan titik nyala sesuai dengan SNI 04-7182-2006 biodiesel dan berdasarkan analisa GC (Gas Chromatography), kemurnian metil ester yang dihasilkan adalah 92,99% dengan gliserol terikat 4,62% dan gliserol bebas 2,39%.

**Kata kunci:** minyak sawit, katalis, esterifikasi, transesterifikasi, metil ester

### Abstract

Transesterification is the reaction to produce methyl esters in which this reaction's catalyst involves coconut shell burnt ash at temperature of 550, 600, 650 °C for 8 hours and uses 1%, 2%, 3% (w/w) of ash. Ash used was dissolved in 75 ml of methanol to obtain potassium methoxide compound and was analyzed by AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) to determine potassium content. Palm oil involved in the processing stage of degumming with the addition of 0,6% (w/w)  $H_3PO_4$  85% to remove gum then followed by an esterification reaction using 3,0% (w/w)  $H_2SO_4$  98% as the catalyst to reduce FFA <1%. The temperature of transesterification reaction was at 65 °C for 2 hours, ratio of methanol:CPO 6:1 (n/n) and 500 rpm agitation. Quantitatively, the optimum yield of 81% methyl esters is gained with shell burnt ash at temperature of 600 °C, 1% (w/w) of ash with the specification of methyl esters as density, kinematic viscosity and flash point are relatively conformed to SNI 04-7182-2006 biodiesel and 92.99% purity methyl ester with 4.62% total glycerin, 2.39% free glycerin based on GC (Gas Chromatography).

**Keywords:** crude palm oil, catalyst, esterification, transesterification, methyl esters

### Pendahuluan

Dewasa ini ketergantungan manusia terhadap minyak bumi sebagai sumber energi fosil tak terbarukan (*unrenewable resources*) semakin hari semakin meningkat bahkan hampir menjadikan minyak bumi sebagai kebutuhan primer. Diperkirakan beberapa tahun kedepan cadangan minyak bumi akan habis sehingga diperlukan bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbaharui (*renewable resources*) sebagai substitusi minyak bumi ini. Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar minyak alternatif dari bahan baku yang dapat diperbaharui yang ramah lingkungan dan bersifat *biodegradable* [1]. Bahan baku biodiesel yang berpotensi di Indonesia saat ini adalah minyak sawit karena produksi kelapa sawit sangat tinggi di Indonesia. Peningkatan CPO di Indonesia dari tahun 2008 hingga pada tahun 2012 yang sangat signifikan bahkan hingga tahun ini 2013 Indonesia tetap menjadi negara produsen terbesar minyak sawit mentah (*crude palm oil/CPO*)

dunia dengan hasil sebanyak 28 juta metrik ton. Menurut Dewan Minyak Sawit Indonesia (DMSI) Produksi *palm oil* Indonesia hampir 50 persen dari total produksi dunia tahun ini yang diprediksi sebanyak 54,527 juta metrik ton [4].

Biodiesel pada umumnya disintesis melalui transesterifikasi dengan alkohol ringan menggunakan katalis basa konvensional yaitu NaOH, KOH,  $K_2CO_3$  untuk mempercepat terbentuknya produk juga untuk menurunkan energi aktivasi dan pemberian reaktan yang berlebihan agar reaksi bergeser ke arah kanan [17]. Literatur mengenai penggunaan katalis konvensional seperti ini telah banyak di publikasikan namun masih sedikit literatur yang mengkaji pemanfaatan abu kulit buah kelapa sebagai substitusi katalis konvensional tersebut. Kulit buah kelapa merupakan bagian kelapa yang belum di manfaatkan secara maksimal karena selama ini dalam rumah tangga hanya mengambil santan buah kelapa saja sehingga biasanya kulit buah

kelapa di buang begitu saja atau terkadang di gunakan sebagai alat bakar. Dengan demikian perlu di lakukan pemanfaatan abu kulit buah kelapa ini sebagai katalis sehingga pembuatan metil ester lebih ekonomis. Abu hasil pembakaran kulit buah kelapa memiliki senyawa utama kadar ion kalium (K) dan karbonat (CO<sub>3</sub>) yang tinggi masing-masing 40 dan 27,7 % berat [6] sehingga diperkirakan dapat di gunakan sebagai katalis. Bila abu ini di larutkan dalam air akan di peroleh larutan alkali. Abu yang banyak mengandung komponen K baik sebagai katalis. Dengan melarutkan sejumlah tertentu abu ke dalam sejumlah tertentu alkohol (metanol), logam kalium akan terekstraksi ke dalam alkohol dan akan bereaksi lebih lanjut membentuk garam metoksida. Garam inilah yang akan membantu mempercepat proses reaksi transesterifikasi minyak nabati [2].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Graille dkk. [5] menggunakan katalis abu yang berasal dari tungku pembakaran padat pabrik kelapa diperoleh kadar ion kalium dan karbonat yang tinggi. Haryanto [6] menggunakan katalis dari abu sekam batang kelapa (SBK) memperoleh volume biodiesel semakin meningkat dengan meningkatnya suhu pembakaran dari 500 °C sampai 700 °C pada jumlah katalis yang sama dan temperatur reaksi konstan 65 °C.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, perlu di lakukan penelitian pemanfaatan abu kulit buah kelapa sebagai substitusi katalis konvensional karena ion kalium dan karbonat pada kulit lebih besar dibandingkan dari sekam batang kelapa [6] dalam pembuatan metil ester (biodiesel) sebagai energi terbarukan dengan bahan baku minyak sawit mentah CPO (*Crude Palm Oil*).

**Teori**

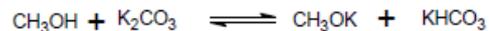
Biodiesel merupakan energi terbarukan yang dapat diperbaharui, bersifat *biodegradable*, ramah lingkungan karena hampir tidak ada membuang gas karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), hidrokarbon (HC) dan partikel-partikel lain yang mengganggu pernafasan [3]. Abu kelapa memiliki kadar ion kalium dan karbonat yang tinggi. Senyawa utama penyusun katalis abu dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Senyawa Utama Abu Kelapa [4]**

Senyawa	Abu Kelapa % (b/b)		
	Kulit Buah	Batang	Sabut
Kalium (K)	40	35	9,2
Natrium (Na)	1,7	2,5	0,5
Kalsium (Ca)	1,1	2,8	4,9
Magnesium (Mg)	0,9	2,1	2,3
Klor (Cl)	2,7	14,5	2,5
Karbonat (CO <sub>3</sub> )	27,7	12,5	2,6
Nitrogen (N)	0,06	0,05	0,004
Posfat (P)	0,9	0,9	1,4
Silika (SiO <sub>2</sub> )	10,5	16,8	59,1

Dari tabel 1 di atas dapat di lihat bahwa kalium merupakan kation utama dalam abu kulit kelapa sebesar 40 % (b/b), selain itu abu tersebut juga memiliki kandungan karbonat yang tinggi sebesar 27,7 % (b/b). Fungsi katalisator adalah mengaktifkan zat pereaksi sehingga pada kondisi tertentu konstanta kecepatan reaksi bertambah besar. Alkali katalis akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Kalium hidroksida (KOH) merupakan katalis yang sering di gunakan dalam metanolisis ataupun etanolisis minyak mentah dan minyak kelapa yang memberikan *yield* sebesar 90%. Namun, penggunaan katalis homogen mempunyai kelemahan yaitu bersifat korosif, sulit dipisahkan dari produk dan katalis tidak dapat digunakan kembali [14].

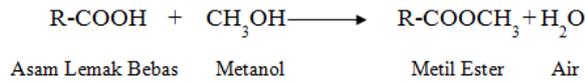
Saat ini banyak industri menggunakan katalis heterogen yang mempunyai banyak keuntungan dan sifatnya yang ramah lingkungan, yaitu tidak bersifat korosif, mudah dipisahkan dari produk dengan cara filtrasi, serta dapat digunakan berulang kali dalam jangka waktu yang lama. Selain itu katalis heterogen meningkatkan kemurnian hasil karena reaksi samping dapat dieliminasi. Kalium karbonat merupakan katalis heterogen pada reaksi metanolisis. Pemisahan katalis heterogen ini dari produk reaksinya dapat dilakukan dengan mudah. Abu yang mengandung ion kalium dan ion karbonat dilarutkan dalam metanol akan membentuk garam metoksida. Reaksi dapat di lihat pada gambar 1.



**Gambar 1. Reaksi Kalium Karbonat dengan Metanol [2]**

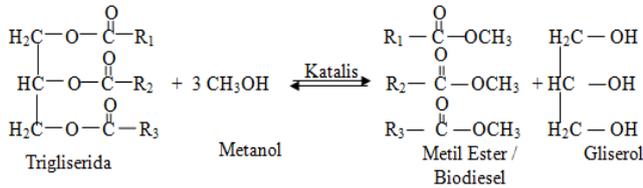
Dari reaksi ini lebih dari 99 % jumlah total KHCO<sub>3</sub> yang dihasilkan tersisa dalam fasa padat dan cair selama tidak bereaksi dengan kalium karbonat pada temperatur 25 °C. Distribusi fasa KHCO<sub>3</sub> antara fasa padat dan cair menyebabkan pergeseran kesetimbangan reaksi terhadap pembentukan produk. Kenaikan temperatur akan menyebabkan KHCO<sub>3</sub> larut dalam fasa cair dibanding fasa padat. Pada keadaan yang sama, konsentrasi CH<sub>3</sub>OK menurun sementara K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> naik sehingga KHCO<sub>3</sub> ditemukan sebagai katalis yang kurang baik jika dibandingkan dengan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa KHCO<sub>3</sub> yang terbentuk dari reaksi K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan metanol merupakan unsur katalis yang penting. Sehingga hasil reaksi transesterifikasi sebagian tergantung konsentrasi CH<sub>3</sub>OK [7].

Baik atau tidaknya nilai CPO di tentukan oleh standar mutu yang harus di capai pada pengolahannya. Dalam hal ini standar mutunya meliputi kadar asam lemak bebas (FFA) 3-5%, kandungan air dan kotoran lainnya 0,15-0,2% [9]. Dengan demikian CPO tersebut perlu di *degumming* untuk menghilangkan pengotornya dengan penambahan 0,6 % (b/b) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% agar tidak mengganggu stabilitas produk [20] dan esterifikasi dilakukan pada minyak yang mengandung asam lemak bebas tinggi (ALB>1%) karena akan membentuk banyak sabun sehingga akan mengurangi produksi biodiesel [12]. Reaksi esterifikasi dapat di lihat pada gambar 2 .



**Gambar 2. Reaksi Esterifikasi dari Asam Lemak menjadi Metil Ester [7]**

Transesterifikasi merupakan reaksi minyak dan lemak dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol.



**Gambar 3. Reaksi Transesterifikasi dari Trigliserida Menjadi Metil Ester [7]**

Katalis biasanya di gunakan untuk mempercepat laju reaksi dan *yield*. Alkohol berlebih juga di gunakan untuk kesetimbangan sehingga reaksi bergeser ke arah produk karena ini merupakan reaksi reversibel. Jadi, ketika NaOH, KOH, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> atau sejenisnya dicampur dengan alkohol maka akan terbentuk larutan alkalinitas [14]. Metanol (CH<sub>3</sub>OH), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), propanol (C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH) dan butanol (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH) banyak digunakan dalam reaksi ini namun metanol lebih banyak digunakan karena harga lebih murah dibandingkan alkohol lain, senyawa polar dengan rantai karbon terpendek sehingga bereaksi lebih cepat dengan trigliserida dan melarutkan semua jenis katalis baik basa maupun asam [19].

## Metodologi Penelitian

### Bahan

Bahan yang di gunakan sebagai katalis pada penelitian ini adalah abu kulit buah kelapa yang di ambil dari sisa atau pembuangan kulit buah kelapa rumah tangga sedangkan sebagai bahan baku pada pembuatan metil ester adalah minyak sawit mentah CPO yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Jl. Brigjen Katamso 51, Medan. Penelitian ini di lakukan di Laboratorium Penelitian dan Laboratorium Proses Industri Kimia Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

### Prosedur Kerja

#### Tahap Preparasi Abu Kulit Buah Kelapa

Kulit buah kelapa dibakar dalam *furnace* dengan variasi temperatur pembakaran 550, 600 dan 650 °C selama 8 jam hingga menjadi abu. Penentuan Kadar kalium dalam abu kulit kelapa di analisa dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) [6].

#### Pretreatment bahan baku CPO

CPO sebanyak 1000 gram dipanaskan dalam *hot water bath* dimana temperatur air dan sampel dijaga konstan pada 60 °C. Getah dalam minyak seperti *phospholipids* dihilangkan dengan penambahan 0,6 % (b/b) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% diaduk homogen pada kecepatan 400 rpm selama 15 menit hingga kandungan CPO itu

terlihat semi-transparan dan coklat gelap. Koloid yang terbentuk di pisahkan dengan penyaringan [1, 12].

### Analisa Kadar FFA (Free Fatty Acid)

Sebanyak 20 gram sampel CPO dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kemudian di tambahkan 150 ml etanol 95% (v/v). Campuran dikocok kuat hingga sampel larut dan diambil sebanyak 10 ml. Ditambahkan 3 tetes indikator phenolphthalein (10 g/l dalam 95% etanol) lalu dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga berubah dari bening menjadi merah rosa. Dicatat volume NaOH 0,1 N yang terpakai [8].

### Proses Esterifikasi

Sebanyak 150 gram CPO direaksikan dengan Metanol (perbandingan mol metanol:CPO adalah 3:1) dan ditambah dengan katalis 3% (b/b) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% direaksikan pada temperatur 60 °C selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 250 rpm. Setelah reaksi dicapai, sampel dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan pada suhu kamar selama 2 jam hingga terbentuk dua lapisan kemudian di pisahkan lapisan ester dan air. Sampel hasil esterifikasi dianalisa hingga FFA<1% dan dipanaskan dalam oven pada suhu 110 °C hingga berat konstan [1, 12].

### Proses Transesterifikasi

Ditimbang 1% (b/b) abu kulit buah kelapa di aduk dalam metanol teknis 75 ml hingga homogen selama 1 jam kemudian di saring. Ekstrak yang diperoleh dicukupkan volumenya hingga sesuai dengan rasio molar metanol:CPO 6:1 ke dalam *beaker glass* lalu di aduk untuk melarutkan abu kulit buah kelapa. Campuran abu kulit buah kelapa dan metanol di masukkan ke dalam labu leher tiga yang di lengkapi dengan termometer, motor pengaduk, dan refluks kondensor lalu dimasukkan sampel hasil esterifikasi CPO. Campuran di panaskan sampai temperatur 65 °C di atas *hot plate* dan dibiarkan bereaksi selama 2 jam pada temperatur konstan dan dengan pengadukan konstan yaitu 500 rpm. Campuran yang terbentuk dituang ke dalam corong pemisah dan di biarkan terjadi pemisahan selama 2 jam pada temperatur kamar. Lapisan bawah (gliserol) di buang sehingga yang tertinggal hanya lapisan atas yaitu metil ester. Metil ester di cuci dengan air hangat dalam corong pemisah untuk membuang residu katalis dan sabun. Pencucian ini dilakukan secara perlahan-lahan hingga lapisan air pencuci telah jernih. Setelah di cuci metil ester yang di hasilkan dikeringkan pada suhu 110 °C hingga tidak terlihat gelembung gas kemudian dihitung massanya. Prosedur proses transesterifikasi tersebut di lanjutkan dengan variasi temperatur pembakaran abu kulit kelapa 600 dan 650 °C dan jumlah katalis 2% dan 3% [1, 6].

Hasil yang diperoleh kemudian di analisa secara kuantitatif dan kualitatif yaitu analisa *yield*, kemurnian, gliserol terikat, gliserol bebas, densitas, viskositas kinematik, titik nyala sesuai dengan SNI 04-7182-2006 [16] yang di tunjukkan pada tabel 2.

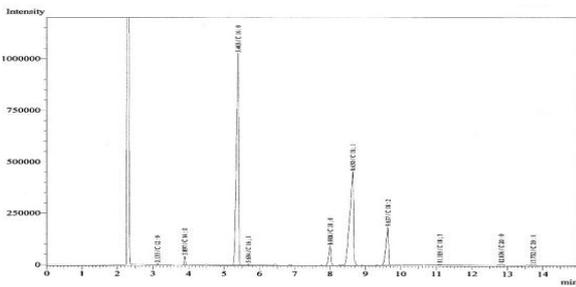
**Tabel 2. Persyaratan Kualitas Biodiesel**

Parameter dan Satuannya	Batas Nilai
Massa jenis pada 40 °C, kg/m <sup>3</sup>	850 – 890
Viskositas kinematik pada 40 °C, mm <sup>2</sup> /s (cSt)	2,3 – 6,0
Titik nyala (mangkok tertutup), °C	min. 100
Gliserol bebas %-massa	maks. 0,02
Gliserol total %-massa	maks. 0,24

**Hasil**

**Analisa Bahan Baku CPO (Crude Palm Oil)**

Bahan baku CPO ini dianalisis dengan menggunakan GC (*Gas Chromatography*) untuk mengetahui komposisi asam-asam lemak yang terkandung didalamnya dan untuk menghitung berat molekul CPO (dalam bentuk trigliserida).



**Gambar 4. Kromatogram Komposisi Asam Lemak CPO**

Pada gambar 4 merupakan komposisi asam lemak hasil analisa GC yang dianalisa di Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Jl. Brigjen Katamso 51, Medan dengan metode uji *Malaysian Palm Oil Board* (MPOB p3.5 : 2004). Dari kromatogram pada gambar 4 komposisi asam lemak CPO tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Komposisi Asam Lemak dari Crude Palm Oil**

Retention Time (menit)	Komponen Penyusun	Komposisi % (b/b)
3,135	Asam Laurat (C <sub>12:0</sub> )	0,13
3,897	Asam Miristat (C <sub>14:0</sub> )	1,00
5,405	Asam Palmitat (C <sub>16:0</sub> )	46,30
5,694	Asam Palmitoleat (C <sub>16:1</sub> )	0,12
8,008	Asam Stearat (C <sub>18:0</sub> )	4,27
8,650	Asam Oleat (C <sub>18:1</sub> )	37,76
9,637	Asam Linoleat (C <sub>18:2</sub> )	9,73
11,105	Asam Linolenat (C <sub>18:3</sub> )	0,18
12,836	Asam Arakidat (C <sub>20:0</sub> )	0,37
13,732	Asam Eikosenoat (C <sub>20:1</sub> )	0,13

Berdasarkan hasil analisa GC, komponen asam lemak yang dominan pada sampel CPO adalah pada puncak 3 yaitu asam palmitat (C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>) dengan berat molekul 256,4200 gr/mol sebesar 46,3% (b/b) dan pada puncak 6 yaitu asam oleat dengan berat molekul 282,4600 gr/mol sebesar 37,76% (b/b). Asam Lemak

Bebas yang terdapat pada sampel CPO dapat dilihat pada tabel 4.

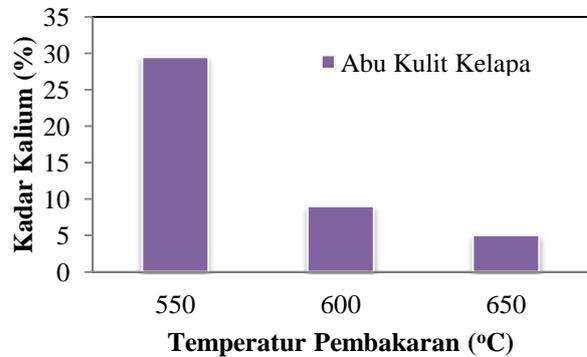
**Tabel 4. Kadar Asam Lemak Bebas (FFA) CPO**

Waktu Setelah	Kadar FFA (%)	
	Sebelum Esterifikasi	Setelah Esterifikasi
1 Hari	2,690	0,7174
6 Hari	3,363	0,8070
10 Hari	3,766	0,8967

Dari tabel di atas dapat di lihat bahwa dengan esterifikasi maka ALB CPO menurun menjadi <1%.

**Analisa Kadar dan Tingkat Pelepasan Kalium dari Abu Kulit Buah Kelapa**

Hubungan temperatur pembakaran kulit buah kelapa terhadap kadar kalium yang dihasilkan dapat di lihat pada gambar 5.



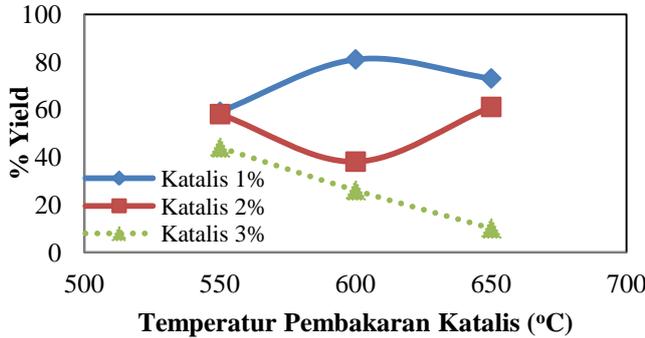
**Gambar 5. Pengaruh Temperatur Pembakaran Abu Kulit Buah Kelapa terhadap Kadar Kalium**

Untuk mengetahui bentuk senyawa kalium yang terdapat dalam abu maka dapat dilakukan dengan uji alkalinitas. Berdasarkan Haryanto [6] bahwa dalam abu kulit buah kelapa terdapat anion-anion karbonat yang mana konsentrasi ion karbonat adalah yang paling besar dibandingkan unsur lain. Dengan demikian bahwa kalium yang terdapat dalam abu kulit buah kelapa adalah dalam bentuk senyawa kalium karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) dan sebagian kecil bikarbonat (KHCO<sub>3</sub>).

Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi temperatur pembakaran kulit buah kelapa maka kadar kalium yang dihasilkan semakin sedikit. Pada temperatur 550 °C diperoleh kadar kalium yang tinggi 29,488%, hal ini menunjukkan bahwa pembakaran kulit buah kelapa menghasilkan abu yang baik sehingga ion-ion alkali dalam abu kulit buah kelapa aktif atau lebih optimal sedangkan untuk temperatur yang lebih tinggi yaitu 600 °C dan 650 °C, kadar kalium yang diperoleh sedikit dan menurun masing-masing 8,378% dan 7,912%. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur pembakaran yang tinggi menyebabkan kandungan kalium pada abu berkurang sebab kalium bersifat mudah menguap bila di panaskan pada temperatur yang tinggi [11].

**Analisa Yield**

Hubungan temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa terhadap *yield* metil ester dapat di lihat pada gambar 6.



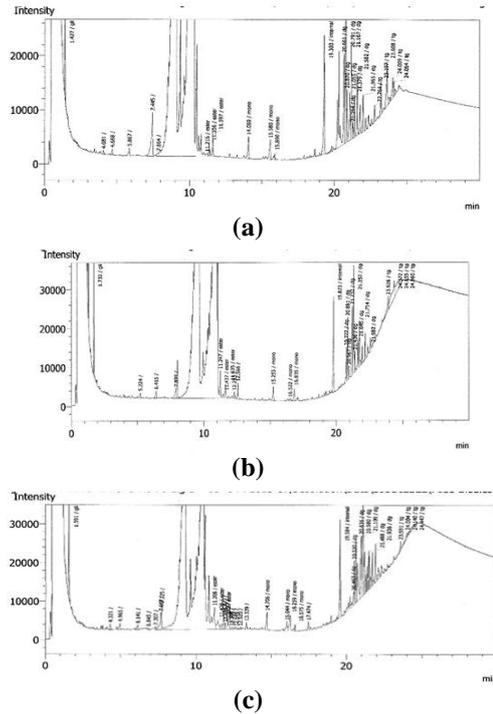
**Gambar 6. Pengaruh Temperatur Pembakaran Abu Kulit Kelapa terhadap Yield Metil Ester**

Peningkatan temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa dan jumlah katalis terhadap *yield* metil ester yang paling baik dihasilkan adalah pada hasil pembakaran temperatur 600 °C dan jumlah katalis 1% (b/b) sebesar 81%. Hal ini dikarenakan pada temperatur 600 °C ion-ion alkali dalam abu optimal sebagai katalis untuk menghasilkan produk metil ester yang maksimum sedangkan pada temperatur 550 °C yang memiliki kandungan ion kalium lebih besar, *yield* metil ester yang di hasilkan lebih sedikit dibandingkan pada temperatur 600 °C. Hal ini diperkirakan karena kandungan kalium yang tinggi menyebabkan konsentrasi katalis yang semakin besar sehingga tidak menyebabkan bergesernya reaksi ke arah produk namun menyebabkan kualitas pertemuan antar reaktan semakin meningkat yang dapat menurunkan energi pengaktifan. Pada temperatur 650 °C, *yield* metil ester yang dihasilkan berkurang menjadi 73% hal ini diperkirakan karena temperatur pembakaran yang terlalu tinggi menyebabkan ion-ion alkali kurang aktif sebagai katalis untuk membentuk metil ester. Selain itu, diperkirakan bahwa abu kulit buah kelapa tidak larut dengan baik saat dilarutkan dengan metanol sehingga ion kalium pada abu kulit kelapa tersebut kurang bereaksi dengan sempurna untuk menghasilkan garam metoksida.

Pada gambar juga dapat di lihat bahwa semakin besar jumlah katalis maka *yield* metil ester semakin rendah. Hal ini dikarenakan oleh peningkatan jumlah abu yang menyebabkan konsentrasi kalium yang terdapat pada abu semakin besar sehingga diperkirakan ikut bereaksi dengan trigliserida yangmana membuat reaksi cenderung membentuk gliserol dan membentuk sabun. Reaksi penyabunan tersebut akan mengambil sejumlah metil ester yang telah terbentuk dan juga metil ester lainnya dimungkinkan terjebak dalam emulsi yang terbentuk [18] sehingga gliserol dan sabun yang terbentuk lebih banyak daripada metil ester yang diperoleh.

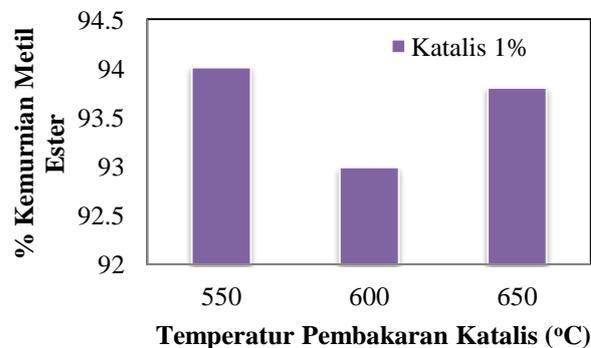
**Analisa Kemurnian Metil Ester**

Gambar 7 merupakan hasil analisa GC yang dianalisa di Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Jl. Brigjen Katamso 51, Medan.



**Gambar 7. Hasil Analisa GC (a), (b), (c) menunjukkan kemurnian metil ester pada masing-masing temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa 550, 600 dan 650 °C**

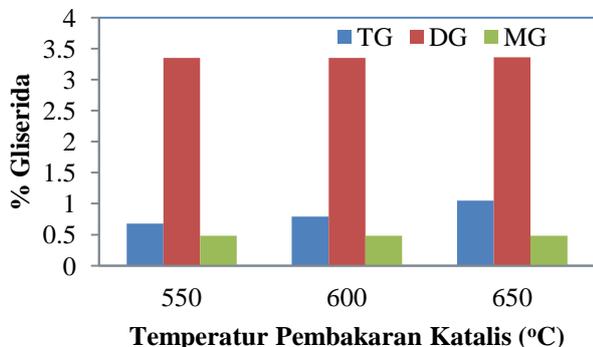
Pada temperatur 550 °C kemurnian metil ester sebesar 94,01% namun pada 600 °C kemurnian metil ester menurun menjadi 92,99 % kemudian meningkat pada temperatur 650 °C menjadi 93,8%. Hal ini diperkirakan karena pada temperatur 550 °C ion-ion alkali dalam abu kulit buah kelapa lebih aktif dan lebih optimal sehingga tumbukan antara molekul trigliserida dengan alkohol menjadi lebih efektif dan produk lebih cepat terbentuk dalam waktu tertentu dibandingkan dengan temperatur 600 dan 650 °C.



**Gambar 8. Hubungan Temperatur Pembakaran Kulit Kelapa sebagai Katalis terhadap Kemurnian Metil Ester**

Pada temperatur 600 °C konversi metil ester kecil hal ini dikarenakan ion-ion alkali mengalami penurunan dan terlihat juga bahwa kadar kalium nya pun sedikit dan mengalami penurunan dari temperatur

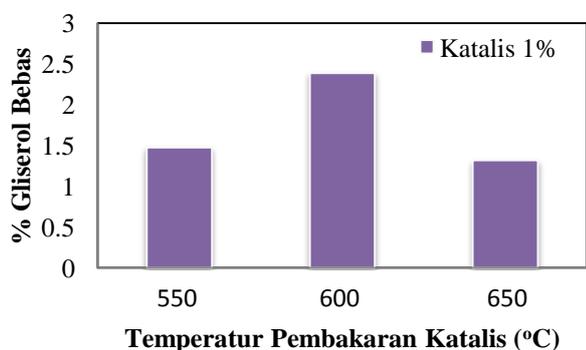
550 °C. Pada temperatur 650 °C, kemurnian metil ester meningkat kembali karena reaksi transesterifikasi berlangsung lebih baik dan proses pemisahan gliserol yang lebih baik sehingga kadar gliserol terpisah dengan baik. Kemurnian yang menurun menunjukkan bahwa keberadaan gliserida pada metil ester masih banyak sehingga belum terkonversi menjadi metil ester. Keberadaan gliserida sisa dapat di lihat pada gambar 9.



Gambar 9. Keberadaan Gliserol Terikat

Gliserol terikat merupakan gliserol dalam bentuk mono, di, dan trigliserida di dalam metil ester [15]. Pada gambar dapat di lihat bahwa digliserida merupakan yang paling besar pada sampel, hal ini menunjukkan bahwa tahapan reaksi transesterifikasi dikendalikan oleh reaksi tahap 2 karena pada tahap ini nilai digliserida sisa cukup tinggi. Pada Temperatur pembakaran 550, 600 dan 650 °C masing-masing gliserol terikat adalah 4,51; 4,62 dan 4,89 %. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006) gliserol terikat adalah maksimum 0,24% b/b. Hal ini menunjukkan bahwa metil ester yang di hasilkan kurang sesuai dengan SNI 04-7182-2006. Hal ini disebabkan oleh semakin besarnya temperatur pembakaran kulit kelapa yang menyebabkan penurunan aktivasi ion kalium. Ketika ion kalium tidak teraktifkan secara optimal dengan adanya temperatur yang tinggi maka reaksi pun tidak akan bergeser ke arah produk.

Selain dari gliserida sisa, kemurnian metil ester di tentukan oleh gliserol bebas seperti pada gambar 10.



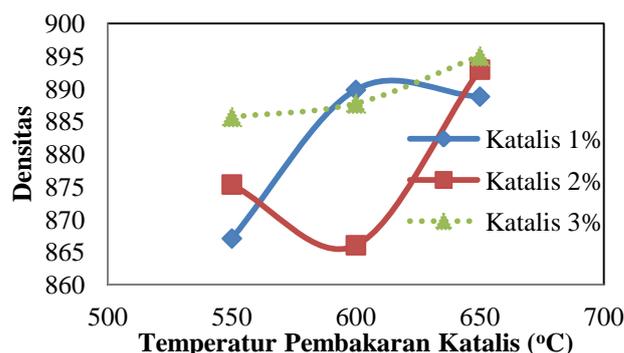
Gambar 10. Keberadaan Gliserol Bebas

Pada temperatur pembakaran 550, 600 dan 650 °C masing-masing gliserol bebas adalah 1,48; 2,39 dan 1,32 %. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006) gliserol bebas adalah maksimum 0,02 % (b/b). Gliserol merupakan produk samping yang dihasilkan dari reaksi transesterifikasi sehingga gliserol

harus dipisahkan dari metil ester agar kemurnian metil ester yang diperoleh baik. Gliserol yang terdapat dalam metil ester pada penelitian ini lebih besar dari 1% maka dapat dikatakan reaksi belum berlangsung sempurna sehingga gliserol sisa pada metil ester cukup banyak. Dan faktor lainnya adalah pencucian yang kurang sempurna dari metil ester, pencucian ini di lakukan untuk memisahkan gliserol dari metil ester sehingga faktor ini juga penyebab dari besarnya kandungan gliserol dalam metil ester.

#### Analisa Densitas

Densitas merupakan besaran intensif yang berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang di hasilkan oleh mesin diesel persatuan volume bahan bakar [16].



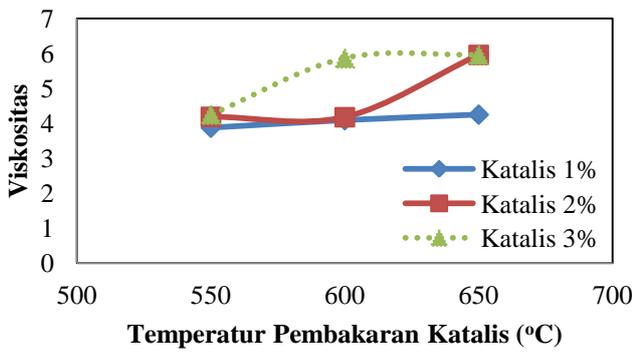
Gambar 11. Hubungan Temperatur Pembakaran Kulit Kelapa sebagai Katalis terhadap Densitas Metil Ester

Gambar 11 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa maka densitas metil ester semakin besar. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006), densitas metil ester pada suhu 40 °C adalah 850 – 890 kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil penelitian, densitas metil ester yang diperoleh berkisar 866,020 – 889,818 kg/m<sup>3</sup>. Dengan demikian, metil ester yang dihasilkan memenuhi standar biodiesel. Jika metil ester mempunyai densitas melebihi ketentuan maka tidak dapat di gunakan untuk mesin diesel karena akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan menyebabkan kerusakan pada mesin.

#### Analisa Viskositas

Gambar 12 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa maka viskositas kinematik metil ester semakin besar.

Viskositas minyak diesel yang tinggi dapat mempersulit proses pembentukan butir butir kabut pada saat atomisasi bahan bakar ke dalam mesin dan menyebabkan terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna, akan tetapi jika viskositas bahan terlalu rendah dapat menyebabkan kebocoran pada pompa injeksi bahan bakar [16] sehingga harus menggunakan pelumas dengan viskositas cukup tinggi untuk melumasi bagian-bagian yang bergerak pada sistem bahan bakar dan membantu perapat (*seal*) bagian-bagian yang bergerak untuk mencegah kebocoran [10].

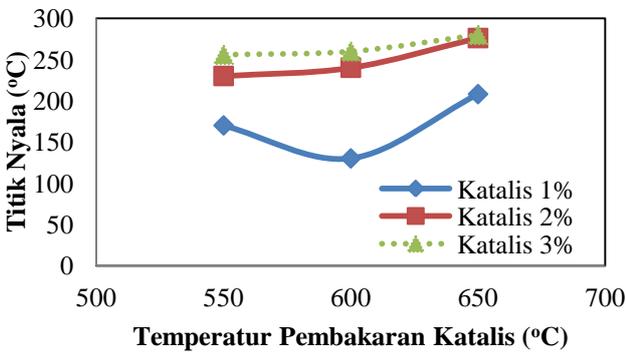


Gambar 12. Hubungan Temperatur Pembakaran Kulit Kelapa sebagai Katalis terhadap Viskositas Kinematik Metil Ester

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 04-7182-2006), viskositas kinematik metil ester pada suhu 40 °C adalah 2,3 – 6,0 cSt. Dari hasil penelitian yang diperoleh untuk berbagai variasi temperatur, viskositas kinematik metil ester yang diperoleh berkisar 3,882 – 5,964 cSt. Dari hasil penelitian yang diperoleh viskositas metil ester yang dihasilkan sesuai dengan standar viskositas kinematik biodiesel.

**Analisa Titik Nyala**

Semakin tinggi temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa maka titik nyala metil ester semakin besar. Menurut Standar Nasional Indonesia, titik nyala metil ester adalah minimum 100 °C.



Gambar 13. Hubungan Temperatur Pembakaran Kulit Kelapa sebagai Katalis terhadap Titik Nyala Metil Ester

Dari hasil penelitian yang diperoleh untuk berbagai variasi temperatur, titik nyala metil ester yang diperoleh berkisar 130 – 280 °C. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa yang tinggi menghasilkan titik nyala terbaik. Hal ini baik karena semakin tinggi nilai titik nyala nya maka bahan bakar tersebut lebih aman karena tidak mudah terbakar [13] dengan demikian berarti semakin aman dan memudahkan dalam penyimpanan. Dari hasil penelitian yang diperoleh titik nyala metil ester yang dihasilkan sesuai dengan SNI 04-7182-2006 biodiesel.

**Kesimpulan**

Logam kalium sebagai kalium karbonat merupakan komponen terbesar dalam abu kulit buah kelapa yaitu pada masing-masing temperatur pembakaran sebesar

29,488%, 8,378% dan 7,912% dan terbukti bahwa abu kulit buah kelapa ini berpotensi sebagai sumber katalis basa dalam proses transesterifikasi CPO. Peningkatan temperatur pembakaran abu kulit buah kelapa dan jumlah abu menghasilkan metil ester dengan kuantitas yield terbaik adalah pada temperatur pembakaran 600 °C jumlah katalis 1% (b/b) sebesar 81% dan hasil penelitian menunjukkan bahwa metil ester yang dihasilkan sesuai dengan SNI biodiesel. Kemurnian metil ester yang paling tinggi adalah pada temperatur 550 °C sebesar 94,01% dengan keberadaan gliserol terikat sebesar 4,51% dan gliserol bebas 1,48%. Besarnya keberadaan gliserol terikat dan gliserol bebas menunjukkan bahwa trigliserida belum terkonversi menjadi metil ester sehingga menurunkan kemurnian dan yield metil ester.

**Daftar Pustaka**

- [1] Alkabbashi, A.N., Alam, Md. Z., Mirghani, M.E.S., Al-Fusaiel, A.M.A., *Biodiesel Production from Crude Palm Oil by Transesterification Process*, Journal of Applied Science 9 (17): 3166-3170, International Islamic University malaysia, 2009.
- [2] Baroi, Chinmoy., Yanful E.K., Bergougnou, M. A., *Biodiesel Production from Jatropha curcas Oil Using Potassium Carbonate as an Unsupported Catalyst*, International Journal of Chemical Reactor Engineering, Volume 7, Article A72, ISSN 1542-6580, 2009.
- [3] Bowman, M., Hilligoss, D., Rasmussen, S., *Biodiesel: a renewable and biodegradable fuel.*, Washington, DC, 2006. hal. 103-106. [www.HydrocarbonProcessing.com](http://www.HydrocarbonProcessing.com). Diakses pada tanggal 23 Maret 2013.
- [4] BPS, *Produksi Perkebunan Besar Menurut Jenis tanaman, Indonesia (Ton), 1995-2010*. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada Tanggal 27 Mei 2012.
- [5] Graille J., Lozano P., Pioch D., Geneste P., *Alcoholysis tests of vegetable oils with natural catalyzers for the production of diesel fuels*, Oleagineux, 50(5), pp. 271 – 276, 1985.
- [6] Haryanto, Bode, *Abu Serbuk Batang Kelapa Sebagai Katalis Proses Esterifikasi Stearin*, Jurnal Sistem Teknik Industri, 6(5): hal. 25-28, 2005.
- [7] Hung, Yi-Shun., Chen, Yi-Hung. dan shle, Je-lueng, *Comparison of Biodiesel Produced from Waste and Virgin Vegetable Oils*, Sustain. Environ. Res., 20(6), 417-422, 2010.
- [8] IUPAC Paquot, C. dan Hautfenne, A., *Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*, 7<sup>th</sup> revised and enlarged edition, USA and Canada: Blackwell Scientific Publication, 1987.
- [9] Kataren. S, “*Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*”, Jakarta : UI Press, 1986.
- [10] Miskah, S., Moeksin, R., Reno. dan Sridawati., *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas Sebagai Bahan Baku Metil Ester*, Jurnal Rekayasa No. 3 Vol. 17. Hal.15-22., Universitas Sriwijaya, 2008.

- [11] Orthmer, Kirk, *Encyclopedia of Chemical Technology*, John Willey&Sons Inc., New York, 1994.
- [12] Prateepchaikul, G., Allen, M.L., Leevijit, T. dan Thaveesinsopha, K., *Methyl Ester Production from High Free Fatty Acid Mixed Crude Palm Oil*, Songklanakarin J. Sci. Technol., 29(6): 1551-1561, 2007.
- [13] Risnoyatiningasih, Sri., *Biodiesel From Avocado Seeds By Transesterification Process*, *Jurnal Teknik Kimia* ,5(1). Hal 345-351, 2010.
- [14] Singh, S.P dan Singh, Dipti, *Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review*, journal homepage :[www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser), 14 (2010). Hal.200–216, 2009.
- [15] SNI, *Biodiesel*. SNI 04-7182-2006, 2006.
- [16] Sundaryono, Agus., *Karakteristik Biodiesel Dan Blending Biodiesel Dari Oil Losses Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit*, J. Tek. Ind. Pert. Vol. 21 (1), 34-40. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, 2005.
- [17] Yitnowati, U., Yoeswono, Wahyuningsih, T., D. & Tahir, I, *Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Sawit sebagai Sumber Katalis Basa ( $K_2CO_3$ ) pada Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Ricinus communis*. [http:// iqmal.staff.ugm.ac.id](http://iqmal.staff.ugm.ac.id). (14 Desember 2008).
- [18] Yoeswono, Johan Sibarani, Syahrul Khairi, *Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis Basa pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel*, Jurusan Kimia Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2008.
- [19] Zheng, S., Kates, M., Dubé, M. A., McLean, D. D., *Acid-catalyzed production of biodiesel from waste frying oil*, *Biomass and Bioenergy*, 30, 267-272, 2006.
- [20] Zin, R., *Process Design In Degumming And Bleaching Of Palm Oil* , Research Vote No: 74198, Universiti Teknologi Malaysia, 2006.