



## ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS DALAM MINYAK SAWIT MENTAH MENGGUNAKAN ADSORBEN ABU TANDAN KOSONG SAWIT

M.Syahwandi<sup>1\*</sup>, Winda Rahmalia<sup>1</sup>, Titin Anita Zaharah<sup>2</sup>, Thamrin Usman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [winda.rahmalia@chemistry.untan.ac.id](mailto:winda.rahmalia@chemistry.untan.ac.id)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received  
25 September 2019  
Accepted  
4 October 2019  
Available online  
10 October 2019

#### Keywords:

Free fatty acid, crude palm oil, oil palm empty fruit bunch

### ABSTRACT

Research on the use of the oil palm empty fruit bunch (OPEFB) as an adsorbent for free fatty acid (FFA) adsorption on Crude Palm Oil (CPO) has been done. CPO is the main raw material in the manufacture of food products. The results of OPEFB adsorbent characteristics showed the amount of water content and ash content of 0,067% and 0,175%, XRF analysis obtained the greatest content of OPEFB in the form potassium metal as much as 44,24%, FTIR analysis identified that there were CO<sub>3</sub> compounds in wave number 1648 cm<sup>-1</sup> and SEM analysis indicates there are no pores in OPEFB. The result showed that the number of OPEFB with the best adsorption was 0,1 gram with 60 minute optimum contact time. The CPO adsorption process with OPEFB shows the Langmuir model with a correlation value (R<sup>2</sup>) of 0,8845 and the adsorptions kinetics follows the pseudo order 2 adsorption kinetics model with a correlation value (R<sup>2</sup>) of 0,9857. The results of this study showed the characteristics of CPO before and after adsorbed using 0,1 g of adsorbent OPEFB showed the amount of FFA level of 7,321% to 6,297%, water content of 0,0025% to 0,00119% and impurities content of 0,8847% to 0,8408%.

© 2019 IJoPAC. All rights reserved

### 1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan bahan baku utama minyak goreng. Daging buah kelapa sawit menghasilkan minyak sawit mentah (*Crude Palm Oil/CPO*). Produk CPO sebagai minyak goreng memiliki dua aspek dalam penilaian kualitas. Aspek pertama meliputi kandungan asam lemak, kelembaban dan kadar kotoran. Aspek kedua meliputi rasa, aroma, kejernihan dan kemurnian produk. Secara khusus kualitas CPO ditentukan oleh komponen yang memiliki kandungan asam lemak bebas (ALB). Pembentukan ALB terjadi karena adanya reaksi hidrolisis dan oksidasi yang dipercepat dengan adanya faktor panas, air, keasaman dan katalis (enzim)<sup>[1]</sup>. Salah satu cara dalam mengurangi kadar ALB yaitu dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben tertentu.

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai adsorpsi ALB menggunakan adsorben tertentu. Penelitian dari Clowutimon *et al* (2011)<sup>[2]</sup> melaporkan bahwa magnesium silikat sintetik dari abu

sekam padi dapat menyerap ALB dalam CPO hingga 130-140 mg/g adsorben pada suhu 50 °C selama 2 jam. Data *Global Speciality Ingredient* juga menyebutkan bahwa magnesium silikat sintetik (Magnesol R60) dapat menurunkan ALB hingga 80% pada fraksi olein minyak goreng sawit. Hasil penelitian tersebut dilakukan terhadap CPO dengan kandungan ALB yang rendah, tetapi umumnya CPO mengandung ALB yang besar yaitu lebih dari 3%.

Penelitian ini menggunakan abu tandan kosong sawit (ATKS) sebagai adsorben. Adapun kandungan ATKS terdiri dari Fe, Mg, Na dan K dimana kadar kalium yang paling tinggi yaitu sebesar 463,50 g/kg dalam bentuk senyawa  $K_2CO_3$  yang bersifat basa dan tidak bersifat menyabunkan<sup>[3]</sup>. Penggunaan adsorben merupakan metode alternatif yang efektif karena memanfaatkan hasil samping dari olahan kelapa sawit yaitu tandan kosong sawit. Pada penelitian ini menggunakan kandungan dari ATKS dalam pengurangan kadar ALB yang tinggi. Selanjutnya ATKS dikalsinasi kemudian dilakukan karakterisasi melalui kadar air, kadar abu dan menggunakan instrumen XRF, FTIR dan SEM serta adsorben ATKS yang telah dikarakterisasi selanjutnya diaplikasikan untuk mengadsorpsi ALB dalam CPO melalui metode *batch* dan beberapa uji mutu CPO lainnya seperti uji kadar air dan kadar kotoran yang terkandung dalam CPO.

## 2. Metode

### 2.1. Preparasi sampel

Sampel tandan kosong sawit (TKS) diperoleh dari PT Pundi Lahan Khatulistiwa yang berada di Ambawang, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat, Indonesia. Preparasi sampel dilakukan dengan cara dibakar dalam tungku pembakar sampai menjadi arang. Sampel yang telah dibakar kemudian diayak dengan ayakan 100 *mesh* lalu dikalsinasi dengan suhu 500 °C selama 2 jam.

### 2.2. Penentuan kadar air

Sebanyak 1 g ATKS yang telah dipreparasi dimasukkan kedalam kurs porselin yang telah diketahui beratnya ( $W_0$ ). Kurs porselin berisi ATKS ( $W_1$ ) dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 1 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang kurs porselin berisi ATKS ( $W_2$ ). Analisis dilakukan 3 kali *pengulangan*<sup>[4]</sup>. Persentase kadar abu ATKS menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

### 2.3. Penentuan kadar abu

Sebanyak 1 g ATKS yang telah dipreparasi dimasukkan kedalam kurs porselin yang telah diketahui beratnya ( $W_0$ ). Kurs porselin yang berisi ATKS ( $W_1$ ) dipanaskan dalam *furnice* pada suhu 500 °C selama 3 jam. Setelah itu didinginkan dalam desikator selama 30 menit dan ditimbang kurs porselin berisi ATKS ( $W_2$ ). Analisis dilakukan 3 kali *pengulangan*<sup>[4]</sup>. Persentase kadar abu ATKS menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

### 2.4. Penentuan massa optimum adsorben ATKS

CPO diambil 10 mL lalu ditambahkan adsorben ATKS yang berbeda variasi massa yaitu 0,025; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2 g lalu dipanaskan pada suhu 55 °C selama 1 jam sambil diaduk. Selanjutnya CPO dimasukkan kedalam tabung sentrifus untuk disentrifugasi selama 10 menit. Setelah CPO disentrifus diambil 0,5 g lalu ditambahkan 15 mL etanol netral dan dipanaskan. Kemudian itu ditambahkan 3 tetes indikator PP lalu dititrasi menggunakan larutan KOH 0,005 N hingga warna merah muda dan dicatat volume larutan KOH yang dipakai. Analisa dilakukan 3 kali *pengulangan*.

## 2.5. Penentuan waktu kontak optimum adsorben ATKS

CPO diambil 10 mL lalu ditambahkan adsorben ATKS yang telah diperoleh massa optimum. Kemudian dipanaskan pada suhu 55°C sambil diaduk pada variasi waktu kontak 15; 30; 60; 120; 180 menit. Selanjutnya CPO dimasukkan kedalam tabung sentrifus untuk disentrifugasi selama 10 menit. CPO yang telah disentrifus diambil 0,5 g lalu ditambahkan 15 mL etanol netral dan dipanaskan. Setelah itu ditambahkan 3 tetes indikator PP lalu dititrasi menggunakan larutan KOH 0,005 N hingga warna merah muda dan dicatat volume larutan KOH yang dipakai. Analisa dilakukan 3 kali pengulangan.

## 2.6. Karakteristik CPO

### 2.6.1. Kadar air

Sebanyak 1 g CPO dimasukkan kedalam kurs porselin kosong ( $W_0$ ) kemudian kurs porselin berisi CPO ( $W_1$ ) dipanaskan dalam oven pada suhu 130°C selama 30 menit setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang kurs tersebut ( $W_2$ ). Analisa dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan<sup>[5]</sup>. Persentase kadar air CPO menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

### 2.6.2. Kadar kotoran

Kertas saring Whatman No 41 dicuci menggunakan pelarut n-heksan lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 103°C selama 30 menit setelah itu didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Tambahkan 25 mL n-heksan kedalam CPO lalu dipanaskan kedalam penangas air. Saring melalui alat penyaring yang telah disiapkan sebelumnya dan dilakukan pencucian menggunakan n-heksan. Keringkan alat penyaring dengan seluruh isinya dalam oven pada suhu 130°C selama 30 menit kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Analisa dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan<sup>[5]</sup>. Persentase kadar air CPO menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar kotoran (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

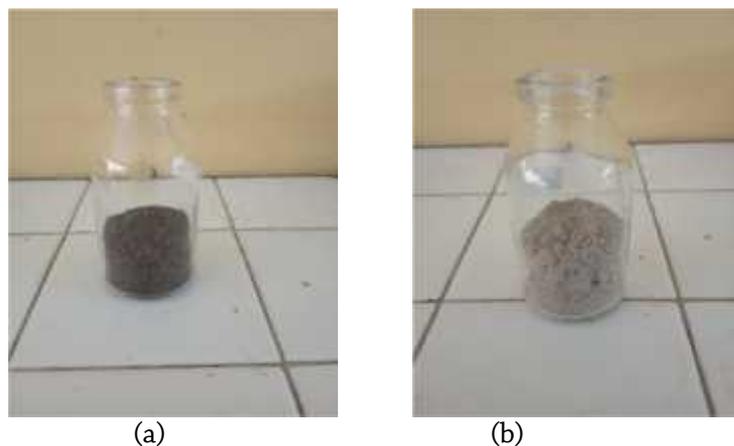
### 2.6.3. Kadar ALB

Sebanyak 0,5 g CPO dilarutkan kedalam larutan etanol netral kemudian dipanaskan hingga mendidih. Selanjutnya ditambahkan 3 tetes indikoator PP lalu dititrasi dengan larutan KOH 0,005 N. hingga warna merah muda dan dicatat volume larutan KOH yang dipakai. Analisa dilakukan 3 kali pengulangan<sup>[5]</sup>. Perhitungan kadar % ALB menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ ALB} = \frac{25,6 \times N \times V}{V^*}$$

## 3. Hasil dan Pembahasan

Sampel ATKS diperoleh dari hasil pembakaran tandan kosong sawit yang diayak dengan ayakan 100 mesh yang berfungsi untuk memisahkan abu dengan pengotor-pengotor besar ukurannya seperti arang. Kemudian dikalsinasi pada suhu 500°C selama 2 jam yang bertujuan untuk menghilangkan sisa bahan organik yang terkandung. 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. Keberadaan karbon yang terdekomposisi dapat dilihat dari perubahan fisik arang yang awalnya kehitaman menjadi putih keabuan setelah dilakukan proses kalsinasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



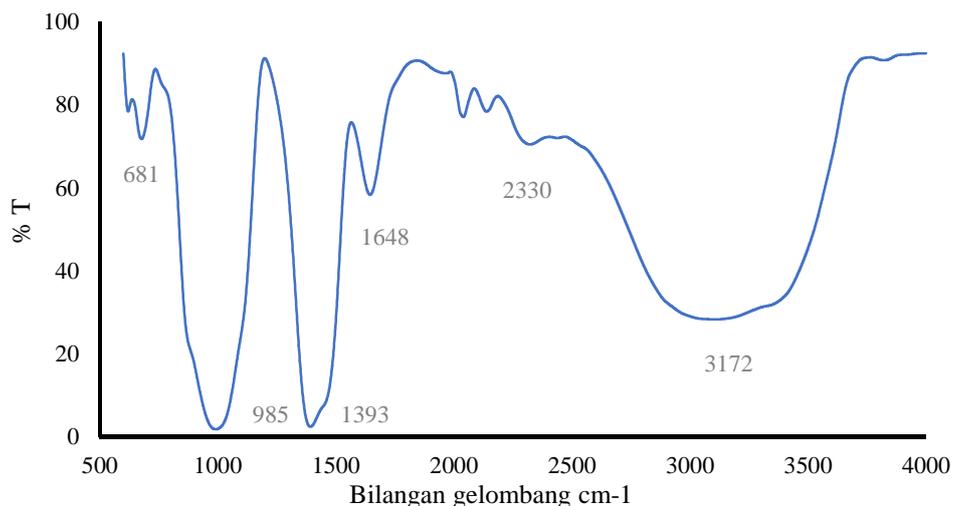
Gambar 1. Perbandingan Fisik Arang TKS (a) dan Abu TKS (b)

Karakteristik awal yang dilakukan terhadap adsorben ATKS yaitu penentuan kadar air dan kadar abu. Penentuan kadar air dilakukan dengan metode gravimetri yakni dengan menghitung kuantitas atas jumlah sampel berdasarkan perhitungan selisih berat zat agar dapat mengetahui berat adsorben sebelum dan sesudah diuapkan dengan oven pada suhu 100 °C selama 1 jam sedangkan pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan adsorben ATKS dalam *furnice* pada suhu 500 °C selama 3 jam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa persentase kadar air dan kadar abu masing-masing sebesar 0,067% dan 0,175%. Hasil tersebut menunjukkan rendahnya persentase kadar air dan kadar abu karena semakin kecil kadar air dan kadar abu maka semakin besar kemampuan adsorben untuk mengadsorpsi adsorbat karena kandungannya yang lebih sedikit.

Table 1. Analisis XRF sampel ATKS

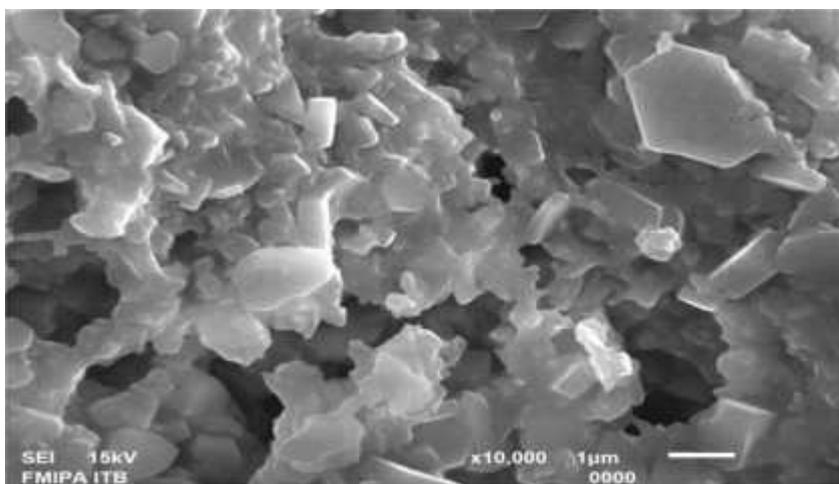
Parameter	Abu tanpa kalsinasi (%)	Abu dengan kalsinasi (%)
K	45,56	44,24
Si	12,83	13,3
Ca	17,26	16
Mg	9,53	11,14
Fe	1,76	1,73

Hasil analisis XRF pada sampel ATKS ditunjukkan pada Tabel 1. Unsur terbanyak yang terkandung pada ATKS yaitu logam kalium. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Usman *et al* (2007) yang menyebutkan bahwa kandungan komposisi logam pada abu yang paling tinggi yaitu logam kalium. Abu hasil kalsinasi menunjukkan komposisi kandungan yang serupa dengan abu tanpa kalsinasi namun dengan persentase yang berbeda. Nilai yang diperoleh menunjukkan bahwa proses kalsinasi tidak berpengaruh terhadap kenaikan jumlah kandungan logam pada abu namun terdapat sedikit peningkatan yang terjadi dikarenakan beberapa unsur lainnya mengalami penurunan intensitas akibat proses kalsinasi. Hal tersebut dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia yang berbeda dari setiap unsur sehingga memiliki kestabilan yang berbeda saat dipanaskan pada temperatur tinggi.



Gambar 2. Hasil Analisis Spektra FTIR Adsorben ATKS

Hasil analisis spektra FTIR (Gambar 2) dari sampel ATKS menunjukkan terdapat bilangan gelombang  $3172\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur gugus hidroksil (O-H) dari molekul  $\text{H}_2\text{O}$  sedangkan gugus fungsi nitril (C N) yang lingkungan ikatan rangkap tiga terletak pada bilangan gelombang  $2330\text{ cm}^{-1}$  yang termasuk senyawa nitril. Vibrasi ulur gugus karbonil (C=O) terdapat pada bilangan gelombang  $1648\text{ cm}^{-1}$  yang diidentifikasi sebagai karbonat ( $\text{CO}_3$ ). Vibrasi tekuk gugus fungsi C-H terdapat pada bilangan gelombang  $1393\text{ cm}^{-1}$  yang termasuk senyawa ikatan - glikosidik serta vibrasi ulur C-O pada bilangan gelombang  $985\text{ cm}^{-1}$ .

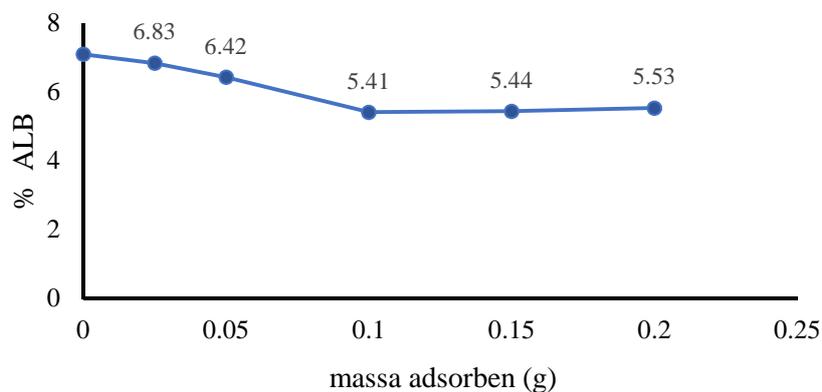


Gambar 3 Hasil Analisis SEM Adsorben ATKS perbesaran 10.000x

Adsorben ATKS juga dikarakterisasi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), bertujuan untuk melihat morfologi permukaan sampel ATKS yang ditunjukkan pada Gambar 3. Berdasarkan hasil analisis SEM diatas menunjukkan mikrograf SEM sampel ATKS memiliki bentuk yang tidak beraturan. Mikrograf diambil untuk setiap ukuran partikel  $0,859\text{ }\mu\text{m}$  dan  $2,676\text{ }\mu\text{m}$  dengan perbesaran 10.000x. Secara keseluruhan sampel terlihat dengan jelas bahwa permukaan tidak rata yang mengindikasikan adanya ukuran partikel yang cukup beragam dengan distribusi yang tidak merata pada permukaan serta partikel pada perbesaran 10.000x tidak memiliki pori-pori.

Selanjutnya dilakukan proses adsorpsi ALB dalam CPO menggunakan adsorben ATKS. Peningkatan kadar ALB yang tinggi dalam CPO terjadi karena adanya aktifitas dari enzim lipase yang menimbulkan ketengikan dan meningkatkan kadar kolestrol dalam minyak<sup>[3]</sup>. Penelitian

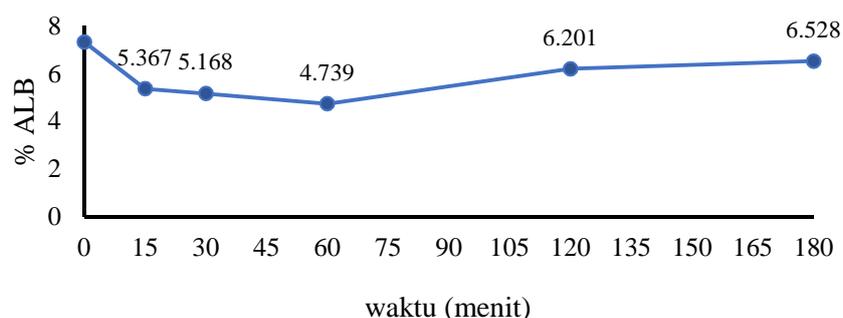
adsorpsi ALB menggunakan metode *batch*. Kadar ALB dalam CPO biasanya hanya dibawah 5%<sup>[5]</sup>. Penelitian ini ditentukan pengaruh massa optimum adsorben dalam menyerap ALB dalam CPO yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh massa adsorben ATKS terhadap Penurunan ALB

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi awal ALB sebesar 7,09%, penurunan persentase yang paling rendah terdapat pada massa 0,1 g dengan persentase penurunan ALB sebesar 5,41%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka semakin banyak pula kadar ALB yang teradsorpsi. Kenaikan persentase ALB yang diadsorpsi oleh adsorben ATKS terjadi pada variasi massa 0,15 dan 0,2 g dari variasi massa tersebut maka tidak menutup kemungkinan terjadi interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang saling bertumbukan sehingga tidak efektif lagi dalam mengadsorpsi karena akan menyebabkan penurunan efisiensi adsorpsi<sup>[6]</sup> sehingga massa optimum yang baik pada penelitian ini yaitu massa adsorben ATKS sebanyak 0,1 g.

Pada penelitian ini juga ditentukan waktu kontak optimum yang bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan adsorben ATKS dalam mengadsorpsi ALB dalam CPO. Hasil yang diperoleh dari penentuan waktu kontak optimum disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Pengaruh Waktu Kontak Adsorben ATKS terhadap Penurunan ALB

Gambar 5 menunjukkan kadar awal ALB sebesar 7,33%, penurunan persentase yang paling rendah terdapat pada waktu 60 menit dengan persentase penurunan ALB sebesar 4,739%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorben ATKS yang akan berinteraksi dan bertumbukkan dengan ALB pada CPO. Kenaikan persentase ALB yang diadsorpsi oleh adsorben ATKS terjadi pada waktu 120 dan 180 menit. Naiknya kadar ALB pada waktu kontak 120 dan 180 menit dikarenakan pada keadaan ini kemampuan adsorpsi adsorben ATKS telah menurun dan peningkatan waktu kontak tidak meningkatkan adsorpsi secara signifikan sehingga waktu optimum yang baik pada penelitian ini yaitu selama 60 menit.

Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik CPO

Karakteristik Kualitas	CPO non adsorben	CPO + adsorben ATKS	SNI No 01-2901-2006
Kadar air (%)	0,0025	0,00119	0,5
Kadar kotoran (%)	0,8847	0,8408	0,5
Kadar ALB (%)	7,321	6,297	5

CPO sebelum dan sesudah diadsorpsi tidak berubah secara signifikan terhadap kadar air dan kadar kotoran. Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air tidak lebih dari 0,5% dan kadar kotoran lebih dari 0,5% tetapi efektifitas adsorben ATKS berkerja dengan baik karena dapat menurunkan kadar air dan kadar kotoran walaupun selisihnya tidak jauh.

Parameter uji selanjutnya dalam analisis sampel CPO yaitu kandungan ALB. Prosedur ini diawali setelah memperoleh massa optimum dan waktu kontak optimum untuk mengadsorpsi ALB pada CPO. Hasil yang diperoleh pada kadar ALB tanpa adsorben yaitu sebesar 7,321% sedangkan kadar ALB menggunakan adsorben sebesar 6,297%. Selisih kedua kadar tersebut sebesar 1,024%. Kadar ALB tersebut masih tergolong tinggi dari standar SNI karena CPO yang digunakan pada penelitian ini memiliki kadar ALB yang tinggi dikarenakan lama nya waktu penyimpanan sehingga secara langsung terjadi proses hidrolisis dan oksidasi yang dipercepat juga dengan adanya kandungan air dalam CPO. Efektivitas adsorben ATKS berkerja dengan baik karena dapat menurunkan kadar ALB yang tinggi dengan persen adsorpsinya sebesar 6,46%. Mekanisme adsorpsi yang berlangsung secara netralisasi. Berikut reaksi antara ALB dan  $K_2CO_3$  yang terdapat pada adsorben ATKS:



Tabel 3. Parameter Adsorpsi Langmuir dan Freundlich

Jenis adsorben	Model Isoterm Adsorpsi	Parameter adsorpsi	Nilai perhitungan
ATKS	Langmuir	$K_L$	5,7770
		$q_m$	0,8008
		$R^2$	0,8845
ATKS	Freundlich	$K_F$	2,1296
		$n$	0,4650
		$R^2$	0,0137

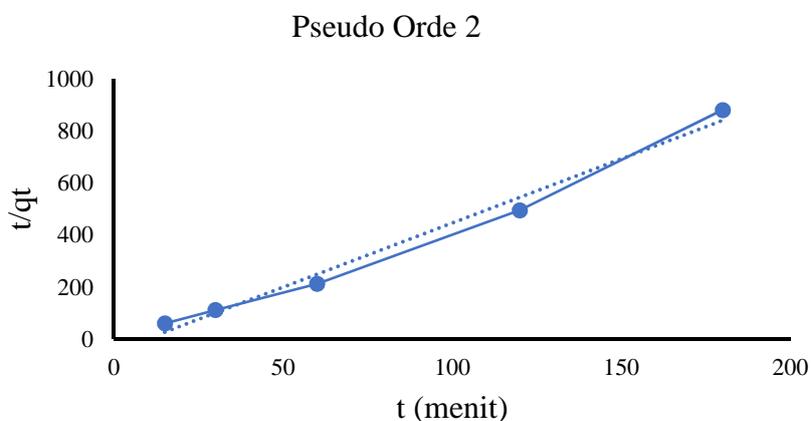
Adsorpsi ALB pada CPO oleh adsorben ATKS mengikuti pola isoterm Langmuir dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) 0,8845 yang menunjukkan pada proses adsorpsi didominasi adsorpsi monolayer dan menunjukkan bahwa proses adsorpsi ALB oleh adsorben ATKS lebih dominan terjadi secara kimia karena adanya ikatan kimia antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Pola isoterm adsorpsi Langmuir menyatakan laju reaksi akan bergantung pada permukaan yang homogen dan

adsorpsi terjadi secara monolayer. Parameter  $q_m$  menunjukkan kapasitas maksimum monolayer adsorben dan parameter  $K_L$  yang disebut konstanta afinitas menunjukkan kekuatan ikatan molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi maksimum adsorben ATKs menurut adsorpsi Langmuir adalah 0,8008 mg/g.

Tabel 4. Parameter Kinetika Adsorpsi

Model Kinetika	Parameter	Nilai
Orde 1	$k_1$	-0,0007
	$R^2$	0,5676
Orde 2	$k_2$	-0,0003
	$R^2$	0,6282
Pseudo Orde 1	$q_e$	3,3947
	$k_1$	$-4,606 \times 10^{-3}$
	$R^2$	0,6717
Pseudo Orde 2	$q_e$	0,2029
	$k_2$	-0,5170
	$R^2$	0,9857

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa adsorpsi ALB pada CPO oleh adsorben ATKs mengikuti model reaksi pseudo orde 2 yang ditandai dengan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) 0,9857. Hal ini menunjukkan bahwa 98,57% data dapat dijelaskan dengan persamaan model kinetika pseudo orde 2. Asumsi model kinetika pseudo orde dua yaitu kapasitas adsorpsinya sebanding dengan jumlah situs aktif dari adsorben. Banyak faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi antara lain konsentrasi awal adsorbat, temperatur, ukuran partikel dan sifat zat terlarut. Faktor-faktor ini juga dapat terjadi oleh adanya perbedaan jenis adsorben yang digunakan. Jenis adsorben yang berbeda memiliki polaritas, sisi aktif permukaan, luas area permukaan, porositas, ukuran partikel, pH dan kandungan air yang berbeda<sup>[7]</sup>. Gambar 5 menunjukkan adsorpsi ALB pada CPO dengan adsorben ATKs memiliki nilai kapasitas adsorpsi ( $q_e$ ) sebesar 0,2029 mg/g dan konstanta laju adsorpsi pseudo orde 2 ( $k_2$ ) sebesar  $-0,517 \text{ g mg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .



Gambar 6. Grafik Pseudo Orde 2 Adsorpsi ALB dalam CPO oleh Adsorben ATKs

#### 4. Simpulan

Karakteristik kadar air dan kadar abu ATKS sebesar 0,067% dan 0,175%. Hasil analisis XRF sampel ATKS menunjukkan bahwa logam kalium merupakan kandungan terbesar dalam sampel ATKS. Analisis FTIR menunjukkan penyerapan pada bilangan gelombang 3172  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur gugus hidroksil (O-H) dari molekul  $\text{H}_2\text{O}$ . Karakteristik lainnya pada bilangan gelombang 1648  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur C=O yang diidentifikasi sebagai karbonat ( $\text{CO}_3$ ). Massa optimum dan waktu kontak optimum yang digunakan dalam proses adsorpsi ALB dalam CPO yaitu pada massa 0,1 g selama 60 menit. Model isoterm adsorpsi yang dominan yaitu isoterm adsorpsi Langmuir dan model kinetika adsorpsi yang diikuti yaitu model kinetika adsorpsi pseudo orde 2.

#### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak atas fasilitas yang telah disediakan serta peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Intan Syahbanu S.Si, M.Si dan Ibu Imelda H. Silalahi Ph.D yang telah membantu penelitian ini baik dari masukkan dan saran.

#### Referensi

- [1] Ketaren S. (2008). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Penerbit UI Press, Jakarta.
- [2] Clowutimon W, Kitchaiya P, Assawasaengrat P. (2011). *Adsorption of free fatty acid from crude palm oil on magnesium silicate derived from risk husk*. *Engineering Journal* 15 (3), 15-26.
- [3] Usman T, Rahmalia W, Kurniawan A. (2007). *Uji Efektifitas Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Pengganti Soda Ash dalam Pengolahan Air Minum*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
- [4] Mu'jizah S. (2010). *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera* L) dengan NaCL sebagai Bahan Pengaktif*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- [5] Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2006). *Minyak Kelapa Swit Mentah (CPO) (SNI 01-2901-2006)*. Departemen Perdagangan, Jakarta.
- [6] Kundari N.A dan Slamet W. (2008). *Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit*. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- [7] Putro A.N.H dan Ardhiyany S.A. (2010). *Proses Pengambilan kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrophobik*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang (Skripsi).