



ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS PADA CRUDE PALM OIL MENGUNAKAN ZEOLIT TERAKTIVASI K_2CO_3

Nia Dahlia, Winda Rahmalia, Thamrin Usman*

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat, Indonesia

*Corresponding author: thamrin_usman@untan.ac.id

ARTICLE INFO

Articel history:

Received
24 September 2019
Accepted
3 October 2019
Available online
10 October 2019

Keywords:

ALB, CPO, Zeolite

ABSTRACT

Research on the use of K_2CO_3 -activated zeolite as an adsorbent for free fatty acid (FFA) adsorption on crude palm oil (CPO) has been done. CPO is one of the mainstay products of Indonesian plantations which are used as raw material for cooking oil. The aim of this study to determine the adsorption capacity of activated zeolites against free fatty acid of CPO. The results showed that the iodium uptake capacity of zeolites before activation was 495.6%, activated zeolites were 527.1% and impregnated zeolites were 642.6%. The number of zeolites with the best absorption was 2 grams and ALB was absorbed 4.079% for activated zeolites (ZAA), 4.98% for impregnated zeolites (ZAI), and the water content and impurities were still below SNI standards. The CPO adsorption process with zeolites shows the Langmuir model with a correlation value (R^2) of 0.9999 for ZAA and (R^2) of 0.9976 for ZAI. The results showed that activated zeolites had lower absorption than impregnated zeolites.

© 2019 IJoPAC. All rights reserved

1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu perkebunan di Indonesia yang perkembangannya sangat pesat. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia setiap tahunnya meningkat sekitar 2,77 hingga 11,33%^[1]. Luas area perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat pada tahun 2017 mencapai 1.497.841 Ha^[2]. Kelapa sawit terdiri dari perikarp dan biji. Biji tersusun oleh endokarp dan endosperm. Endokarp adalah tempurung kulit biji yang berwarna hitam dan keras, dan endosperm adalah daging biji yang berwarna putih dimana dari bagian ini dihasilkan minyak inti sawit. Perikarp tersusun atas epikarp dan mesokarp. Epikarp merupakan kulit buah yang licin dan keras, sedangkan mesokarp adalah bagian daging buah yang berserabut dan mengandung minyak yang dapat menghasilkan minyak sawit mentah (*Crude palm oil/CPO*)^[3].

CPO merupakan salah satu andalan produk perkebunan Indonesia yang digunakan sebagai bahan baku minyak goreng yang memiliki kandungan α - dan β -karoten, tokoferol dan tokotrienol^[4]. Selain itu CPO juga mengandung beberapa komponen non gliserida seperti air, asam lemak bebas (ALB), serta beberapa unsur logam yang dapat mempengaruhi stabilitas minyak. Kadar ALB dalam konsentrasi tinggi yang terikat dalam CPO akan sangat merugikan. Tingginya kadar ALB tersebut

dapat mengakibatkan penurunan randemen pada hasil olahan CPO yaitu sekitar kurang lebih 5-13%^[5]. Kenaikan ALB pada CPO disebabkan oleh adanya proses hidrolisa selama penyimpanan. Kenaikan ALB selama penyimpanan akan mempengaruhi hasil randemen minyak dari pengolahan CPO^[6].

Penurunan kadar ALB pada CPO dapat dilakukan dengan cara adsorpsi. Adsorpsi untuk menurunkan ALB pada CPO dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit sebagai adsorben. Zeolit alam sangat baik digunakan sebagai adsorben karena mempunyai daya serap tinggi, luas permukaan yang besar, memiliki pori yang banyak dan harganya yang relatif murah serta banyak terdapat di Indonesia^[7]. Namun zeolit alam memiliki kelemahan yaitu mengandung pengotor seperti Na, Ca, Mg dan Fe serta kristalinitasnya yang kurang baik^[8]. Keberadaan pengotor-pengotor tersebut dapat mengurangi aktivitas zeolit. Aktivasi atau modifikasi dapat dilakukan untuk memperbaiki karakter dari zeolit tersebut. Aktivasi zeolit juga dapat digunakan untuk mengilangkan zat-zat pengotor dan dapat memodifikasi luas permukaan serta keasamaan zeolite^[9].

Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran partikel, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi. Tujuan aktivasi secara fisika yaitu untuk memperbesar pori, dan memperluas permukaan, sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan pengasamaan dan basa yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor anorganik^[10]. Menurut penelitian Yulius (2017), aktivasi zeolit menggunakan asam menunjukkan nilai kapasitas adsorpsi terhadap pewarna biru metilena yang lebih kecil dibandingkan dengan aktivasi basa pada konsentrasi yang sama. Kapasitas zeolit dengan aktivasi asam yang dihasilkan pada konsentrasi 3,0 M sebesar 18,39 mg/g, sedangkan pada aktivasi basa sebesar 19,99 mg/g. Basa yang sering digunakan untuk aktivasi zeolit adalah NaOH^[11]. Namun, pada penelitian ini menggunakan K₂CO₃. Penggunaan K₂CO₃ karena K₂CO₃ memiliki toksisitas yang lebih rendah dibandingkan NaOH, serta agar mencegah reaksi penyabunan ketika adsorpsi dengan CPO. Berdasarkan uraian tersebut, maka akan dikaji tentang penurunan kadar asam lemak bebas pada CPO melalui proses adsorpsi menggunakan adsorben zeolit teraktivasi K₂CO₃ dengan 2 perlakuan, perlakuan pertama zeolit direndam menggunakan K₂CO₃ bertujuan untuk meminimalisir pengotor sehingga membuka pori. Perlakuan kedua zeolit diimpregnasi menggunakan K₂CO₃ yang bertujuan untuk menambahkan sisi aktif kimia pada zeolit.

2. Metode

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah bulb, tabung sentrifugasi, ayakan 80 *mesh*, pengaduk magnetik, mortar, sentrifugator, desikator, pemanas, seperangkat alat gelas, timbangan analitik, oven, tanur, perangkat XRD (XpertPro), perangkat SEM-EDS (Hitachi SU 3500), dan FTIR.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah etanol 96%, indikator fenoltalein (PP), minyak sawit mentah (CPO) dari PT. Pundi Lahan Khatulistiwa, etanol 96%, n-heksan (C₆H₁₄) (Merck), kalium hidroksida (KOH) (Merck), kalium karbonat (K₂CO₃) (Merck) dan zeolit alam komersil.

2.2. Preparasi zeolit

Preparasi zeolit dilakukan dengan cara zeolit diubah ukurannya menjadi serbuk kemudian dicuci menggunakan akuades untuk menghilangkan kotorannya. Selanjutnya disentrifugasi untuk memisahkan zeolit dan pasirnya, dikeringkan pada suhu 100 °C selama 6 jam, dan disimpan dalam desikator. Zeolit kering diayak menggunakan ayakan 80 *mesh* untuk menyeragamkan ukuran zeolit.

2.3. Aktivasi dan impregnasi zeolit

Aktivasi zeolit dilakukan secara kimia dengan cara zeolit direndam dalam 100 mL larutan K_2CO_3 dengan konsentrasi 6 M selama 5 jam sambil diaduk. Tahap selanjutnya, zeolit alam dilakukan dua perlakuan, pertama zeolit yang telah direndam K_2CO_3 dicuci dengan akuades lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama 6 jam lalu disimpan didalam desikator (disebut zeolit aktivasi yang disingkat menjadi ZAA). Sedangkan yang kedua tanpa dicuci dengan akuades, kemudian dikalsinasi selama 3 jam pada suhu 300 °C (disebut zeolit impregnasi yang akan disingkat menjadi ZAI). Zeolit teraktivasi selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD dan SEM-EDX.

2.4. Analisis daya serap terhadap iodin

Analisis daya serap terhadap iodin dilakukan dengan menimbang zeolit 0,2 g dan dicampurkan dengan 20 mL larutan iodin 0,1 N. Campuran di aduk selama 15 menit menggunakan pengaduk, kemudian didiamkan selama 15 menit lalu disaring. Filtrat diambil sebanyak 10 mL dan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna kuning pada larutan mulai samar, kemudian tambahkan larutan amilum 1% sebanyak 1 mL sebagai indikator. Titrasi dilakukan hingga warna biru tua larutan berubah menjadi warna bening.

2.5. Uji Karakteristik CPO

2.5.1. Proses adsorpsi CPO menggunakan zeolit

Adsorpsi CPO dilakukan dengan cara CPO diambil \pm 5 g lalu ditambahkan adsorben yang berbeda variasi massa yaitu 0,025 g; 0,05 g; 0,10 g; 0,15 g dan 0,20 g. Kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 55°C dengan menggunakan pengaduk magnet selama 60 menit. Setelah itu, campuran dimasukkan kedalam tabung sentrifus lalu disentrifugasi selama 10 menit. Filtrat yang dihasilkan dianalisis kadar ALB.

2.5.2. Penentuan kadar asam lemak bebas

Penetapan kadar ALB dilakukan dengan memasukkan sebanyak 5 gram filtrat hasil adsorpsi kedalam erlenmeyer 250 mL, dan dititrasi dengan KOH 0,05 N sampai terbentuk larutan berwarna merah muda dan tidak hilang selama 30 detik. Dicatat volume KOH yang digunakan. Titrasi dilakukan secara triplo setelah itu dihitung % ALB.

2.5.3. Penentuan kadar kotoran

Penentuan kadar kotoran dilakukan dengan mengacu pada SNI 01-2901-2006. Kertas saring dicuci dengan menggunakan pelarut *n*-heksan dan kemudian dikeringkan pada suhu 103 °C selama 30 menit. Kertas saring yang telah kering didinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu ditimbang. CPO dilarutkan dengan pelarut *n*-heksan sebanyak 25 mL dan dipanaskan sambil diaduk, kemudian disaring menggunakan pompa vakum. Dilakukan pencucian beberapa kali dengan menggunakan pelarut *n*-heksan sampai kertas saring bersih dari minyak. kertas saring yang telah bersih dari minyak dikeringkan pada suhu 103 °C selama 30 menit. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu timbang beratnya. Pengeringan, pendinginan, dan penimbangan seperti diatas diulangi hingga selisih 2x penimbangan berturut-turut tidak melebihi 0,01% dari berat contoh uji.

2.5.4. Penentuan kadar air

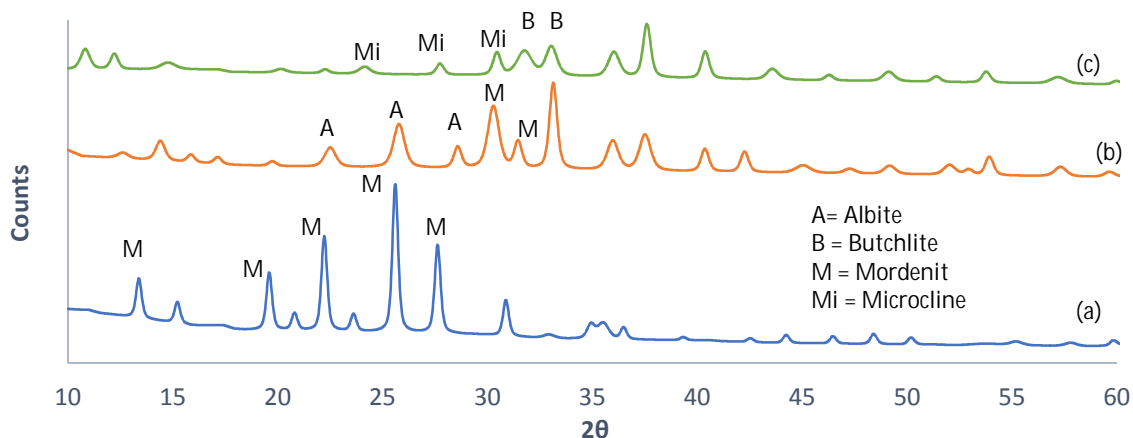
Penentuan kadar air dilakukan dengan mengacu pada SNI 01-2901-2006, yaitu dengan mengeringkan wadah krus yang akan dipakai dalam oven pada suhu 103 °C sekitar 30 menit,

dinginkan dalam desikator, lalu ditimbang. CPO yang sudah dipanaskan dimasukkan kedalam krus yang sudah dikeringkan sebanyak 1 g. Krus yang berisi CPO kemudian dimasukkan kedalam desikator hingga suhu minyak mencapai suhu ruang, lalu ditimbang. Selanjutnya, krus yang berisi CPO dipanaskan kembali dalam oven pada suhu 103 °C selama 30 menit, kemudian di masukkan ke dalam desikator, didinginkan selama 15 menit, lalu ditimbang. Pemanasan dan penimbangan seperti diatas dilakukan beberapa kali sampai sellisih berat antara 2 penimbangan berturut-turut tidak melebihi 0,02% dari berat contoh uji.

3. Hasil dan Diskusi

Zeolit alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit mordenit dengan adanya puncak-puncak spesifik antara lain pada $2\theta = 13,37^\circ ; 19,58^\circ ; 22,20^\circ ; 25,58^\circ ; 27,60^\circ$, dimana puncak khas untuk mordenit terdapat pada dua puncak yang paling tertinggi yaitu pada $2\theta = 25,631^\circ ;$ dan $27,651^\circ$ JCPDS No.700232. Hasil ini bersesuaian dengan Wustoni, yang melaporkan bahwa pola khas zeolit mordenit terletak pada sudut 2θ utama yaitu $13,26^\circ$ dan $27,6^\circ$. Mordenit merupakan zeolit berpori besar dan memiliki struktur kristal ortorombik^[12].

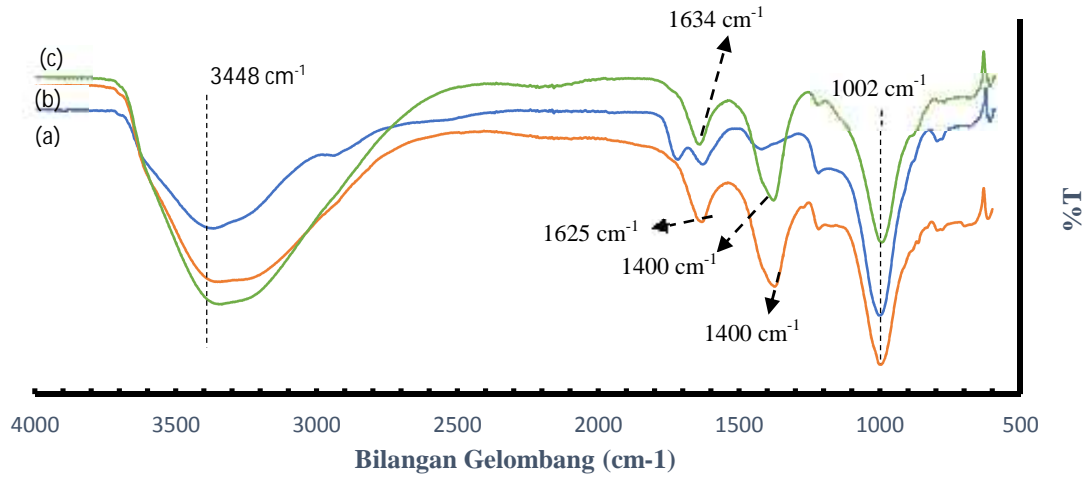
Pola XRD ZAA setelah aktivasi pada Gambar 1. menunjukkan terjadinya perubahan struktur kristal mordenit menjadi albite, dengan adanya puncak-puncak spesifik. Berdasarkan data *inorganic crystal structure database* (ICDD), puncak albite pada sudut $2\theta = 22,12^\circ ; 25,58^\circ ; 27,77^\circ$ ICDD No.01-075-1142. Namun demikian ZAA masih mengandung mordenit dengan masih teramatinya puncak pada sudut $2\theta = 29,95^\circ ; 31,13^\circ$ ICDD No.01-073-6548. Sedangkan difraktogram dari ZAI menunjukkan adanya puncak-puncak microcline pada sudut $2\theta = 25,71^\circ ; 26,71^\circ ; 27,70^\circ$ ICDD No.01-070-6187. Hasil XRD juga menunjukkan adanya puncak-puncak butscelite pada sudut $2\theta = 31,20^\circ ; 33,34^\circ$ ICDD No.01-083-1590.



Gambar 1. Difraktogram Sinar-X Zeolit, (a) Zeolit sebelum aktivasi, (b) Zeolit setelah aktivasi dan (c) Zeolit setelah impregnasi

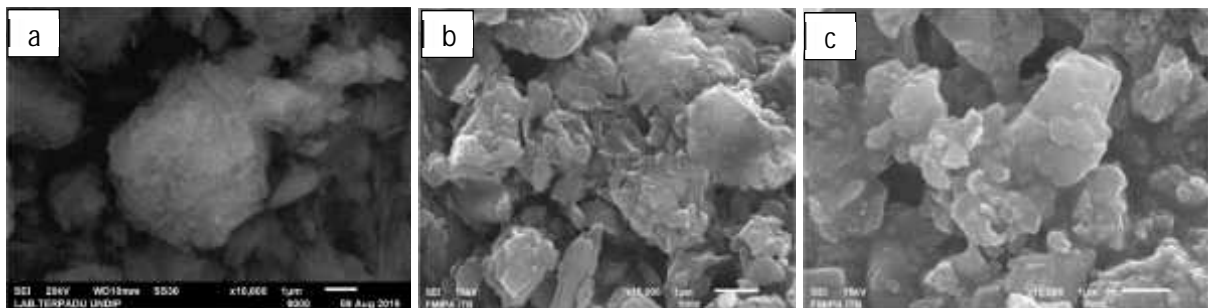
Berdasarkan hasil spektra FTIR (Gambar 2) dari zeolit terdapat puncak karakteristik pada bilangan gelombang 1002 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan O-Si-O atau ikatan O-Al-O dan bilangan gelombang 3448 cm^{-1} yang menunjukkan adanya regangan O-H dari molekul H_2O yang terperangkap dalam kerangka zeolit karena memiliki sifa higroskopis^[13]. Hal ini sesuai dengan Eddy, dkk (2003) yang melakukan penelitian pada ZAP (zeolit alam Ponorogo) yang menunjukkan bahwa pada gelombang $1045,3\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya ikatan O-Si-O atau O-Al-O, dan pada gelombang $3448,5\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus OH. Dimana gugus O-Si-O atau O-Al-O tersebut menunjukkan sebagian dari susunan kerangka zeolit.

Zeolit setelah aktivasi menggunakan K_2CO_3 , pada zeolit ZAA dan zeolit ZAI terdapat puncak karakteristik lainnya pada bilangan gelombang 1600-1400 cm^{-1} . Serapan yang muncul pada bilangan gelombang 1634 cm^{-1} dan 1625 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk O-H dari molekul H_2O ^[14]. Munculnya pita baru pada gelombang 1400 cm^{-1} yang tidak ada pada zeolit sebelum aktivasi, menunjukkan vibrasi C-O dari CO_3 ^[15].



Gambar 2. Spektra FTIR Zeolit, (a) Zeolit sebelum aktivasi, (b) ZAA dan (c) ZAI

Zeolit sebelum aktivasi, ZAA dan ZAI juga dikarakterisasi menggunakan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray*), bertujuan untuk melihat morfologi permukaan material zeolit dan untuk mengetahui komposisi unsur. foto SEM zeolit ZAA dan ZAI masing-masing disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil SEM Zeolit, (a) Zeolit sebelum aktivasi, (b) ZAA dan (c) ZAI

Gambar 3. menunjukkan bahwa zeolit sebelum aktivasi, ZAA dan ZAI terdiri atas butiran-butiran dengan ukuran yang tidak seragam. Hal ini dapat terjadi karena proses penghancuran zeolit yang tidak merata, sehingga distribusi ukuran butir menjadi berbeda. Namun, pada Gambar ZAI dapat diketahui bahwa butiran-butiran zeolit lebih rapih dibandingkan zeolit sebelum aktivasi dan ZAA. Hal ini disebabkan pada proses kalsinasi terjadi peristiwa keluarnya air dan juga oksida-oksida logam^[16]. Sedangkan penampakan dengan adanya gumpalan putih terlihat adanya penempelan ion K pada permukaan zeolite^[17]. Hal ini menunjukkan bahwa dari perlakuan menggunakan K_2CO_3 untuk aktivasi berjalan dengan baik. Ukuran pori pada zeolit sangat mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin banyak pori yang terbuka pada permukaan zeolit maka proses adsorpsi akan berlangsung baik dengan banyaknya adsorbat yang terserap pada pori adsorben.

Untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dari zeolit sebelum aktivasi, ZAA dan ZAI dapat diketahui dari hasil pengukuran analisis EDS.

Tabel 1. Hasil Uji EDS pada Zeolit Sebelum Aktivasi, ZAA dan ZAI

| | Element | Massa (%) | | Element | Massa (%) | | Element | Massa (%) |
|----|---------|-----------|----|---------|-----------|----|---------|-----------|
| | Zeolit | C | | 28,6 | ZAA | | C | 16,99 |
| O | | 35,16 | O | 48,01 | | O | 46,42 | |
| Al | | 5,79 | Al | 2,82 | | Al | 2,44 | |
| Si | | 24,59 | Si | 13,31 | | Si | 12,53 | |
| K | | 1,16 | K | 18,33 | | K | 21,08 | |
| Fe | | 1,65 | Ti | 0,54 | | Ti | 1,29 | |

Tabel 1. menunjukkan bahwa jumlah persen terbesar pada sampel zeolit sebelum aktivasi, ZAA dan ZAI adalah O, K, C dan Si, karena Si dan O merupakan kandungan utama dari zeolit. Dari hasil EDS zeolit sebelum aktivasi menunjukkan bahwa O adalah 35,16%, K 1,16%, C 28,6% dan Si 24,59%. ZAA dapat diketahui bahwa O adalah 48,01%, K 18,33%, C 16,99% dan Si 13,31%. Sedangkan pada zeolit ZAI unsur O 46,42%, K adalah 21,08%, C adalah 16,24% dan Si adalah 12,53%. Berdasarkan hasil EDS dapat diketahui bahwa kandungan senyawa pada zeolit sebelum aktivasi, ZAA dan ZAI masih identik, hanya mengalami sedikit perubahan pada zeolit sebelum aktivasi terdapat Fe, sedangkan pada ZAA dan ZAI tidak terdapat Fe. Selain itu terdapat perubahan jumlah % massanya saja, dimana ada peningkatan jumlah % massa pada K. Hal ini membuktikan bahwa aktivasi zeolit menggunakan K_2CO_3 berjalan dengan baik.

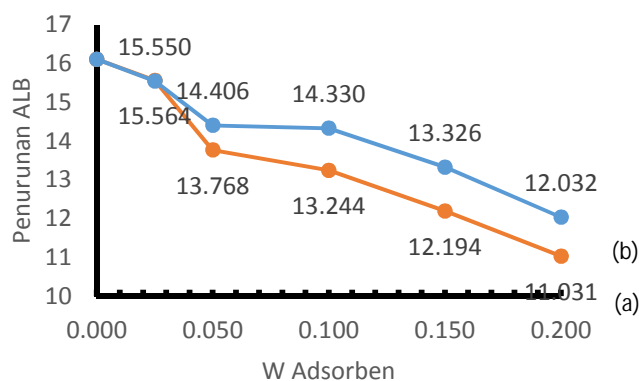
Penetapan daya serap iod merupakan persyaratan umum untuk menilai kualitas zeolit yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan zeolit untuk menyerap zat dengan ukuran molekul yang lebih kecil. Semakin besar angka iod yang dihasilkan maka semakin besar kemampuan dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut^[18].

Tabel 2. Hasil Uji Bilangan Iod Zeolit

| No | sampel | Pengulangan (mg/g) | | | Rata-rata (mg/g) |
|----|--------|--------------------|-------|-------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Zeolit | 529,2 | 478,8 | 478,8 | 495,6 |
| 2 | ZAI | 674,1 | 642,6 | 611,1 | 642,6 |
| 3 | ZAA | 529,2 | 478,8 | 573,3 | 527,1 |

Berdasarkan data pada Tabel 2. terlihat bahwa daya serap iodium tertinggi dihasilkan oleh zeolit yang terimpregnasi yaitu 642,6 mg/g dan daya serap terendah dihasilkan oleh zeolit setelah aktivasi dan zeolit sebelum aktivasi yaitu 527,1 mg/g dan 495,6 mg/g. Namun, hasil bilangan iodin belum memenuhi SNI 06-3730-95 yaitu minimal 750 mg/g. Hal ini dipengaruhi karena masih adanya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit sehingga kemampuan zeolit dalam menyerap iod berkurang^[19].

Pada penelitian ini, adsorpsi ALB dilakukan menggunakan metode *batch*. ALB adalah asam yang dibebaskan pada hidrolisa lemak. Kadar asam lemak bebas dalam CPO, biasanya hanya dibawah 5%^[20]. CPO dengan kadar asam lemak bebas lebih besar dari 5%, jika dicicipi akan terasa pada permukaan lidah dan berbau tengik. Pengaruh kadar asam lemak bebas yang tinggi terhadap mutu produksi minyak akan dapat menimbulkan ketengikan pada minyak^[21].



Gambar 4. Pengaruh Massa Adsorben Zeolit Terhadap Penurunan Asam Lemak Bebas, (a) Zeolit setelah impregnasi (ZAI) dan (b) Zeolit setelah aktivasi (ZAA)

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan maka penurunan rata-rata kadar ALB semakin meningkat. Kadar asam lemak bebas dalam CPO sebelum adsorpsi dengan adsorben sebesar 16,11%. Setelah proses adsorpsi penurunan kadar asam lemak bebas menggunakan adsorben zeolit ZAI 0,2 g menurun hingga 4,98%, sedangkan pada ZAA 0,2 g menurun hingga 4,08%. Hal ini menunjukkan bahwa CPO yang terserap semakin banyak.

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik CPO

| Karakteristik Kualitas | CPO Non Adsorben | CPO + ZAA | CPO + ZAI | SNI 01-2901-2006 |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|
| Kadar Air (%) | 0,002587 | 0,002585 | 0,002533 | <0,2 |
| Kadar Kotoran (%) | 0,0657 | 0,0646 | 0,0636 | <0,3 |

CPO sebelum dan setelah adsorpsi tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap kadar air dan kadar kotoran. Berdasarkan data pada Tabel 3. diperoleh kadar air tidak lebih dari 0,2% dan kadar kotran tidak melebihi 0,3%. Jika dibandingkan dengan mutu standar SNI 01-2901-2006 dan hasil yang diperoleh dari peneliti-peneliti tentang kadar air dan kadar kotoran, penelitian yang dilakukan Ngando (2013) mengenai kualitas CPO (kadar air dan asam lemak bebas) memperoleh hasil kadar air lebih dari 0,2%, hasil ini tidak sesuai dengan standar Codex Alimentarius/FA/WHO 2011 yang menyatakan kadar asam lemak bebas tidak boleh lebih dari 5% dan kadar air tidak boleh lebih dari 0,08%^[22].

Tabel 4. Parameter Isoterm Adsorpsi Langmuir dan Freundlich

| Jenis Adsorben | Model Isoterm Adsorpsi | Parameter Adsorpsi | Nilai Perhitungan |
|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| ZAA | Langmuir | Q _m | 16,36666 |
| | | R ² | 0,9999 |
| | | K _L | 1 |
| | Freundlich | K _F | 6,7127 |
| | | R ² | 0,087 |
| | | n | 0,5199 |
| ZAI | Langmuir | Q _m | 16,6133 |
| | | R ² | 0,9976 |
| | | K _L | 1 |
| | Freundlich | K _F | 51,6654 |
| | | R ² | 0,323 |
| | | n | 1,2296 |

Pada adsorpsi CPO dengan zeolit menunjukkan nilai korelasi model Langmuir lebih besar dibandingkan model Freundlich dengan koefisien korelasi (R^2) 0,9999 untuk ZAA dan koefisien korelasi (R^2) 0,9976 untuk ZAI, menunjukkan bahwa proses adsorpsi didominasi adsorpsi monolayer. Isoterm langmuir menggambarkan adsorpsi kimia pada satu sisi aktif dimana ketika molekul menempel pada sebuah sisi aktif maka tidak akan terjadi penyerapan lebih lanjut^[23]. Perbedaan kemampuan adsorpsi CPO antara adsorben zeolit ZAA dengan ZAI tidak terlalu besar, hal ini dimungkinkan karena K_2CO_3 tidak menambah situs aktif adsorben tetapi hanya menempati situs aktif dari zeolit ZAI sehingga secara kuantitatif tidak terjadi penambahan situs aktif adsorben.

4. Simpulan

Zeolit teraktivasi K_2CO_3 yang digunakan dapat digunakan sebagai adsorben pada proses penurunan kadar asam lemak bebas pada *Crude Palm Oil* (CPO). Hasil difraktogram XRD zeolit menunjukkan pola khas mordenit, zeolit ZAA menunjukkan pola khas albite dan mordenit, sedangkan zeolit ZAI menunjukkan pola khas Butchlite dan Microcline. Analisis dengan FTIR menunjukkan penyerapan pada bilangan gelombang 1002 cm^{-1} dan 1400 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi ikatan O-Si-O dan O-Al-O. Zeolit ZAA dapat menurunkan kadar ALB sebesar 4,079% dan ZAI menurunkan ALB sebesar 4,98%, serta kadar air dan kadar kotorannya masih dibawah standar SNI. Zeolit ZAI dapat menurunkan kadar ALB lebih banyak dibandingkan zeolit ZAA. Proses adsorpsi CPO dengan zeolit menunjukkan model Langmuir lebih besar dibandingkan dengan model Freundlich.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Imelda H. Silalahi, Ph, D dan Intan Syahbanu, S.Si, M.Si.

Referensi

- [1] Badan Pusat Statistik, 2016, *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*, Badan Pusat Statistik, Jakarta
- [2] Direktorat Perkebunan, 2016, *Statistik Perkebunan Indonesia, 2014-2016 : Kelapa Sawit (Oil Palm)*, Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta
- [3] Sunarno, dan Silvia, R.Y., 2013, Pembuatan Zeolit Sintesis dan Aplikasinya Sebagai Katalis pada Cracking Cangkang Sawit menjadi Bio-Oil, *Jurnal Eknobiologi*, Vol IV (1): 35-39
- [4] Rifin, A., 2017, Efisiensi Perusahaan Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia, *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, Vol 14 (2)
- [5] Kurniati, Y., dan Wahono, H.S., 2015, Pengaruh Basa dan NaOH dan Kandungan ALB CPO terhadap Kualitas Minyak Kelapa Sawit Pasca Netralisasi, *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, Vol 3 (1)
- [6] Adanan, I., 2012, Pengaruh Waktu Penyimpanan CPO Terhadap Kenaikan Asam Lemak Bebas (ALB) pada Oil Tank, Oil Purifier dan Vacuum Dryer, *Tesis*
- [7] Widi, A.M., Amin, dan Aprimal, 2006, Pemucatan Minyak Kelapa Sawit (CPO) dengan cara Adsorpsi Menggunakan Zeolit Alam Lempung, *Jurnal Zeolit Indonesia*, 5 (2)
- [8] Yuanita, L.D., 2010, Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara, *Juridik Kimia*, UNY
- [9] Yunita, D., 2009, Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam, *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY*

- [10] Ertan, A., and Ozkan, 2005, CO₂ and N₂ Adsorption on the Acid (HCl, HNO₃, H₂SO₄, and H₃PO₄) Treated Zeolites, *Adsorption*, 11: 151-156
- [11] Laeli, K.M., Djaeni, dan Aplilina, P., 2011, Aktivitas Zeolit Alam Sebagai Adsorben pada Alat Pengereng Bersuhu Rendah, *Reaktor*, Vol 13 (3) : 178-184
- [12] Handoyo, R., Heri, P., Siti, S., Iis, N., Nita, Y., Amelia, R., dan Ratna, K., 2005, Peningkatan Rasio Si/Al Zeolit Alam Mordenit sebagai Bahan Dasar Zeolit Katalis, *Jurnal Zeolit Indonesia*, Vol 4 (1)
- [13] Anwar, D.I., 2011, *Sintesis Komposit Fe-TiO₂-SiO₂ sebagai Fotokatalisis pada Degradasi Erionyl Yellow*, Tesis, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- [14] Zuhriah, S., 2011, *Degradasi Zat Warna Methyl Orange menggunakan Fotokatalis ZnO-Zeolit dengan Sinar UV*, Skripsi, FMIPA Universitas Brawijaya, Malang
- [15] Farradina, C.S., 2015, Adsorpsi Hidrogen pada Material Karbon Tertemplat Zeolit-Y dengan Aktivasi K₂CO₃, *Tesis*
- [16] Prasetyo, A., Rini, N., Susi, N.K., dan Agie, B., 2012, Analisis Permukaan Zeolit Alam Malang yang Mengalami Modifikasi Pori dengan Uji SEM-EDS, *Sainstis*, 1 (2): 2089-0699
- [17] Lalang, B.R., Suci, A., dan Susi, N.K., 2012, Pengaruh Impregnasi Logam Titanium pada Zeolit Alam Malang Terhadap Luas Permukaan Zeolit, *Alchemy*, Vol 2 (1)
- [18] Alfiany, H., Bahri, S., dan Nurakhirawati, 2013, Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam, *Jurnal Natural Science*, vol 2 (3)
- [19] Safi'i, F.F., dan Minarlis, 2013, Pemanfaatan Limbah Padat Proses Sintesis Pembuatan Furfural dari Sekam Padi Sebagai Arang Aktif, *Journal of Chemistry*, Vol 2 (2)
- [20] SNI, 2006, Standar Nasional Indonesia Minyak Kelapa Sawit Mentah (Crude Palm Oil) 01-2901-2006, BSN, Jakarta
- [21] Sopianti, D.S., Herlina, Handi, T.S., 2017, Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng, *Jurnal Katalisator*, Vol 2 (2)
- [22] Ngado, E., 2013, Some Quality Parameters of Crude Palm Oil from Major Markets of Douala, Cameroon, *African Journal of Food Sciene*, Vol 7: 473-478
- [23] Rasaouli, M., Yaghobi, N., and Hafezi, M., 2012, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18, 1970-1976