

SINTESIS ZEOLIT-KARBON AKTIF BERBASIS ABU BOILER PABRIK KELAPA SAWIT SEBAGAI ADSORBEN ASAM LEMAK BEBAS DAN KAROTEN PADA CRUDE PALM OIL

Taranipa Marfitania*, Yunianto, Hariyanto, Koko Pratama Saragih, Ria Januarti
Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan, Indonesia
Email: t.marfitania@ptki.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan cangkang dan serat kelapa sawit sebagai bahan bakar boiler di pabrik kelapa sawit sangat direkomendasikan untuk memelihara siklus pemanfaatan yang berkelanjutan. Pembakaran cangkang dan serat kelapa sawit menghasilkan limbah berupa abu yang belum dimanfaatkan dan dikelola secara optimal sehingga berpotensi untuk mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan abu boiler pabrik kelapa sawit (ABKS) sebagai bahan baku pembuatan adsorben asam lemak bebas dan karoten pada proses bleaching crude palm oil (CPO). Dari hasil karakterisasi dengan EDX, ABKS mengandung Si; Al; C sebesar 40,71%; 6,10%; 0,66%. ABKS terindikasi mengandung mineral kuarsa dan kristobalit dari spektrum XRD yang dihasilkan. Dari proses kalsinasi dengan NaOH yang dilanjutkan dengan proses hidrotermal pada suhu 100 °C selama 24 jam menghasilkan komposit zeolit karbon (ZKA) yang diketahui dari hasil karakterisasi dengan XRD dan EDX yang mana komposit terindikasi mengandung mineral zeolit analcime dan karbon. Morfologi komposit yang dihasilkan adalah berpori dan partikel memiliki keseragaman ukuran yang cukup baik. Berdasarkan hasil analisa asam lemak bebas dan karoten dari CPO sebelum dan sesudah bleaching, ZKA mampu menurunkan asam lemak bebas CPO sebesar 15,67% dan menurunkan karoten dari CPO sebesar 16,34%. Komposit yang dihasilkan memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap asam lemak bebas dan karoten yang terdapat di dalam CPO serta menjadi solusi pemanfaatan limbah biomassa sebagai penerapan sirkular ekonomi pada industri pengolahan kelapa sawit.

Kata Kunci: abu boiler, adsorpsi, bleaching, asam lemak bebas, karoten, CPO

Abstract

The application of palm shells and fibers as boiler fuel in palm oil mills is highly recommended to maintain a sustainable utilization cycle. The combustion of palm oil shells and fibers producing non-optimally utilized and managed ash generates a high potential for environmental pollution. This research aims to utilize palm oil mill boiler ash (ABKS) as raw material for zeolite/activated-carbon (ZKA) composite synthesis. ZKA composite uses as free fatty acids and carotenes adsorbent in the bleaching process of crude palm oil (CPO). Based on the results of characterization with EDX and XRD, ABKS contains Si; Al; C of 40.71%; 6.10%; 0.66% and indicates to contain quartz and cristobalite minerals. The calcination process with NaOH followed by a hydrothermal process at a temperature of 100 °C for 24 hours produces ZKA which is known from the results of characterization using XRD and EDX where the composite is indicated to contain analcime zeolite and carbon. Based on SEM characterization results, the morphology of the ZKA composite is porous and have good particle size distribution. Based on the results of analysis of free fatty acids and carotenes from CPO before and after bleaching, ZKA composite reduces 15.67% of free fatty acids and 16.34% of carotenes. The resulting

How to cite:

Taranipa Marfitania, Yunianto, Hariyanto, Koko Pratama Saragih, Ria Januarti (2024) Sintesis Zeolit-Karbon Aktif Berbasis Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas dan Karoten pada Crude Palm Oil, (5) 1,

E-ISSN:

2722-5356

Published by:

Ridwan Institute

composite has good adsorption capabilities for free fatty acids and carotenes and may be a solution for utilizing biomass waste as a circular economy application in the palm oil industry.

Keywords: Boiler Ash, Adsorption, Bleaching, Free Fatty Acids, Carotenes, CPO

Pendahuluan

Kelapa sawit memiliki peranan penting dalam perekonomian nasional sebagai hasil dari pengaruh permintaan dunia terhadap minyak nabati yang masih tinggi yaitu mencapai 5 (lima) juta ton per tahun (Kemenperin, 2021);(Nasution, 2021). Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati dengan efisiensi tertinggi. Kelapa sawit memiliki daerah pemanfaatan yang luas hampir di setiap bagian tanamannya dapat dimanfaatkan (Foo & Hameed, 2009). Pemanfaatan kelapa sawit yang meningkat beberapa tahun ini berdampak pada jumlah biomassa yang dihasilkan (Prianti, Malino, & Lapanoro, 2015);(Ginayati, Faisal, & Suhendrayatna, 2015).

Untuk setiap tandan buah segar terkandung 21% minyak, 6–7% kernel dan sisanya 14–15% serat, 6–7% cangkang dan 23% tandan kosong (Dalimin, 1995). Pemanfaatan yang umum dilakukan saat ini terhadap biomassa sisa pengolahan kelapa sawit adalah sebagai bahan bakar boiler. Hasil pembakaran biomassa tersebut menghasilkan abu yang kuantitasnya cukup tinggi dan berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan. Dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan meningkatnya produksi limbah dari industri perkebunan, antusiasme terhadap pelestarian lingkungan melalui mekanisme penggunaan dan daur ulang limbah biomassa perkebunan (Kelly-Yong, Lee, Mohamed, & Bhatia, 2007).

Crude palm oil (CPO) merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari tandan buah segar kelapa sawit yang perannya secara dominan sebagai bahan baku minyak goreng. CPO mengandung α - dan β -karoten, tokoferol, dan tocotrienol (POETRA, 2016). Kualitas CPO sebagai bahan baku olahan pangan sangat dipengaruhi oleh kandungan asam lemak, kandungan air, dan kandungan pengotor (Liang, 2009). Pada proses produksi, untuk menghasilkan kualitas CPO yang tinggi, terdapat proses pemurnian kimia dan fisika yang dilakukan dalam skala industri.

Pemurnian kimia yang dilakukan dengan tahapan degumming dan bleaching. Degumming berperan untuk menghilangkan konstituen yang tidak diinginkan dalam produk CPO antara lain peroksida, keton, aldehida, logam, dan fosfatida (Wei, May, Ngan, & Hock, 2004). Bleaching dilakukan agar minyak olahan yang dihasilkan berwarna terang (karoten rendah) dan kandungan asam lemak yang rendah. Pemurnian fisik terdiri dari dua tahap yaitu; pre-treatment CPO dan deodorisasi.

Beberapa penelitian terkait proses bleaching CPO telah dilakukan menggunakan beberapa adsorben abu dari pembakaran biomassa kelapa sawit. Dilaporkan bahwa penggunaan abu dari tandan kosong kelapa sawit sebagai adsorben menyebabkan pengurangan asam lemak bebas selama 60 menit dari 7,33% menjadi 4,739%. Penggunaan abu boiler sebagai adsorben menghasilkan pengurangan kadar asam lemak bebas dalam CPO sebanyak 21,43% (Mayyoga, Rangkuti, & Purwanto, 2021).

Acquah (2016) melaporkan bahwa penggunaan abu boiler sebagai adsorben mampu mengurangi kadar karoten dengan efisiensi maksimum 97,3%. Kandungan yang terdapat pada abu boiler antara lain SiO₂ 31,45%, CaO 15,2%, and Al₂O₃ 1,6% (Prianti et al., 2015). Kemampuan adsorpsi dari abu boiler dihasilkan dari kandungan oksida tersebut. Ahmad (2007) melaporkan bahwa abu dari kelapa sawit mengandung SiO₂ 40% dan Al₂O₃ 6%, yang merupakan penyusun material zeolit, serta 5,5% karbon yang tidak terbakar dan dapat diaktivasi.

Kandungan SiO₂ dan Al₂O₃ dari abu kelapa sawit dapat diubah menjadi zeolit bersama karbon aktif membentuk zeolit-karbon aktif (ZKA). Kapasitas adsorpsi 0,1 gram komposit ZKA terhadap 100 mL metilen biru 100 ppm pada temperatur 30 °C dengan kecepatan pengadukan 140 rpm dilaporkan mencapai 90% (Khanday, Marrakchi, Asif, & Hameed, 2017).

Pada penelitian ini akan dibuat komposit ZKA berbentuk pelet berbasis abu boiler dari pabrik kelapa sawit (ABKS) sebagai adsorben asam lemak bebas dan karoten dalam proses bleaching CPO. Berdasarkan penelusuran literatur belum ada yang melaporkan mengenai penggunaan komposit ZKA sebagai adsorben asam lemak bebas dan karoten. ZKA berbasis ABKS yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi model pembuatan adsorben sebagai agen bleaching CPO yang efisien, efektif dan dapat berkontribusi dalam mewujudkan industri sawit yang berkelanjutan.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Crude Palm Oil (CPO) dan Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit (ABKS) yang dihasilkan dari Pabrik Kelapa Sawit di daerah Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Sei Mangke. Bahan kimia yang digunakan dari Merck antara lain natrium hidroksida (NaOH), etanol 95%, fenolftalein (PP), asam fosfat (H₃PO₄), n-heksan, dan air dimineralisasi.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas laboratorium, magnetic stirrer, ayakan ukuran 200 mesh (Fisher), autoklaf, muffle furnace (Nabertherm L3/11/B170), sentrifuge (Gemmy PLC-03), X-ray Diffraction (XRD) (Bruker D8 Advance Eco), Spektrofotometer UV-Visible (Spektrofotometer Spectronic Genesys 10) dan Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX) (JEOL).

Preparasi Abu Boiler dari Pabrik Kelapa Sawit dilakukan dengan mengayak ABKS dengan ayakan 200 mesh dan dikarakterisasi dengan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi dan komposisi kimia dari ABKS. Pembuatan Komposit Zeolit/Karbon Aktif (ZKA) (Khandaya dkk., 2017) dilakukan dengan mencampurkan sebanyak 10gram ABKS dengan 10gram NaOH kemudian dipanaskan pada (500/ 600/ 700 °C) selama 60 menit. Setelah itu campuran ditambahkan air demineralisasi hingga NaOH memiliki konsentrasi 4 M lalu dimasukkan ke dalam autoklaf kemudian proses hidrotermal selama 24 jam pada 100 °C. Produk yang dihasilkan disaring, dicuci, dan dinetralkan dengan air demineralisasi.

Sintesis Zeolit-Karbon Aktif Berbasis Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas dan Karoten pada Crude Palm Oil

Proses degumming CPO Syazana (2022) dilakukan pada 90 °C dengan larutan H₃PO₄ 85% sebanyak 0,1% (v/v) pada labu leher tiga. Campuran diaduk pada 500 rpm selama 30 minutes. Larutan disentrifugasi pada 2000 rpm selama 15 menit. Masukkan 100 mL CPO yang sudah melalui proses degumming ke dalam beaker. Masukkan 1% (w/w) komposit ZKA ke dalam beaker tersebut pada pengadukan konstan suhu 110 °C. Pemisahan adsorben dilakukan dengan sentrifugasi pada 3000 rpm selama 15 menit.

Analisis Asam Lemak Bebas (ALB) dan Karoten dalam CPO (Iarasati dkk., 2018) dilakukan sebelum dan sesudah proses bleaching dilakukan dengan menggunakan metode titrasi sesuai standar American Oil Chemists Society (AOCS). Sebanyak 5 g CPO yang sudah dihangatkan hingga 60 °C ditambahkan ke dalam 50 mL etanol 95 %. Tambahkan 3 tetes indikator fenolftalein (PP) lalu titrasi dengan NaOH 0,1 N. Persen ALB dihitung dengan persamaan di bawah, N merupakan normalitas NaOH, V adalah volume NaOH, dan w adalah berat CPO (g):

$$ALB (\%) = \frac{25,6 \times N \times V}{w}$$

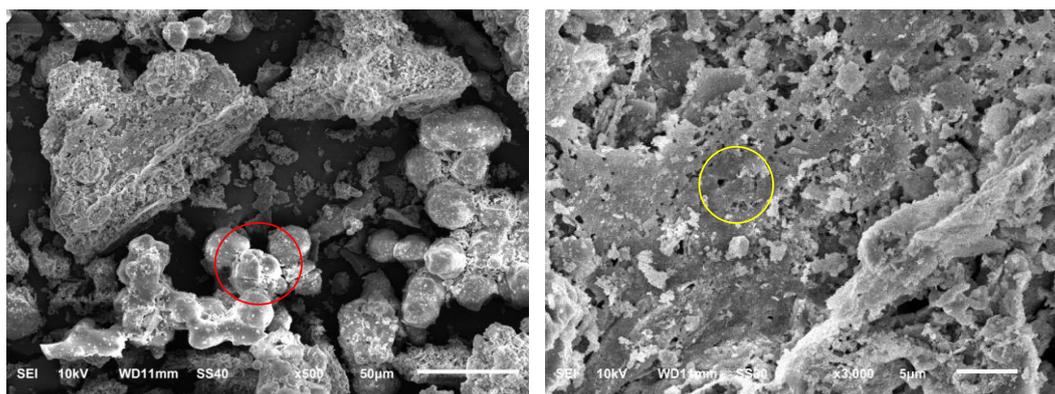
$$\text{karoten (ppm)} = \frac{25 \times A \times 283}{w \times 100}$$

$$DOBI = \frac{\text{absorbansi pada 446 nm}}{\text{absorbansi 268 nm}}$$

Hasil dan Pembahasan

Preparasi dan Karakterisasi Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit

Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit dipreparasi dengan mengayak ABKS dengan ayakan 200 mesh dan dikarakterisasi dengan SEM-EDX untuk mengetahui morfologi dan komposisi kimia dari ABKS. Berikut hasil uji ABKS dengan Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX).



Gambar 1 Hasil SEM ABKS dengan Pembesaran 500x (kiri) dan 3000x (kanan)

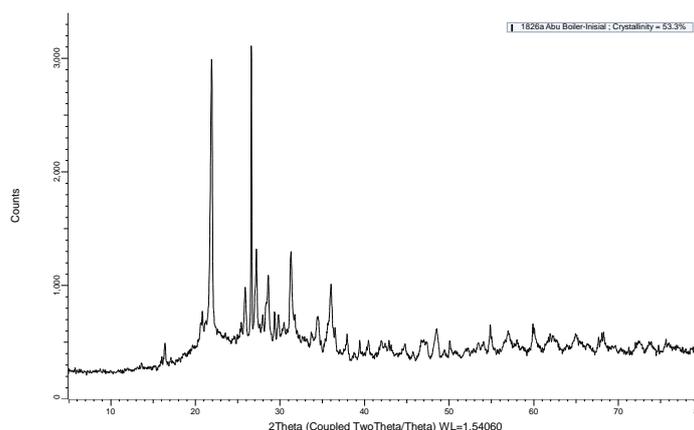
Tabel 1 Hasil Uji EDX ABKS

Unsur	Fraksi (%)
O	42,98
Si	40,71
C	6,10
N	3,19

K	2,98
Ca	2,52
Mg	0,86
Al	0,66

Berdasarkan hasil EDX dapat dilihat bahwa komponen utama yang terkandung di dalam ABKS adalah unsur oksigen dan silika yang merupakan representasi kandungan senyawa silika oksida. Adanya senyawa silika oksida ini didukung dengan pengujian XRD. Berdasarkan spektrum XRD ABKS pada gambar 2, intensitas 100% muncul pada nilai d 3,27 Å pada sudut 2-theta 26,63°, intensitas 80,8% muncul pada nilai d 4,05 Å pada sudut 2-theta 21,93° yang merupakan indikasi kandungan senyawa silika oksida kuarsa (ICSD 01-089-8935) dan kristobalit (ICSD 01-076-0936).

Selain silika dan oksigen, unsur karbon juga terkandung dalam ABKS dengan fraksi yang cukup besar. Berdasarkan hasil SEM dapat terlihat partikel yang dari ABKS memiliki keseragaman ukuran yang cukup rendah. Pada perbesaran 3000x, terlihat adanya pori (lingkaran kuning) dan pada perbesaran 500x terlihat partikel yang terindikasi mineral silika oksida. Bagian yang berwarna gelap terindikasi sebagai karbon dan bagian yang lebih terang terindikasi sebagai kuarsa.

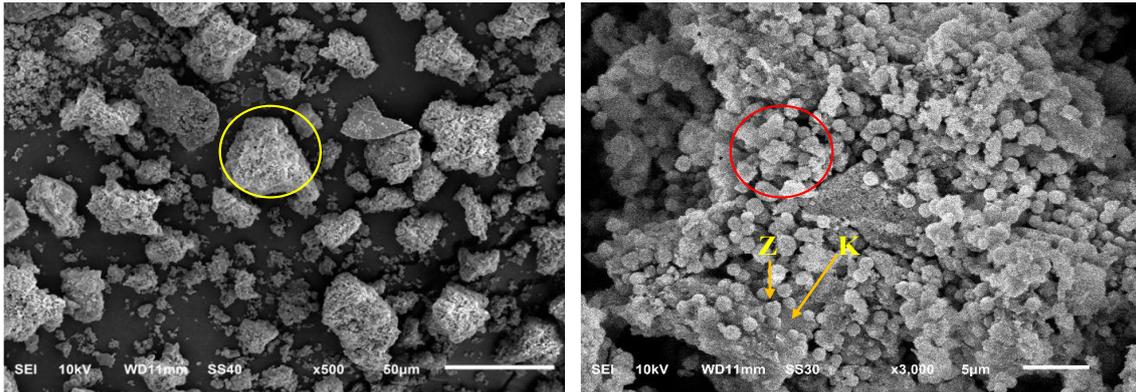


Gambar 2 Spektrum XRD ABKS

Preparasi dan Karakterisasi Pembuatan Pelet Komposit Zeolit/Karbon Aktif (ZKA)

Komposit Zeolit/Karbon Aktif dipreparasi dengan mencampur kering ABKS dengan NaOH dengan perbandingan 1:1 kemudian dipanaskan pada variasi suhu 500; 600; dan 700 °C selama 60 menit. Setelah itu campuran ditambahkan air demineralisasi hingga NaOH memiliki konsentrasi 4 M lalu dilakukan proses hidrotermal 24 jam pada 100 °C.

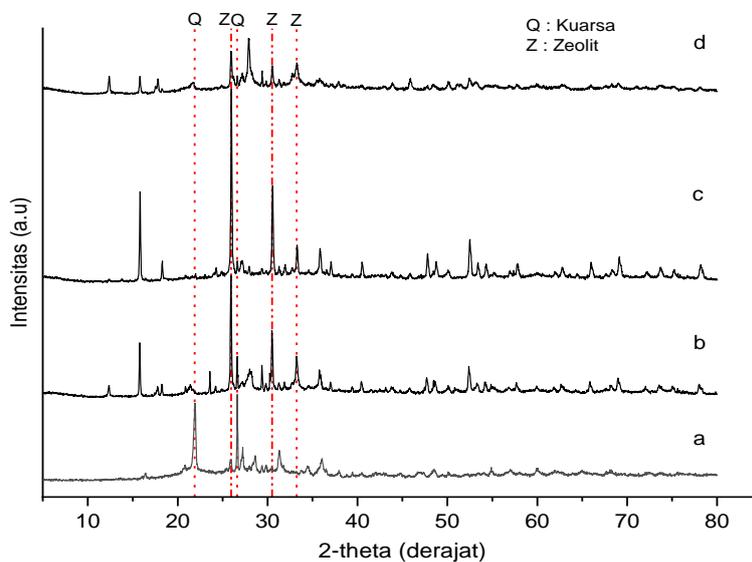
Sintesis Zeolit-Karbon Aktif Berbasis Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas dan Karoten pada Crude Palm Oil



Gambar 3 Hasil SEM ABKS dengan Pembesaran 500x (kiri) dan 3000x (kanan)

Tabel 2 Hasil Uji EDX ABKS

Unsur	Fraksi (%)
O	49,72
Si	20,01
C	10,01
Al	6,54
Na	4,95
Ca	2,57
Fe	1,67
Cu	1,64
K	0,59



Gambar 4 Spektrum XRD ABKS (a), Komposit 500 (b), Komposit 600 (c), dan Komposit 700 (d)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Miyake (2008). konversi SiO_2 dan Al_2O_3 menjadi zeolit dan karbon aktif menggunakan perlakuan NaOH pada suhu 750°C yang diikuti proses hidrotermal. Kemungkinan zeolit yang dihasilkan merupakan tipe

zeolite analcime, sodalite, zeolite Na-P, zeolite Na-X dan atau zeolite Na-A (Miyake dkk., 2007).

Perlakuan NaOH pada suhu tinggi terhadap ABKS mengaktifkan karbon yang terkandung dan reaksi pemecahan rantai SiO₂ yang setelah dilanjutkan dengan proses hidrotermal akan membentuk zeolit. Morfologi komposit ZKA dapat dilihat pada gambar 3. Terlihat partikel memiliki ukuran yang cukup seragam (lingkaran merah) serta memiliki pori-pori (lingkaran kuning). Adanya pori-pori ini diharapkan pengikatan asam lemak bebas (proses adsorpsi) semakin baik karena luas permukaan yang semakin luas dengan semakin banyaknya pori. Dari hasil SEM pada gambar 3 terlihat bahwa zeolit (Z) terkristalisasi di permukaan karbon aktif (K).

Berdasarkan hasil karakterisasi serbuk komposit ZKA dengan EDX diketahui bahwa komponen utama silika oksida, namun jika dibandingkan dengan prekursor ABKS fraksi silika turun dari semula 40,71% menjadi 20,01%. Fraksi unsur aluminium meningkat kemudian munculnya fraksi natrium yang besarnya cukup besar. Indikasi penurunan fraksi silika akibat adanya pembentukan senyawa aluminosilikat yang dikuatkan dengan adanya natrium yang dimungkinkan terikat pada permukaan aluminosilikat. Terbentuknya aluminosilikat didukung dari spektrum XRD dari komposit ZKA.

Dari spektrum XRD komposit yang dihasilkan, dari proses hidrotermal dihasilkan material aluminosilikat. Berdasarkan spektrum XRD komposit ZKA pada gambar 4.4, intensitas 100% muncul pada nilai d 3,43 Å pada sudut 2-theta 25,92°, intensitas 42,3% muncul pada nilai d 5,61 Å pada sudut 2-theta 15,78° yang merupakan indikasi kandungan senyawa analcime (ICSD 00-041-147). Analcime merupakan zeolit atau mineral natrium aluminium silikat hidrat. Terbentuknya aluminosilikat ini terlihat dari hilangnya puncak kuarsa nilai d 3,27 Å pada sudut 2-theta 26,63° pada spektrum komposit dan munculnya puncak mineral analcime.

Pengaruh perlakuan suhu kalsinasi terlihat dari kristalinitas komposit yang dihasilkan. Proses kalsinasi 500 °C menghasilkan kristalinitas sebesar 56,3% yang meningkat dibanding kristalinitas prekursor ABKS. Kristalinitas komposit semakin meningkat pada suhu kalsinasi 600 °C, namun turun cukup signifikan pada suhu kalsinasi 700 °C. Suhu kalsinasi optimum yaitu pada suhu 600 °C terlihat dari turunnya kristalinitas komposit pada suhu 700 °C dan puncak-puncak mineral analcime yang lebih rendah dibanding komposit ZKA 600.

Pada suhu 700 °C dimungkinkan susunan molekul mineral yang terbentuk semakin tidak teratur akibat suhu yang terlalu tinggi. Berdasarkan derajat kristalinitas komposit yang dihasilkan, kristalinitas komposit bergantung pada derajat aktivasi karbon. Zeolit terkristalisasi di permukaan karbon aktif, pada suhu 700 kristalinitas turun signifikan dikarenakan pada suhu tersebut dimungkinkan terlalu tinggi sehingga mengakibatkan terbentuknya abu yang dapat menutup pori-pori karbon aktif (Hendrawan dkk., 2019).

Tabel 3 Kristalinitas ABKS dan Komposit ZKA

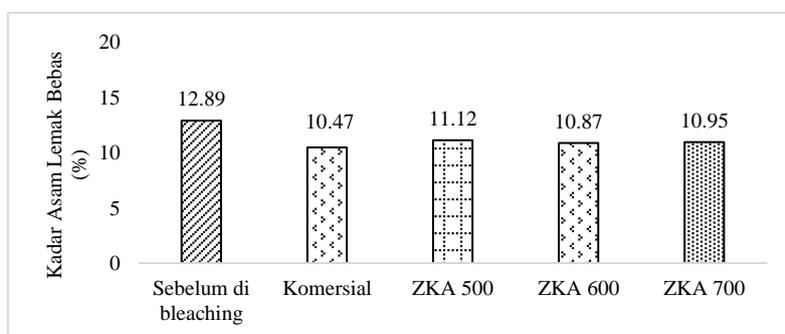
Unsur	Kristalinitas (%)
ABKS	53,3
ZKA 500	56,3
ZKA 600	58,2
ZKA 700	42,5

Dari data hasil uji EDX terlihat bahwa terdapat kandungan unsur karbon yang fraksinya cukup besar dan meningkat dibanding dengan ABKS, sehingga dapat disimpulkan berdasarkan hasil karakterisasi dengan EDX dan XRD bahwa dari proses kalsinasi dan hidrotermal ABKS menghasilkan komposit zeolit-karbon aktif.

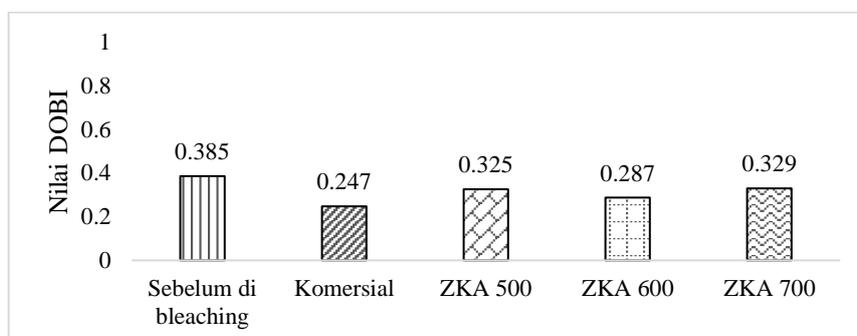
Proses Adsorpsi Crude Palm Oil (CPO) dengan Adsorben ZKA

Crude Palm Oil (CPO) yang digunakan dalam penelitian ini adalah CPO yang dihasilkan dari proses pengolahan kelapa sawit di Pabrik Mini Kelapa Sawit PTKI Medan. Sebelum dilakukan proses bleaching dengan adsorben dilakukan proses degumming. Proses degumming dilakukan pada 90 °C dengan larutan H₃PO₄ 85%. Hasil proses degumming adalah gum yang terikat dengan H₃PO₄ membentuk endapan.

Proses bleaching dilakukan pada CPO yang sudah melalui proses degumming sebelumnya dengan menggunakan adsorben komersial, adsorben ZKA 500, ZKA 600, dan ZKA 700. Proses bleaching dilakukan dengan adsorben sebanyak 1% (w/w) dan dengan pengadukan konstan pada suhu 110 °C. Pemisahan adsorben dilakukan dengan sentrifugasi. Hasil bleaching kemudian diuji kandungan asam lemak bebas (ALB) dan DOBI.

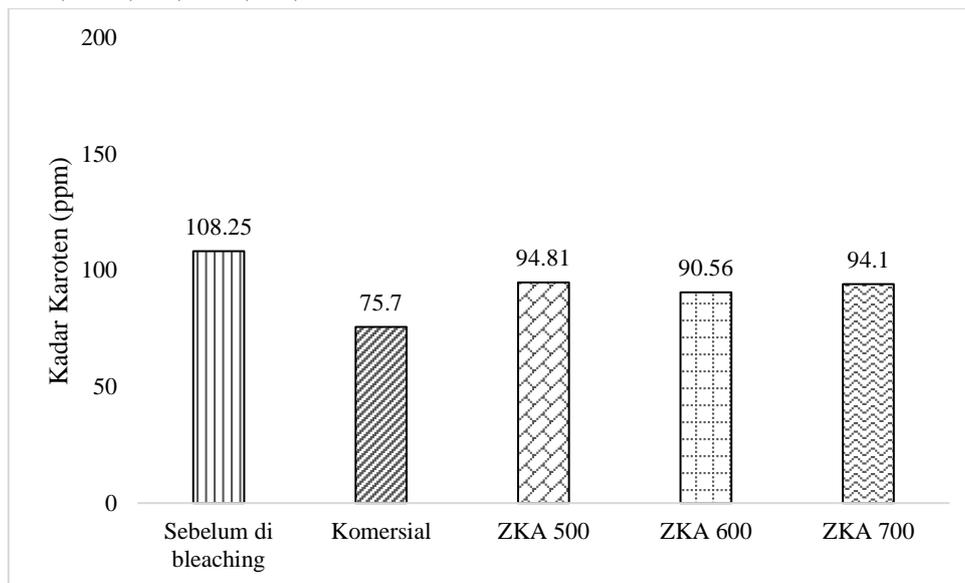


Gambar 5 Kadar Asam Lemak Bebas CPO Sebelum dan Sesudah Bleaching



Gambar 6 Nilai DOBI CPO Sebelum dan Sesudah Bleaching

Penentuan ALB pada CPO sebelum dan sesudah proses bleaching dilakukan dengan menggunakan metode titrasi sesuai standar American Oil Chemists Society (AOCS). Penentuan karoten dan Deterioration of bleachability index (DOBI) CPO sebelum dan sesudah proses bleaching dilakukan dengan spektrofotometri. Hasil analisa asam lemak bebas pada CPO sebelum di bleaching yaitu sebesar 12,89%. CPO yang telah diadsorpsi dengan adsorben komersial memiliki kadar sebesar 10,47% atau terjadi penurunan sebesar 18,77%. Kadar asam lemak bebas CPO yang telah diadsorpsi dengan ZKA 500, ZKA 600, ZKA 700 secara berurutan 11,12%; 10,87%; 10,95% atau penurunan sebesar 13,73%; 15,67%; 15,05%.



Gambar 7 Kadar Karoten CPO Sebelum dan Sesudah Bleaching

Tabel 4 merupakan data absorbansi CPO sebelum dan sesudah bleaching yang dilarutkan dalam n-heksana pada panjang gelombang 268 nm dan 446 nm. Hasil analisa DOBI pada CPO sebelum di bleaching yaitu sebesar 0,385. Nilai DOBI CPO yang telah diadsorpsi dengan adsorben komersial sebesar 0,247 atau terjadi penurunan sebesar 56,37%. Nilai DOBI CPO yang telah diadsorpsi dengan ZKA 500, ZKA 600, ZKA 700 secara berurutan 0,325; 0,287; 0,32.

Tabel 4. Data Absorbansi CPO Sebelum dan Sesudah Bleaching (dalam pelarut n-heksana)

Panjang Gelombang (λ)	
268 nm	446 nm
0,397	0,153
0,433	0,177
0,412	0,134
0,446	0,128
0,404	0,133

Sintesis Zeolit-Karbon Aktif Berbasis Abu Boiler Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas dan Karoten pada Crude Palm Oil

Hasil analisa karoten pada CPO sebelum di bleaching yaitu sebesar 108,25 ppm. Nilai karoten pada CPO yang telah diadsorpsi dengan adsorben komersial sebesar 75,7 atau terjadi penurunan kadar karoten sebesar 30,06%. Nilai DOBI CPO yang telah diadsorpsi dengan ZKA 500, ZKA 600, ZKA 700 secara berurutan 94,81; 90,56; 94,01 atau terjadi penurunan sebesar 12,42%; 16,34%; 13,15%.

Dari hasil analisa karoten diketahui bahwa ZKA 600 memiliki kemampuan adsorpsi karoten paling baik dibanding dua komposit yang lain. Nilai DOBI berbanding lurus dengan jumlah karoten. Absorbansi pada panjang gelombang 446 nm merupakan representasi jumlah karoten sedangkan panjang gelombang 268 nm merupakan representasi jumlah karoten teroksidasi. Dari data absorbansi terlihat bahwa ZKA 600 memiliki kapasitas adsorpsi karoten paling tinggi, namun kurang dalam mengadsorpsi karoten teroksidasi terlihat dari nilai absorbansi yang tinggi pada 268 nm.

Kesimpulan

Telah dihasilkan komposit zeolit/karbon aktif yang memiliki daya adsorpsi terhadap asam lemak bebas dan karoten. Dari komposit yang dihasilkan ZKA 600 memiliki kemampuan adsorpsi paling baik dilihat dari penurunan kadar asam lemak bebas sebesar 15,67% dan penurunan kadar karoten 16,34%.

BIBLIOGRAFI

- Acquah, Caleb, Yon, Lau Sie, Tuah, Zarina, Ngee, Ngu Ling, & Danquah, Michael K. (2016). Synthesis and performance analysis of oil palm ash (OPA) based adsorbent as a palm oil bleaching material. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1098–1104.
- Ahmad, A. A., Hameed, B. H., & Aziz, N. (2007). Adsorption of direct dye on palm ash: Kinetic and equilibrium modeling. *Journal of Hazardous Materials*, 141(1), 70–76.
- Dalimin, Mohd Noh. (1995). Renewable energy update: Malaysia. *Renewable Energy*, 6(4), 435–439.
- Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2009). Value-added utilization of oil palm ash: A superior recycling of the industrial agricultural waste. *Journal of Hazardous Materials*, 172(2–3), 523–531.
- Ginayati, Lisa, Faisal, M., & Suhendrayatna, S. (2015). Pemanfaatan Asap Cair dari Pirolisis Cangkang Kelapa Sawit sebagai Pengawet Alami Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 7–11.
- Kelly-Yong, Tau Len, Lee, Keat Teong, Mohamed, Abdul Rahman, & Bhatia, Subhash. (2007). Potential of hydrogen from oil palm biomass as a source of renewable energy worldwide. *Energy Policy*, 35(11), 5692–5701.
- Khanday, W. A., Marrakchi, F., Asif, M., & Hameed, B. H. (2017). Mesoporous zeolite-activated carbon composite from oil palm ash as an effective adsorbent for methylene blue. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 70, 32–41.
- Liang, Tjhun. (2009). Seluk beluk kelapa sawit. *Ketapang (Indonesia): Harapan Sawit Lestari*.
- Mayyoga, S., Rangkuti, I. U. P., & Purwanto, H. (2021). The effect of contact time of adsorbent made from palm oil mill boiler ash on crude palm oil quality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782(3), 32099. IOP Publishing.
- Miyake, Michihiro, Kimura, Yumi, Ohashi, Toru, & Matsuda, Motohide. (2008).

- Preparation of activated carbon–zeolite composite materials from coal fly ash. *Microporous and Mesoporous Materials*, 112(1–3), 170–177.
- Nasution, Khairunnisyah. (2021). Analisis Pemasaran Kelapa Sawit di Desa Sampean Kecamatan Sungai Kanan Kabupaten Labuhan Batu Selatan Provinsi Sumatera Utara. *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 10(1), 234–244.
- POETRA, RONALD PRATAMA. (2016). Pengaruh inflasi, harga minyak mentah, suku bunga, nilai tukar rupiah terhadap indeks harga saham gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JUPE)*, 4(3).
- Prianti, Epi, Malino, Mariana Bara'allo, & Lapanporo, Boni Pahlanop. (2015). Pemanfaatan abu kerak boiler hasil pembakaran limbah kelapa sawit sebagai pengganti parsial pasir pada pembuatan beton. *Positron*, 5(1).
- Syazana, Tengku Auni, & Zulkania, Ariany. (2022). EFFECT OF ACTIVATED ZEOLITE ON β -KAROTEN BLEACHED PALM OIL LEVELS. *Techno LPPM*, 8(1).
- Wei, Puah Chiew, May, Choo Yuen, Ngan, Ma Ah, & Hock, Chuah Cheng. (2004). Degumming and bleaching: effect on selected constituents of palm oil. *Journal of Oil Palm Research*, 16(2), 57–63.

Copyright holder:

Taranipa Marfitania, Yuniyanto, Hariyanto, Koko Pratama Saragih, Ria Januarti (2024)

First publication right:

Syntax Admiration

This article is licensed under:

