

Pengaruh Jenis Adsorben dan Waktu Kontak Penjerapan pada Proses *Bleaching* Pemurnian CPO Secara *Continue*

**MUHAMMAD NAUFAL ALIEFIANSYAH¹, SALSABILA AMANDA SYAFITRI¹,
RONNY KURNIAWAN^{1*}**

Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: rk.itenas@gmail.com

Received 04 09 2023 | Revised 11 09 2023 | Accepted 11 09 2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis adsorben dan waktu proses bleaching, serta mengetahui kualitas minyak bila dibandingkan dengan SNI IVO 8875:2020. Parameter yang digunakan adalah massa adsorben pada proses bleaching 62,5 gram, ukuran adsorben mesh 170/200, temperatur proses degumming dan bleaching 90°C, pada proses degumming digunakan H₃PO₄ (85%) 0,05% dari total volume CPO dengan variabel adsorben organik berupa cangkang kelapa sawit dan kulit buah melon, serta adsorben anorganik berupa zeolit dan batu apung yang telah diaktivasi secara kimia-fisika. Waktu bleaching yaitu 60 menit dan 120 menit. Kapasitas proses bleaching sebesar 500 mL. Berdasarkan hasil penelitian, adsorben anorganik paling baik yaitu batu apung dan adsorben organik yaitu cangkang kelapa sawit. Hasil berdasarkan penggunaan adsorben batu apung, parameter yang diukur rata-rata masuk dalam SNI IVO 8875:2020 dari densitas sebesar 0,8402 g/mL, kadar logam Fe sebesar 0,5718 ppm, kadar air sebesar 0,21% dan FFA sebesar 0,06% (co-processing).

Kata Kunci: Adsorben, Bleaching, CPO, IVO/ILO

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of adsorbent type, bleaching time and quality of oil compared with SNI IVO 8875:2020. The parameters used are the amount of adsorbent during bleaching 62,5 grams, size of adsorbent mesh 170/200, temperature during degumming and bleaching 90°C, in degumming process used H₃PO₄ (85%) 0,05% of the total mass of CPO with variable organic adsorbent palm shells, melon peel and inorganic adsorbent zeolite and pumice are activated chemically-physically. Bleaching time 60 and 120 minutes. Capacity of bleaching process 500 mL. According to the research results, the best inorganic adsorbent is pumice and the organic adsorbent is palm shells. Results based on using pumice, average parameters measured in SNI IVO 8875:2020 that a viscosity of 30,3675 cst, a Fe metal content of 0,5718 ppm, a water content of 0,21% and a FFA of 0,06% (co-processing).

Keywords: Adsorbent, Bleaching, CPO, IVO/ILO

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi yang cukup besar dalam sektor Energi Baru Terbarukan (EBT). Saat ini Indonesia masih dalam masa pengembangan untuk sektor EBT, hal tersebut mengacu pada Perpres No. 5 tahun 2006 di mana kontribusi EBT dalam bauran energi primer nasional pada tahun 2025 yaitu sebesar 17% dengan pembagian pada bahan bakar nabati 5%, panas bumi 5%, biomassa, nuklir, air, surya, angin sebesar 5%, dan batu bara yang dicairkan sebesar 2%. EBT yang sedang ramai dibahas adalah bahan bakar nabati atau *greenfuel*, di mana Indonesia adalah negara pertama yang berhasil mencampurkan EBT biodiesel ke dalam bahan bakar solar sampai 30% atau disebut juga dengan program B30 dan akan terus dikembangkan sampai B40 hingga B100 (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020).

Greenfuel sendiri membutuhkan bahan baku yang disebut IVO/ILO. IVO/ILO merupakan minyak sawit yang spesifikasinya lebih sederhana, yang mana spesifikasinya ini ditinjau dari aspek teknis dan aspek ekonomi (Ronny, 2021). Saat ini, Indonesia telah menjalankan industri rekayasa produk dan proses produksi bahan bakar hijau (*greenfuel*) yang bisa menghasilkan produk *green diesel*, *green avtur*, dan *green gasoline*. Untuk produksi *green diesel* dan *green gasoline* diproduksi menggunakan bahan baku CPO yang telah diolah menjadi *Refined, Bleached, and Deodorized Palm Oil* (RBDPO) sedangkan untuk *green avtur* diproduksi menggunakan bahan baku CPO yang telah diolah menjadi *Refined, Bleached, and Deodorized Palm Kernel Oil* (RBDPKO) (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2016).

Perkembangan *greenfuel* di Indonesia sangat bisa dilakukan karena didukung dari ketersediaan bahan bakunya yaitu minyak sawit mentah atau CPO. Di Indonesia sendiri, kelapa sawit merupakan tumbuhan yang menghasilkan keuntungan sangat besar dalam segi perekonomian. Hal itu dikarenakan Indonesia telah menjadi produsen minyak kelapa sawit atau *Crude Palm Oil* nomor satu di dunia sejak tahun 2006. Produksi minyak sawit di Indonesia menyentuh angka 44,5 juta ton pada tahun 2021 dengan pertumbuhan rata-rata 3,61% per tahunnya, produksi minyak sawit yang cukup melimpah itu dipacu oleh tersedianya lahan perkebunan kelapa sawit sebesar 15,1 juta ha yang mana ini mengalami peningkatan dari tahun 2020 yaitu seluas 14,9 juta ha. (CNBC, 2023)

Minyak kelapa sawit mentah atau CPO supaya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat harus diolah terlebih dahulu. Proses yang penting dalam pengolahan CPO adalah proses *degumming* dan proses *bleaching*. Pada penelitian ini dilakukan proses pengolahan CPO menjadi *Refined, and Bleached Palm Oil* (RBPO), dengan hasil yang dapat mendekati ataupun mencapai pada standar SNI untuk bahan baku *greenfuel*.

Degumming merupakan proses untuk memisahkan antara *gum* atau getah zat-zat terlarut yang memiliki sifat residu, resin, air, fosfatida, protein dan karbohidrat serta pengotor yang ada di dalam CPO. Untuk proses *degumming* biasanya dibantu dengan zat kimia, yang paling umum digunakan adalah asam fosfat karena dapat menggumpalkan serta mengendapkan zat-zat terlarut pada CPO. Sedangkan untuk proses *bleaching* ini dilakukan untuk mengurangi sampai menghilangkan zat warna dalam CPO, zat warna tersebut biasanya ditimbulkan dari minyak mentahnya sendiri ataupun muncul ketika proses pengolahan TBS menjadi CPO. (Heryani, 2019).

Pada proses *bleaching* dibutuhkan adsorben untuk menyerap zat warna yang terdapat pada CPO. Adsorben yang biasanya digunakan dalam proses *bleaching* yaitu *bleaching earth*. *Bleaching earth* berupa *clay* dalam keadaan alami atau setelah aktivasi yang mempunyai

kemampuan mengadsorpsi zat warna dan senyawa-senyawa lain yang tidak diinginkan dalam minyak pada proses pengolahan *edible oil* untuk meningkatkan kualitas, rasa, bau dan kestabilan dari produk akhir yang dihasilkan. (Ailen, T., dkk., 2006). Selain *bleaching earth*, ada pula alternatif lain yang dapat digunakan sebagai adsorben yaitu dari bahan alam baru dan terbarukan. Hal ini dikarenakan Indonesia sendiri merupakan negara agraris sehingga tidak dipungkiri terdapat banyak sekali aneka ragam tumbuhan. Adsorben alternatif ini dapat menekan biaya dan juga memiliki kemampuan adsorben yang cukup baik pula, seperti kulit buah melon dan tempurung kelapa sawit.

Berdasarkan latar belakang di atas, pengolahan CPO ini harus melewati proses *degumming* dan *bleaching* sehingga hasil yang didapat bisa mendekati atau mencapai standar SNI IVO/ILO untuk bahan baku *greenfuel*, kemudian pada proses *bleaching* dibutuhkan adsorben di mana adsorben yang digunakan dapat bermacam-macam mulai dari adsorben anorganik ataupun adsorben organik. Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kemampuan penjerapan dari suatu adsorben sehingga diharapkan akan menghasilkan CPO dengan kualitas yang dapat mendekati IVO/ILO sesuai dengan SNI.

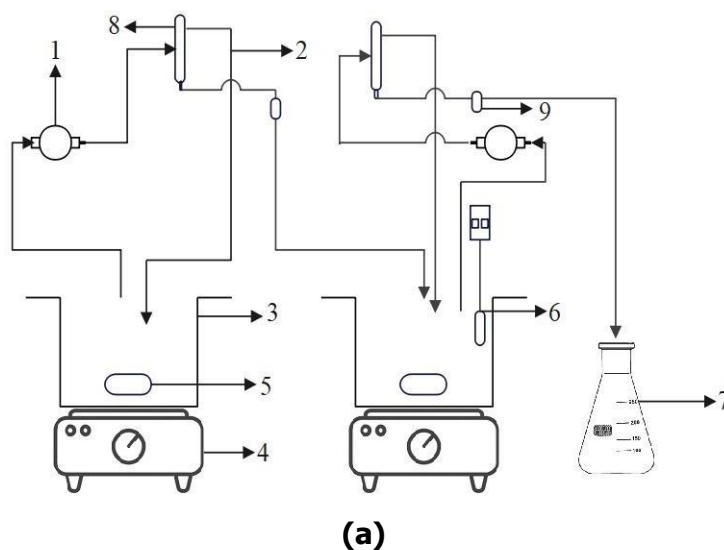
2. METODOLOGI

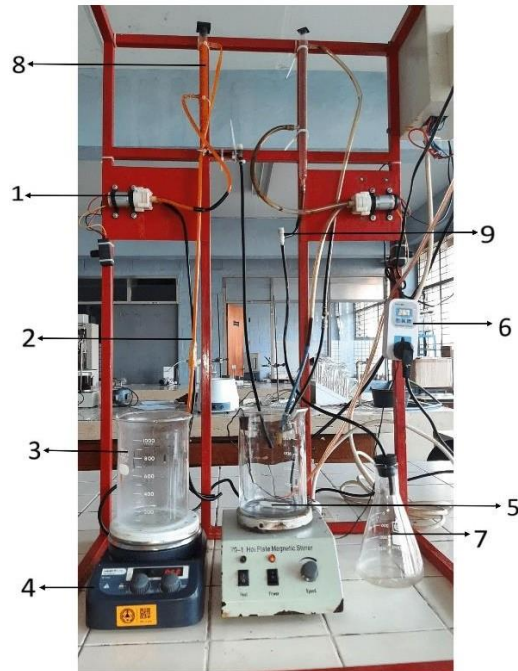
2.1 Pendekatan

Pemurnian CPO secara *continue* ini dilakukan menggunakan metode *degumming* dan *bleaching* dengan parameter jumlah massa adsorben sebesar 62,5 gram, kapasitas proses *bleaching* 500 mL, ukuran adsorben sebesar mesh 170/200, temperatur dalam proses *degumming* dan *bleaching* 90°C, jenis asam yang digunakan dalam proses *degumming* adalah asam fosfat dengan konsentrasi 85% sebanyak 0,05% dari total volume CPO. Sedangkan variabel yang digunakan yaitu adsorben organik berupa cangkang kelapa sawit dan kulit melon, serta adsorben anorganik berupa zeolit dan batu apung dan waktu proses *bleaching* pada 60 menit dan 120 menit.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan yaitu rangkaian alat *degumming* dan *bleaching*. Bahan utama yang digunakan adalah CPO, H₃PO₄, cangkang kelapa sawit, kulit melon, zeolit, dan batu apung.





(b)

Keterangan Gambar:

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1. Pompa | 6. <i>Thermocontrol</i> |
| 2. Selang | 7. Labu erlenmeyer |
| 3. <i>Beaker Glass</i> | 8. Tempat Penampung Minyak |
| 4. <i>Hotplate</i> | 9. <i>Keran Aerator</i> |
| 5. <i>Magnetic stirrer</i> | |

Gambar 1. Alat Proses Pemurnian CPO (a) Skema Rangkaian Alat Proses *Bleaching* (b) Foto Alat

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku dalam penelitian ini bertujuan untuk mengaktivasi adsorben anorganik dan organik yang digunakan secara fisika dan kimia. Proses aktivasi adsorben secara fisika dilakukan dengan pemotongan, penghancuran dan pemanasan. Aktivasi adsorben secara kimia dilakukan dengan penambahan bahan kimia baik yang bersifat asam maupun basa. Cangkang kelapa sawit dengan ZnCl_2 , kulit melon dengan KOH , batu apung dengan H_2SO_4 , dan zeolit dengan HCl . Kemudian proses *degumming* bertujuan untuk memisahkan gum yang terkandung di dalam CPO dengan penambahan asam fosfat pada CPO ketika temperaturnya telah menunjukkan 90°C dan dilakukan selama 2 jam dengan bantuan magnetic stirrer dengan

kecepatan pengadukan 400 rpm. Kemudian hasil dari proses *degumming* pada CPO yang menghasilkan gum dan minyak dipisahkan dengan cara sentrifugasi.

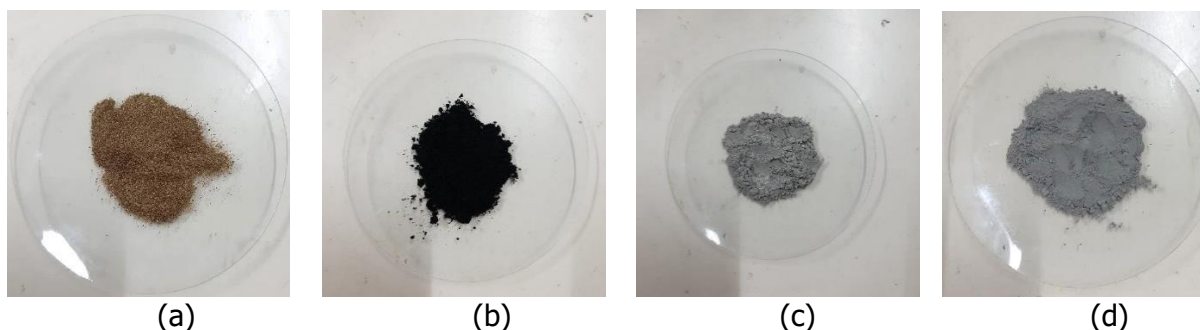
2.3.2 Tahap Proses *Bleaching*

Memasukan CPO ke dalam tangki umpan dan mengalirkan ke dalam beaker glass. Setelah itu, memasukan adsorben batu apung yang telah diaktivasi dan mengaduk campuran minyak dengan adsorben pada kecepatan 400 rpm selama 120 menit. Kemudian, mengambil sampel di 8 titik lalu melakukan uji analisa parameter kualitas minyak (warna, densitas, kadar asam lemak bebas, kadar air, serta kandungan logam Fe).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Aktivasi Adsorben

Aktivasi dapat dilakukan menggunakan aktivasi secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan dengan bantuan panas, uap dan CO_2 sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan dengan bantuan bahan kimia. Untuk aktivasi kimia, aktivator yang digunakan adalah bahan-bahan kimia seperti: hidroksida logam alkali garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya ZnCl_2 , asam-asam anorganik seperti H_2SO_4 dan H_3PO_4 (Sembiring dkk, 2003). Sedangkan aktivasi secara kimia dapat dilakukan berdasarkan karakteristik dari adsorben yang akan diaktivasi. Adsorben setelah diaktivasi dapat dilihat pada **Gambar 2**:



Gambar 2. Hasil Adsorben setelah diaktivasi (a) kulit melon, (b) cangkang kelapa sawit, (c) batuapung, (d) zeolit

Pada penelitian ini dilakukan aktivasi adsorben organik dan anorganik untuk mengetahui jenis adsorben yang baik pada proses pemurnian *Crude Palm Oil* (CPO). Perubahan ukuran adsorben bertujuan agar luas permukaan dalamnya lebih besar dibandingkan permukaan luarnya dan aktivasi adsorben dilakukan untuk membuka pori-pori menjadi lebih besar sehingga saat proses adsorpsi, kapasitas penjerapannya dapat lebih maksimal.

3.2 Proses *Degumming*

Pada proses *degumming* yang dilakukan pada minyak kelapa sawit CPO (*Crude Palm Oil*) bertujuan untuk menghilangkan gum, zat-zat yang terlarut atau zat-zat yang bersifat fosfatida, protein, residu, karbohidrat, air dan resin serta partikel halus tersuspensi dalam CPO (*Crude Palm Oil*). Tujuan utama *degumming* pada penelitian ini untuk menghilangkan gum yang tidak diinginkan, yang akan mengganggu stabilitas produk minyak di tahap selanjutnya. Semakin

tinggi konsentrasi asam fosfat maka konsentrasi gum sisa pada minyak akan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan asam fosfat akan bereaksi dengan gum dan terpisah dari minyak. Menurut Madya dan Aziz (2006), penggunaan asam fosfat yang terlalu banyak dapat merusak minyak, karena sisa asam fosfat yang tidak bereaksi mengakibatkan kenaikan nilai FFA pada minyak, sehingga penggunaan asam fosfat untuk proses *degumming* ini harus diperhatikan. Proses *degumming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat 85% ke dalam *Crude Palm Oil* (CPO). (Yuli Ristianingsih, dkk., 2011). Hasil analisis sampel CPO awal dan CPO hasil *degumming* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Analisis Sampel CPO Awal dan CPO Hasil *Degumming*

No.	Kode Sampel	Parameter Uji	Hasil	SNI RBDPOil	IVO	SNI CPO	Skala Warna Lovibond Tintometer
1	Sampel Crude	Warna	22	-	-	Jingga Kemerah-merahan	
		Densitas (g/ml (at 50°C))	0,9664	0,84-0,95	0,84-0,9	0,9	
		Viskositas (cst (at 50°C))	47,7481	24,15-33,38	-	39,49 – 45,83	
		Kadar Air (% (b/b))	0,3386	-	maks 0,5	maks 0,5	
		Kadar ALB (% (b/b))	0,1011	0,03-0,08	1-2,5 (co-processing)	maks 0,5	
		Kadar Fe (mg/kg)	1,7385	1	1	-	
		Kadar Cu (mg/kg)	0,085	-	-	-	
2	Sampel <i>Degumming</i>	Warna	17	-	-	Jingga Kemerah-merahan	
		Densitas (g/ml (at 50°C))	0,9304	0,84-0,95	0,84-0,9	0,9	
		Viskositas (cst (at 50°C))	44,1449	24,15-33,38	-	39,49 – 45,83	
		Kadar Air (% (b/b))	0,2986	-	maks 0,5	maks 0,5	
		Kadar ALB (% (b/b))	0,0960	0,03-0,08	1-2,5 (co-processing)	maks 0,5	
		Kadar Fe (mg/kg)	1,5732	1	1	-	
		Kadar Cu (mg/kg)	0,026	-	-	-	

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada **Tabel 1.**, warna pada CPO dalam lovibond tintometer menunjukkan skala 22 berwarna coklat, sedangkan CPO hasil *degumming* dalam lovibond tintometer menunjukkan skala 17 berwarna jingga kemerah-merahan. Perubahan kedua warna ini menunjukkan bahwa CPO hasil *degumming* merupakan CPO yang telah terpisah dari gum, fosfatida yang merupakan sumber rasa dan warna yang tidak diinginkan sehingga hasilnya lebih jernih dibandingkan CPO awal karena pada proses *degumming* ada penambahan asam fosfat yang dapat mengikat padatan-padatan yang terkandung di dalam CPO dengan menggabungkannya untuk dipisahkan (Nadya Meliana, dkk., 2019).

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada **Tabel 1.** untuk nilai densitas, viskositas, kadar asam lemak bebas, serta kadar logam Fe dan Cu pada CPO hasil *degumming* mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan saat *degumming*, gum yang tergumpalkan oleh asam fosfat dapat mengikat kandungan padatan seperti logam, asam lemak bebas, fosfatida, dan protein. Sedangkan, kadar air pada CPO hasil *degumming* mengalami penurunan dikarenakan pada prosesnya dilakukan di udara terbuka pada suhu 90°C sehingga terdapat air yang menguap.

3.3 Proses *Bleaching*

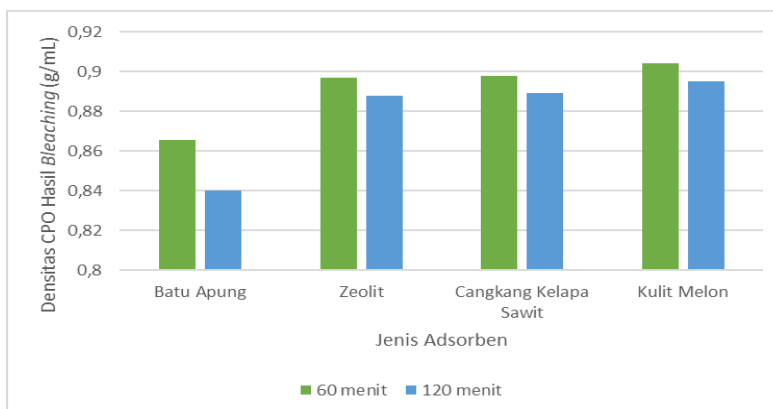
Pada proses *bleaching* yang dilakukan pada minyak kelapa sawit CPO (*Crude Palm Oil*) hasil *degumming* bertujuan untuk menghilangkan impurities khususnya kandungan

logam dan warna pada CPO sehingga menjadi lebih jernih. Prinsip dari proses *bleaching* menggunakan metode adsorpsi. Proses adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Pada proses adsorpsi menggunakan bantuan adsorben yang berfungsi sebagai zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Giyatmi, 2008).

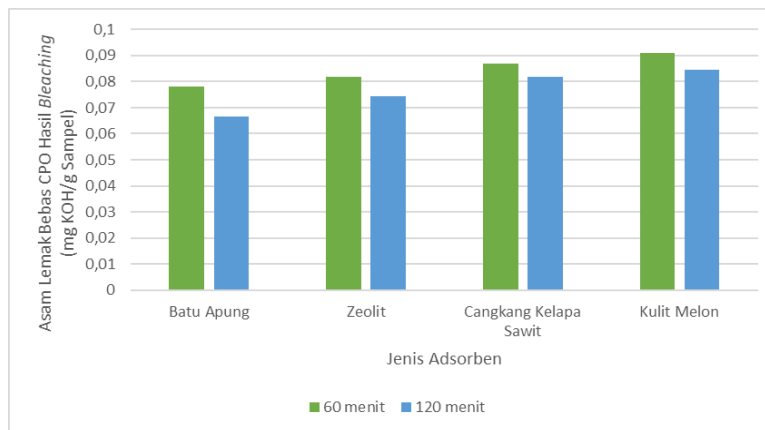
3.2.1 Analisis Warna Pada CPO Hasil *Bleaching*

Berdasarkan hasil penelitian, pada adsorben batu apung memiliki warna yang lebih jernih dibandingkan dengan adsorben zeolit dikarenakan batu apung memiliki jenis pori mesopori dengan ukuran 4,4 nm (Mega, P. K., 2017). Karakteristik batu apung yaitu memiliki banyak kapiler halus dan struktur yang berpori, sehingga dapat terjadi proses adsorpsi pada adsorbat (Endahwati, 2011). Zeolit memiliki ukuran pori kurang dari 20 Å sehingga kemampuan adsorpsi terhadap molekul berukuran besar menjadi tidak optimal (Agus Mianta, 2010). Jika disamakan satuannya dengan satuan ukuran pori batu apung, zeolit memiliki ukuran pori kurang dari 2 nm. Ukuran pori tempurung kelapa sawit termasuk ke dalam mikropori, di mana mikropori merupakan pori-pori terkecil dengan jari-jari kurang dari 2 nm. (Nurlita, A., 2019). Dari zeolit dan tempurung kelapa yang memiliki ukuran pori kurang dari 2 nm menunjukkan perbedaan kapasitas penjerapan yang tidak jauh berbeda di antara keduanya (Nurlita, A., 2019). Dari hasil analisis warna menunjukkan hasil bahwa pada waktu 120 menit pemurnian CPO lebih baik dibandingkan waktu 60 menit dilihat dari warnanya yang lebih jernih. Hal ini dipengaruhi oleh pada waktu 120 menit, waktu kontak antara adsorben dengan CPO lebih lama juga sehingga proses adsorpsi akan lebih lama selama adsorben belum mencapai titik jenuhnya, adsorben akan terus mengadsorpsi impurities yang ada pada CPO.

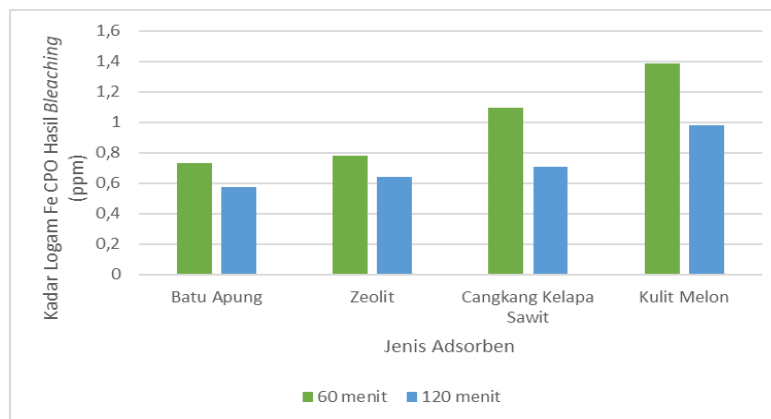
3.2.2 Analisis Densitas, Kadar Asam Lemak Bebas, Kadar Logam Fe, dan Kadar Air Pada CPO Hasil *Bleaching*



Gambar 3. Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Nilai Densitas Pada Waktu *Bleaching* 60 menit dan 120 menit

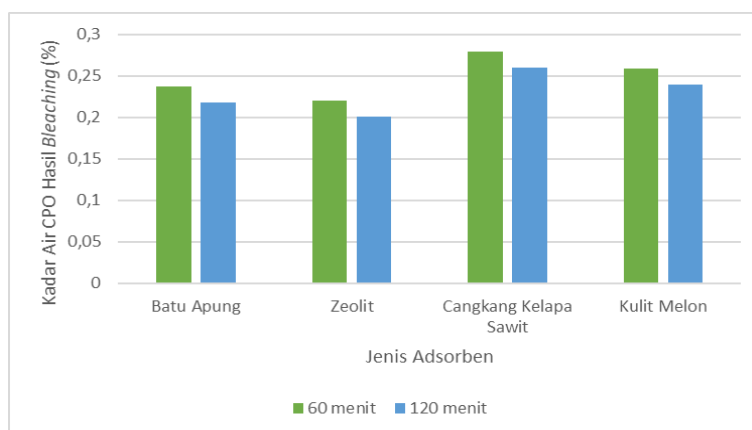


Gambar 4. Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Nilai Kadar Asam Lemak Bebas Pada Waktu *Bleaching* 60 menit dan 120 menit



Gambar 5. Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Nilai Kadar Logam Fe Pada Waktu *Bleaching* 60 menit dan 120 menit

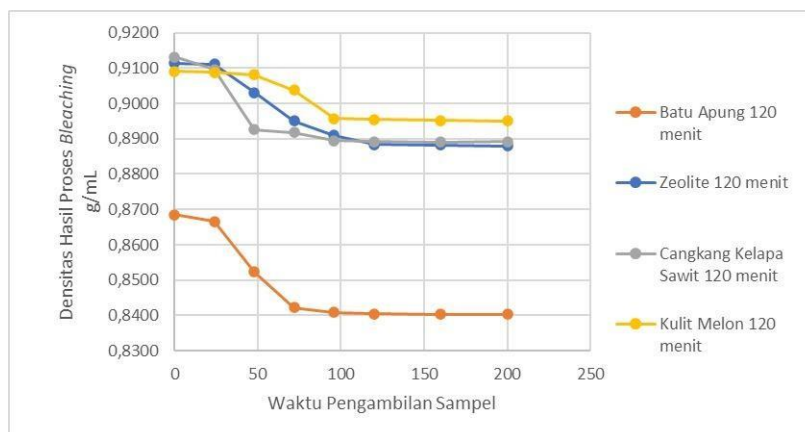
Dapat dilihat pada **Gambar 3.**, **Gambar 4.**, dan **Gambar 5.**, untuk hasil analisis densitas, kadar ALB, serta kadar logam Fe pada adsorben anorganik lebih rendah nilainya dibandingkan adsorben organik, hal ini dikarenakan pada adsorben anorganik bersifat hidrofilik yang dapat menyerap selain air sehingga lebih baik dalam penyerapan kandungannya. Kemudian, batu apung lebih kecil kandungannya dibandingkan zeolit, hal ini dikarenakan perbandingan Si/Al pada batu apung lebih kecil dibandingkan zeolit di mana dalam literatur disebutkan jika perbandingan Si/Al rendah maka daya penyerapannya lebih baik. Pada adsorben organik, kandungan pada adsorben cangkang kelapa sawit nilainya lebih rendah dibandingkan kulit melon, hal ini disebabkan pada cangkang kelapa sawit memiliki hemiselulosa yang jauh lebih banyak dibandingkan kulit melon walaupun selulosanya sedikit lebih rendah sehingga daya penyerapannya lebih baik.



Gambar 6. Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Nilai Kadar Air Pada Waktu *Bleaching* 60 menit dan 120 menit

Pada **Gambar 6.** dapat dilihat untuk adsorben anorganik, zeolit yang memiliki kandungan air lebih rendah dibandingkan batu apung. Hal ini dikarenakan kandungan Si pada zeolit jauh lebih banyak dibandingkan batu apung di mana Si memiliki sifat hidrofilik yang dapat menyerap air. Pada adsorben organik, kulit melon memiliki kandungan air yang lebih rendah dibandingkan cangkang kelapa sawit, karena kandungan selulosa pada kulit melon lebih tinggi dibandingkan cangkang kelapa sawit di mana selulosa memiliki sifat hidrofilik yang dapat menyerap air.

3.2.3 Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Terhadap Nilai Densitas Pada Berbagai Adsorben Yang Digunakan



Gambar 7. Pengaruh Waktu Pengambilan Sampel Terhadap Nilai Densitas Pada Berbagai Adsorben yang Digunakan Dengan Waktu Proses *Bleaching* 120 menit

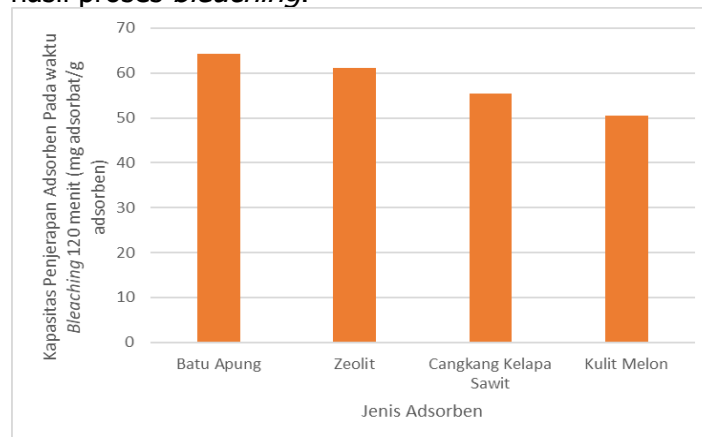
Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan sampel sebanyak 8 kali dengan menganalisis pengaruh terhadap nilai densitas. Analisis pengaruh waktu disini dapat menunjukkan perform dari masing-masing adsorben dan dapat menunjukkan di pengambilan sampel berapa dan di waktu yang mana adsorben sudah mulai jenuh atau sudah mencapai batas maksimal dalam kemampuan penjerapannya. Dapat dilihat pada **Gambar 7.** pada 3 titik awal terjadi penurunan yang cukup signifikan, sedangkan pada titik 4 – 8 penurunannya tidak besar atau dapat terbilang konstan. Hal ini dikarenakan pada 3 titik awal, adsorben belum mengalami titik

jenuhnya, sedangkan pada titik 4 – 8 adsorben sudah mendekati titik jenuh sehingga daya jerapnya semakin berkurang.

3.2.4 Kinerja Adsorben Ditinjau Dari Nilai Kapasitas Penjerapan

Kapasitas penjerapan pada adsorben adalah banyaknya jumlah gugus yang diserap oleh adsorben. Besarnya nilai kapasitas penjerapan suatu adsorben bergantung dari jumlah gugus-gugus ion yang dapat ditukarkan yang terkandung dalam setiap gram adsorben tersebut. Semakin besar jumlah gugus-gugus tersebut, semakin besar pula nilai kapasitas penjerapannya. (Reynold, 1982). Kapasitas penjerapan atau kapasitas adsorpsi setiap senyawa yang terdapat pada bahan-bahan alami dipengaruhi oleh struktur masing-masing senyawa. Kapasitas adsorpsi menyatakan banyaknya adsorbat yang mampu terakumulasi pada permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi yang maksimum dapat diperoleh setelah dilakukan optimasi parameter yang mempengaruhi adsorpsi (Asnawati, dkk., 2017).

Untuk menentukan kapasitas penjerapan adsorben, digunakan perhitungan isotherm adsorpsi yang merupakan fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap pada zat padat terhadap konsentrasi larutan. Dalam penelitian ini karena prosesnya dilakukan secara *continue* sehinggadigunakan model Thomas. Model Thomas dikenal sebagai model bed depth service time (BDST). Pendekatan BDST didasarkan pada model isotherm irreversibel oleh Bohart-Adam. Model desain sederhana ini mengabaikan hambatan perpindahan massa intrapartikel (solid) dan resistansi eksternal (fluid film) secara langsung. Ini berarti bahwa laju adsorpsi dikendalikan oleh reaksi permukaan antara adsorbat dan kapasitas adsorben yang tidak terpakai. Dalam penentuan kapasitas penjerapan, digunakan parameter kadar logam Fe padaCPO hasil proses *bleaching*.



Gambar 8. Nilai Kapasitas Penjerapan Pada Berbagai Jenis Adsorben pada Waktu Proses *Bleaching* 120 Menit

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan pada **Gambar 8**. Bahwa batu apung memiliki kapasitas penjerapan yang lebih baik dibandingkan dengan zeolit. Hal ini dikarenakan perbandingan Si/Al pada batu apung lebih kecil dibandingkan zeolit di mana dalam literatur disebutkan jika perbandingan Si/Al rendah maka daya penjerapannya lebih baik. Pada adsorben organik, kandungan pada adsorben cangkang kelapa sawit nilainya lebih rendah dibandingkan kulit melon, hal ini disebabkan pada cangkang kelapa sawit memiliki hemiselulosa yang jauh lebih banyak dibandingkan kulit melon walaupun selulosanya sedikit lebih rendah sehingga daya penjerapannya lebih baik.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, jenis adsorben terbaik adalah batu apung dan untuk jenis adsorben organik adalah cangkang kelapa sawit pada waktu proses *bleaching* 60 menit dan 120 menit. Sedangkan, perbandingan antara adsorben organik dan anorganik yang terbaik adalah adsorben anorganik. Waktu pencampuran pada proses *bleaching* 120 menit lebih baik dari waktu pencampuran 60 menit untuk berbagai jenis adsorben yang digunakan. Kinerja adsorben terbaik dan waktu pencampuran terbaik ini ditinjau dari nilai kapasitas penjerapan, warna, kadar air, kadar asam lemak bebas, densitas, serta kadar logam Fe. Kemudian, hasil CPO dari proses *bleaching* terbaik menggunakan adsorben batu apung dengan waktu pencampuran 120 menit menghasilkan nilai densitas sebesar 0,8402 g/mL, kadar logam Fe sebesar 0,5718 ppm, kadar air sebesar 0,21% dan FFA sebesar 0,06% (co-processing) di mana nilai-nilai tersebut rata-rata sesuai dengan SNI IVO 8875:2020.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada: Itenas yang telah memberi dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini dalam bentuk pendanaan kepada penulis pada rangkaian acara Prokimnas.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnawati, A., Resty, R. K., & Novita, A. (2017). Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset* Vol. 2 (1) , 23 - 29.
- CNBC. 2023. Menggapai Sawit Tetap Jadi Andalan Indonesia Saat Dunia Penuh Ketidakpastian. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20230616164159-51-446662/hadapi-ketidakpastian-global-gimana-nasib-industri-sawit>.
- Endahwati, L. 2011. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. Jawa Timur: Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran Jawa Timur.
- Giyatmi, Zaenul Akmal, dan Damajati Melati 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean. Sekolah Tinggi Teknologi BATAN. Yogyakarta.
- Heryani, H. 2019. Penentuan Kualitas Degummed Bleached Palm Oil (Dbpo) Dan Refined Bleached Deodorized Palm Oil (Rbdpo) Dengan Pemberian Bleaching *earth* Pada Skala Industri. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(1), 11-18. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2016. Upaya Mendorong Pengembangan Industri Kecil Menengah Sawit; Memperkenalkan sektor usaha Penyediaan Minyak Nabati Industri untuk Mendukung Industrialisasi Bahan Bakar Hijau (Green Diesel, Green Gasoline, Green Avtur). Webinar Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Dikutip dari <https://tin.ipb.ac.id/wp-content/uploads/2020/08/Bahan-Webinar-TIP-IPB-15-Agustus-Upaya-IKM-Sawit.pdf>.
- Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2020. Sosialisasi Hasil Uji Coba Pengolahan RBDPO 100%. <https://kemenperin.go.id/artikel/21836/Mampu-Produksi-Green-Diesel-Berkualitas,-Menperin-Yakin-RI-Siap-Daulat-Energi>.
- Kusumaningtyas, M. P. 2017. ANALISIS STRUKTUR NANO BATU APUNG LOMBOK MENGGUNAKAN METODE BET (BRUNAUER-EMMETT-TELLER). Jawa Timur: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Meliana, N., dkk. 2019. Optimasi Kondisi Acid Degumming Pada Proses Produksi Lesitin Dari CPO. *Jurnal Industri Pertanian*, 1(3), 70-76. Bandung: Universitas Pajajaran.
- Mianta, A. 2006. Pengaruh Rasio Si/Al Terhadap Ukuran Pori Pada Modifikasi Zeolit Alam. In: Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Kimia FMIPA UNDIP , Jurusan Kimia UNDIP.
- Nurlita, A. R., 2019. STUDI ADSORPSI ION LOGAM Pb(II) PADA KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq.) YANG DIMODIFIKASI DENGAN MAGNETIT (Fe₃O₄). Bandar Lampung: Universitas Lampung. Dikutip dari <https://digilib.unila.ac.id/56574/3/SKRIPSI%20TANPA%20BAB%20PEMBAHASAN.pdf>
- Reynolds, Tom, D. 1982. Unit Operations and Processes in Environmental Engineering. Wadsworth Inc: California.
- Ristianingsih, Y., dkk. 2011. STUDI KINETIKA PROSES KIMIA DAN FISIKA PENGHILANGAN GETAH CRUDE PLAM OIL (CPO) DENGAN ASAM FOSFAT. *Studi Kinetika Proses Kimia dan Fisika*, 13 (4), 242-247. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Ronny, K. 2021. Aspek Teknis Produk/Proses. Institut Teknologi Nasional.
- Diseminasi FTI-12

- Sembiring, M. T. dan Sinaga. T. S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatan). Sumatra Utara: Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Dikutip dari <https://www.scribd.com/doc/243933611/Laporan-Arang-Aktif-Wili>.
- Tanjaya, A., dkk. 2006. Pembuatan Bleaching Earth dari Bentonit Pacitan dengan Aktivasi Asam: Karakterisasi dan Kemampuan Bleaching. https://www.academia.edu/1696967/Pembuatan_bleaching_earth_dari_bentonite_pacitan_dengan_aktivasi_asam_karakterisasi_dan_kemampuan_bleaching.