

PENGARUH WAKTU ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS DALAM MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH PADA PEMBUATAN BIOADSORBEN LIMBAH BATANG PISANG

Ummul Habibah Hasyim¹, Ika Kurniaty¹, Husnul Mahmudah¹, Mutiah Hermanti¹
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
ummul.habibah@ftumj.ac.id

ABSTRAK. Minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil, CPO*) merupakan bahan baku utama untuk pembuatan minyak goreng. Proses pembuatan minyak goreng melibatkan adsorbent untuk mengikat pengotor, memucatkan warna dan menurunkan kadar Free Fatty Acid (FFA) minyak. Adsorbent yang digunakan dalam proses pemurnian CPO umumnya adalah bleaching earth. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat adsorbent alami yang berasal dari pelepah pisang. Pemilihan pelepah pisang sebagai bioadsorbent didasarkan pada banyaknya kandungan selulosa pada batang pisang sehingga memungkinkan untuk terjadinya reaksi adsorpsi. Pembuatan bioadsorbent dilakukan dengan mengaktivasi selulosa pada pelepah pisang menggunakan senyawa H_2SO_4 dengan konsentrasi 0,4 N. Pelepah pisang yang sudah diaktivasi kemudian dikeringkan dan diaplikasikan untuk menurunkan kadar Free Fatty Acid (FFA) pada CPO. Hasil kadar FFA pada CPO yang sudah diaktivasi dihitung, kemudian ditentukan pola adsorpsi isothermalnya dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Dari penelitian ini didapatkan bahwa waktu optimum untuk adsorpsi adalah 90 menit dengan persentase kadar FFA yang terserap sebesar 38,08%. Proses penyerapan Kadar FFA dapat mengikuti persamaan Langmuir maupun freundlich dengan $R^2 \pm 0.9$ sampai dengan 1.

Kata kunci: batang pisang, adsorpsi, aktivasi, cpo, selulosa

ABSTRACT. Crude Palm Oil (CPO) is the main raw material for the manufacture of cooking oil. The process of making cooking oil are involves adsorbents to bind impurities, blanched the color and reduce the levels of Free Fatty Acid (FFA) oil. The adsorbent used in the CPO purification process generally is bleaching earth. The purpose of this study is to make natural adsorbents from banana midribs. The selection of banana fronds as a bio-adsorbent is based on the amount of cellulose content in banana stems making it possible for the adsorption reaction to occur. Bio-adsorbent production is done by activating cellulose in banana midrib using a concentration of H_2SO_4 with a concentration of 0.4 N. The activated banana stem is then dried and applied to reduce Free Fatty Acid (FFA) levels in CPO. The results of FFA levels on activated CPO were calculated, then determined the isothermic adsorption pattern using the Langmuir and Freundlich equations. From this study it was found that the optimum time for adsorption was 90 minutes with the percentage of FFA absorbed by 38.08%. The absorption process of FFA levels can follow the Langmuir and freundlich equations with $R^2 \pm 0.9$ to 1.

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil CPO terbesar di dunia. CPO merupakan bahan pembuat minyak goreng. Proses pendistribusian minyak sawit kasar di Indonesia dikelola dengan persyaratan mutu yang diatur melalui

Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar CPO yang digunakan adalah SNI 01-2901-2006 mengenai Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO) yang disusun oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Salah satu aturan mutu yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini adalah keberadaan asam lemak bebas (ALB). Kadar ALB harus

tidak lebih dari 5 % (BSN, 2012). Salah satu proses dalam pengolahan CPO menjadi minyak goreng adalah proses *degumming*, dimana dalam proses ini metode yang digunakan adalah proses adsorpsi. Adsorbent yang digunakan secara umum adalah *bleaching earth*. Proses ini bertujuan menghilangkan getah dan pengotor lainnya yang masih terdapat dalam minyak mentah.

Keberadaan adsorbent ini melahirkan gagasan adsorbent alternatif pengganti berbasis bahan alam baru dan terbarukan. Limbah batang pisang menjadi obyek dasar pengembangan penelitian yang didasarkan belum termanfaatkannya limbah batang pisang secara maksimal. Selain itu Indonesia dengan kondisi agraris memiliki potensi sebagai penghasil pisang terbesar di dunia. Pelepeh pisang mengandung selulosa yang dapat dijadikan adsorbent dalam proses penyerapan asam lemak bebas yang terdapat dalam CPO dengan penambahan zat aktif atau aktivator. Bioadsorbent dari pelepeh pisang ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan adsorbent dalam dunia industri sekaligus untuk menambah nilai guna dari pelepeh pisang.

Dari latar belakang ini perlu adanya kajian yang dilakukan untuk mengetahui proses pembuatan bioadsorbent berbasis limbah batang pisang serta mengetahui kondisi operasi dan performa dari bioadsorbent limbah batang pisang terhadap proses pengolahan CPO. Tujuan dari penelitian selain memanfaatkan limbah batang pisang sebagai potensi material baru terbarukan, antara lain adalah juga untuk mengetahui variable waktu optimum dalam proses adsorpsi.

Menurut, Husni (2004) pelepeh pisang memiliki kadar kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi. Dari hasil analisa ternyata pelepeh pisang kering mengandung sekitar lebih dari 50% selulosa.

Menurut *Building Material and Technology Promotion Council*,

komposisi kimia serat pisang terdiri dari lignin 5-10%, selulosa 60-65%, hemiselulosa 6-8%, dan air 10-15%.

Potensi yang cukup besar dimiliki oleh selulosa sebagai bahan penyerap atau adsorbent. Gugus OH yang dimiliki oleh selulosa bila dipanaskan pada suhu tinggi akan menyisakan atom karbon setelah menghilangkan atom oksigen dan hydrogen. Ketidaktepatan penataan cincin segi enam yang dimilikinya mengakibatkan terdapatnya ruang-ruang dalam struktur arang aktif yang memungkinkan adsorbent masuk dalam struktur arang aktif berpori (Muna SM, 2011).

Faktor-faktor penyebab asam lemak bebas relative tinggi dalam minyak sawit adalah:

- a. Buah sawit yang dipanen tidak tepat waktu
- b. Pengumpulan serta pengangkutan yang terlambatan
- c. Proses hidrolisa selama di pabrik

Aktivasi dapat dilakukan terhadap pelepeh pisang untuk meningkatkan daya sorpsi. Hal ini dilakukan guna menghilangkan zat pengotor dan memisahkan selulosa dari lignin. Secara teoritis aktivasi dibagi menjadi dua, yaitu aktivasi fisika dan kimia.

1. Aktivasi fisika dapat dilakukan dengan bantuan panas, uap, dan gas CO₂.
2. Sedangkan aktivasi kimia merupakan aktivasi dengan penambahan bahan kimia yang dinamakan aktivator. Aktivator yang sering digunakan adalah hidroksida logam alkali, klorida, sulfat, fosfat dari logam tanah, ZnCl₂, dan asam organik seperti H₂SO₄ dan H₃PO₄. (Yunita, 2009).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh faktor sifat fisik dan kimia adsorbent seperti ukuran partikel luas permukaan, dan komposisi kimia.

Ukuran partikel semakin kecil, maka semakin besar luas permukaan padatan per satuan volume tertentu, sehingga akan semakin banyak zat yang diadsorpsi. Faktor lainnya adalah sifat fisis dan kimia adsorbat, seperti ukuran molekul dan komposisi kimia, serta konsentrasi adsorbat dalam fase cairan (Aprilia 2009).

Isotherm adsorpsi adalah proses adsorpsi yang berlangsung pada temperatur tetap. Model isotherm adsorpsi yang paling umum dan banyak digunakan dalam adsorpsi adalah model isotherm Langmuir dan model isotherm Freundlich.

Berdasarkan kajian literature yang telah dipaparkan, hipotesa dari penelitian ini adalah pelepah pisang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan adsorbent alami (bioadsorbent). Dari faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan bioadsorbent dapat diduga bahwa :

1. Semakin lama waktu aktivasi pelepah pisang semakin besar persentase penyerapan yang dihasilkan oleh bioadsorbent
2. Semakin tinggi kadar Asam Sulfat sebagai aktivator semakin besar persentase penyerapan yang dihasilkan oleh bioadsorbent
3. Semakin besar massa bioadsorbent yang digunakan untuk mengadsorpsi kadar asam lemak bebas pada CPO, semakin rendah kadar asam lemak bebas yang di peroleh

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara

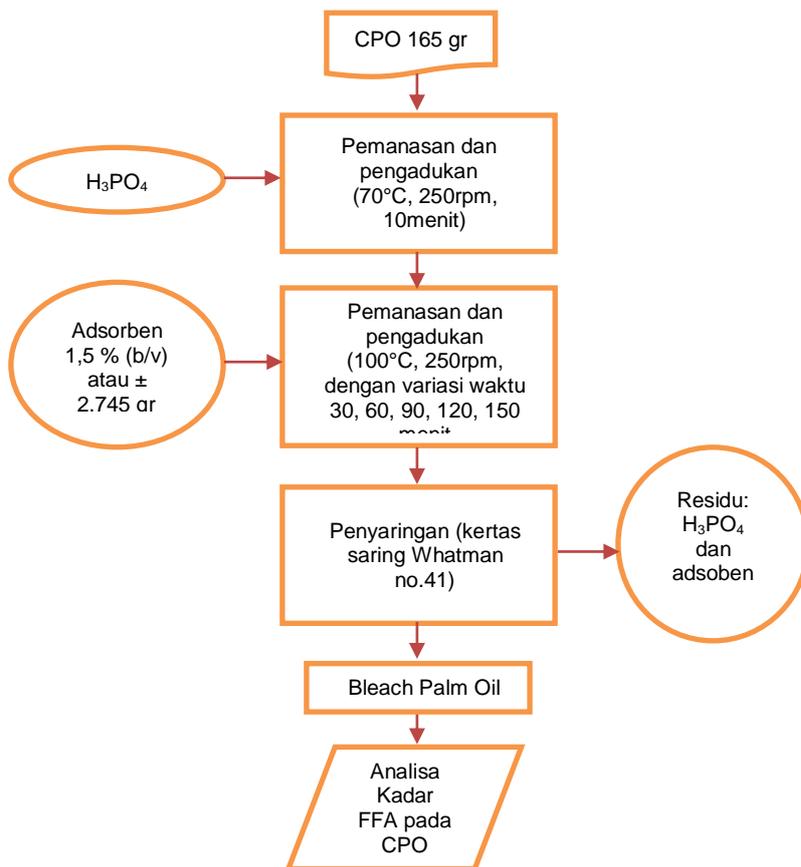
lain ; labu leher 3, pompa vacuum, *stirrer Buch*, neraca analitik, heating mantle, *blender*, ayakan 180 mesh, corong, oven, asam sulfat 0,4N, isoprophyl alcohol, pelepah pisang, cpo, silica vakum.

Metode Penelitian

Secara garis besar proses penelitian terbagi menjadi 3 tahap utama; pembuatan bioadsorben dari limbah batang pisang, proses adsorbs CPO menggunakan bioadsorben batang pisang, dan analisa FFA.

Tahap awal pembuatan bioadsorben limbah batang pisang dilakukan dengan membersihkan batang pisang dan dipotong menjadi bagian lebih kecil. Setelah potongan batang pisang dihancurkan kemudian dipanaskan pada suhu 80°C kemudian diayak. Bubuk pelepah pisang kemudian di masukkan ke dalam botol BOD 500 ml. Diaktivasi menggunakan H₂SO₄ 0.4 N dengan perbandingan 1:10 (w:v) hingga semuanya terendam. Aktivasi dilakukan selama 24 jam dalam suhu ruang. Setelah itu adsorben yang telah diaktivasi di cucui dengan aquadest hingga pH netral. Adsorben kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 100°C selama 3 jam. Proses akhir adalah dengan pengayakan untuk mendapatkan ukuran adsorben yang seragam.

Tahap Adsorpsi dilakukan dengan memanaskan CPO di dalam oven suhu 70°C sampai cair. Proses adsorpsi dilakukan pada suhu 110°C, dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Setelah didinginkan CPO disaring dengan bantuan pompa vacuum dan kertas saring Whatman no. 41.



Gambar. Diagram Alir Proses Adsorpsi 2

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil kadar asam FFA yang di dapat setelah CPO di adsorpsi dengan

bioadsorbent pelepah pisang ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 1. Hasil Analisa Kadar FFA 1

Variasi Waktu Adsorpsi (menit)	Kadar FFA (%)
0 (Blanko CPO)	5,20
30	4,52
60	3,64
90	3,22
120	3,62
150	4,21

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan presentase banyaknya FFA yang terserap selama adsorpsi

berlangsung. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Perhitungan %FFA 1

Waktu	FFA Awal	FFA Akhir	FFA Terserap	% Terserap
30	5,20	4,52	0,68	13,08%
60	5,20	3,64	1,56	30,00%

90	5,20	3,22	1,98	38,08%
120	5,20	3,62	1,58	30,38%
150	5,20	4,21	0,99	19,04%

Pola isothermal adsorpsi dilakukan dengan cara mengkontakkan massa bioadsorbent 1,5 % (b/v) dengan variable waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit dengan

CPO pada suhu 100°C. Kemudian dihitung kadar FFA nya. Hasil pengukuran dihitung dengan menggunakan rumus empiris dari persamaan Langmuir dan Freundlich didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3.Pola Isothermal Adsorpsi 1

Waktu (menit)	C ₀ (%)	C _e (%)	X _m (C _e -C ₀ (%))	m	x _m /m	C _e /(x _m /m)	log x _m /m	log ce
30	5,200	4,520	0,680	2,475	0,275	16,451	-0,561	0,655
60	5,200	3,640	1,560	2,475	0,630	5,775	-0,200	0,561
90	5,200	3,220	1,980	2,475	0,800	4,025	-0,097	0,508
120	5,200	3,620	1,580	2,475	0,638	5,671	-0,195	0,559
150	5,200	4,210	0,990	2,475	0,400	10,525	-0,398	0,624

Pembahasan

Penelitian ini membahas tentang pembuatan bioadsorbent dari pelepah pisang untuk menurunkan kadar FFA (*Free Fatty Acid*) pada CPO, sesuai dengan standar yang ditetapkan BSN bahwa kadar FFA atau ALB pada CPO tidak boleh melebihi dari 5%. Kadar FFA yang tinggi dapat mempengaruhi kualitas CPO baik sebelum maupun setelah diolah menjadi minyak kelapa sawit.

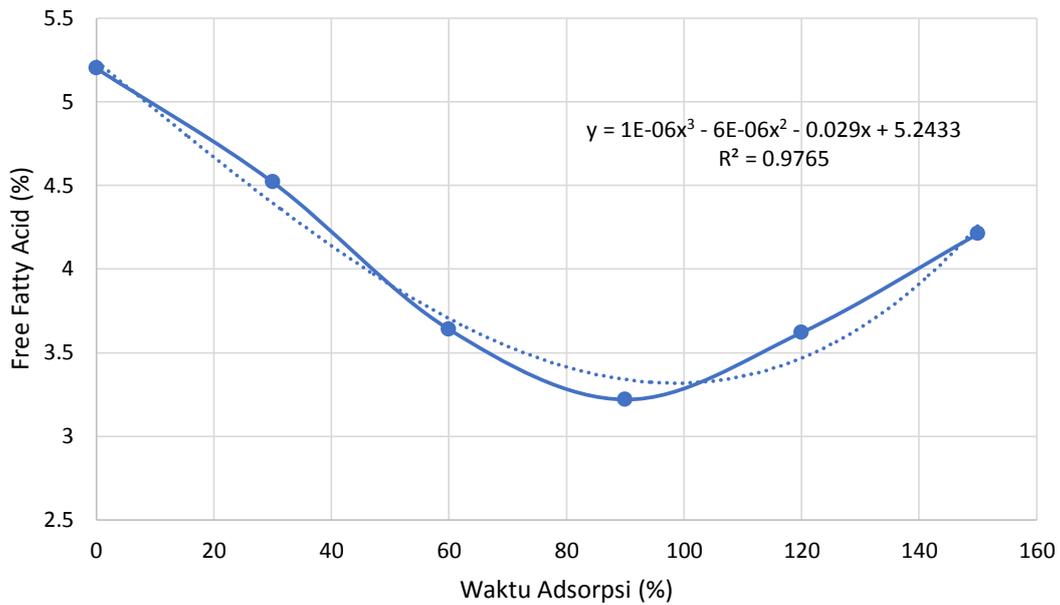
Pelepah pisang yang sudah bersih dihancurkan dan dihaluskan kemudian diaktivasi dengan menggunakan H₂SO₄ 0,4 N selama 24 jam. Semakin halus bubuk pelepah pisang yang diaktivasi, maka adsorben yang dihasilkan akan semakin baik karena bidang kontak pelepah pisang dengan H₂SO₄ akan semakin besar, sehingga kemungkinan terbentuknya pori pada pelepah pisang akan semakin banyak..

Pengaruh Waktu Adsorpsi Pada Penurunan Kadar FFA dan %FFA yang Terserap

Pada penelitian ini, bioadsorbent diaplikasikan pada CPO

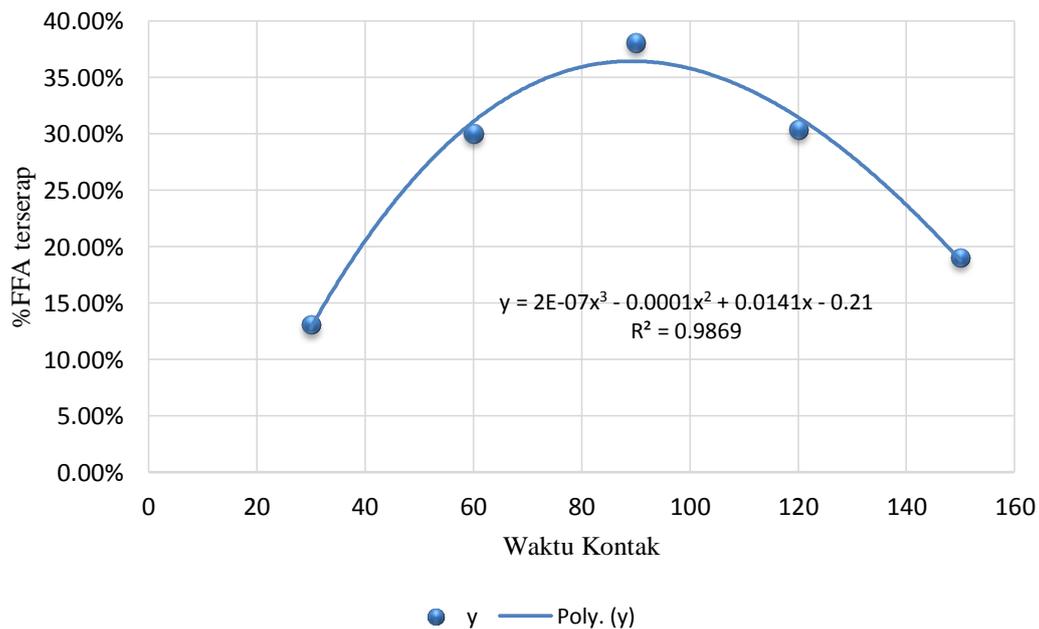
untuk menurunkan kadar FFA. Sebanyak 1.5 % berat bioadsorbent per volume CPO dikontakkan dengan menggunakan labu leher tiga berpengaduk dalam suhu 100 °C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150 menit. Dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat penurunan dan penyerapan FFA yang signifikan. Penurunan yang paling baik terjadi pada menit ke 90 dimana didapatkan kadar FFA sebesar 3.22 %. Pada menit ini pula didapatkan presentase terbesar penyerapan FFA oleh bioadsorbent pelepah pisang yaitu sebesar 38,08 %. Menit ini dianggap sebagai waktu optimum adsorpsi karena pada menit selanjutnya yaitu pada menit ke 120, kadar FFA yang didapat lebih besar daripada sebelumnya yaitu, 3,62 % serta presentase penyerapan yang lebih kecil. Hal ini mungkin disebabkan karena adsorben sudah jenuh sehingga penyerapan menjadi tidak maksimal. Secara lengkap data pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan serta presentase penyerapan kadar FFA disajikan dalam grafik berikut :

Pengaruh Waktu Adsorpsi terhadap Penurunan Kadar Free Fatty Acid



Gambar 2. Grafik Pengaruh Waktu Adsorpsi 1

Grafik Hubungan %FFA terserap dengan Waktu Kontak



Gambar 3. Grafik Hubungan %FFA terserap 1

Dari grafik yang terlihat pada gambar 2 didapatkan korelasi yang menyatakan hubungan antara waktu (menit) pada sumbu x dengan kadar Free Fatty Acid pada sumbu y, mengikuti persamaan berikut $y = 1E-06x^3 - 6E-06x^2 - 0,029x + 5,2433$ dengan $R^2 = 0,9765$. Hal ini berarti sebanyak 97,65% keragaman hasil

penurunan kadar FFA dipengaruhi oleh waktu kontak dengan penduga persamaan regresi kubik.

Sementara itu berdasarkan grafik yang terlihat pada gambar 3 didapatkan korelasi yang menyatakan hubungan antara waktu kontak adsorpsi pada sumbu x dengan % FFA terserap pada sumbu y, mengikuti

persamaan berikut $y = 2E-07x^3 - 0,0001x^2 + 0,0141x - 0,21$ dengan $R^2 = 0,9869$. Sebanyak 98,69 % keragaman hasil penyerapan kadar FFA juga dipengaruhi oleh waktu kontak dengan penduga persamaan regresi kubik.

Metode regresi non-linier kubik dengan grafik polinomial orde tiga lebih mewakili untuk mengolah data pada penelitian ini dikarenakan perubahan pada Y diikuti dengan perubahan yang tidak tetap pada X dalam wilayah yang ditentukan sehingga didapatkan nilai regresi yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode regresi linier.

Penentuan Pola Adsorpsi Isothermal

Dalam Ummul, 2017 disebutkan bahwa Isothermal adsorpsi menggambarkan proses adsorpsi, yang merupakan distribusi antara fase cair dan fase padat. Dalam Ahalya,dkk,2003 juga disebutkan ada beberapa model kestimbangan isothermal adsorpsi, diantaranya Langmuir dan Freundlich. Model persamaan Langmuir dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$Ce/(x/m) = 1/ab + 1/a$$

Ce..... (4.1)

Sedangkan model persamaan freundlich menggunakan persamaan:

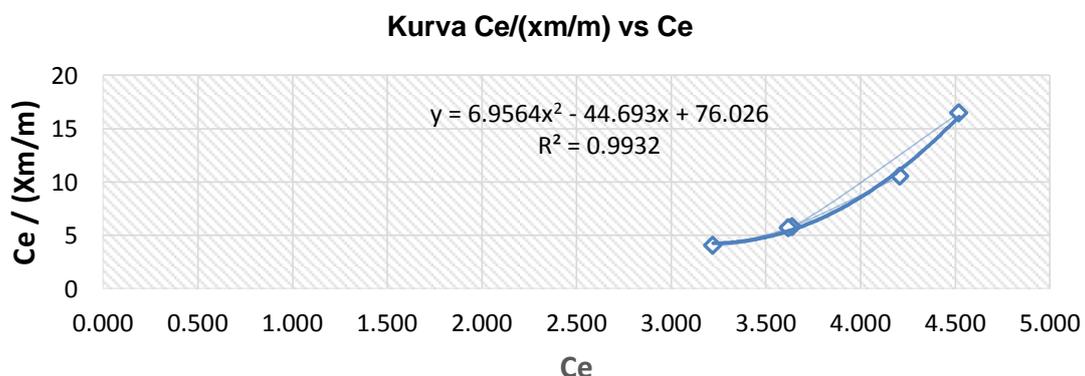
$$\log (x/m) = \log k + 1/n \log Ce..... (4.2)$$

dimana:

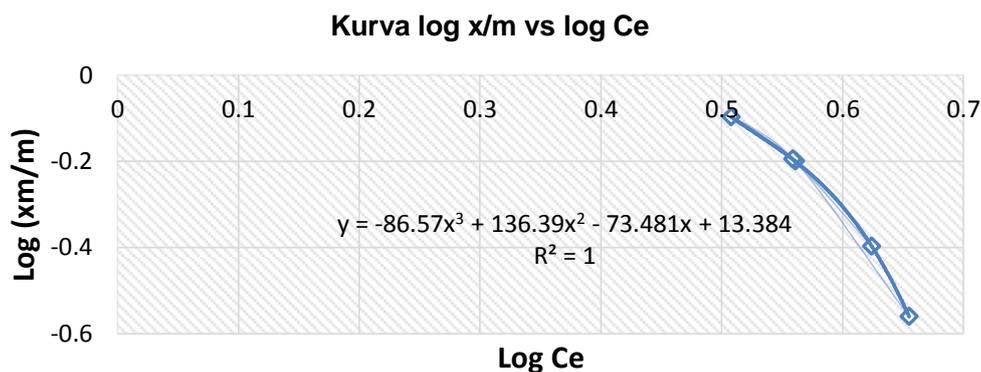
- Ce = konsentrasi logam Fe dalam larutan setelah diadsorpsi
- x/m = massa logam Fe yang diserap per gram bentonit
- b = parameter afinitas atau konstanta Langmuir
- a dan k = kapasitas / daya adsorpsi maksimum (mg/gram)

Nilai a dan k menunjukkan kapasitas dari adsorpsi FFA oleh bioadsorbent pelepah pisang, makin besar nilai a pada persamaan Langmuir isothermal dan k pada persamaan Freundlich isothermal menunjukkan kapasitas adsorpsi makin besar pula. Nilai 1/ab dan log k tentunya sangat dipengaruhi oleh temperatur sehingga mempengaruhi laju adsorpsi.

Dari Tabel 4.2 maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga Ce/(x/m) versus Ce untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memplotkan log (x/m) versus log Ce untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4. Kurva Persamaan Langmuir



Gambar 5. Kurva Persamaan Freundlich 1

Dari gambar 4 dan 5 dapat dilihat bahwa pengujian persamaan Freundlich maupun Langmuir memiliki linierisasi yang baik dan memiliki harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9$ dan menandakan bahwa adsorpsi FFA oleh bioadsorbent pelepah pisang memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan $R_2=0,9932$ dan persamaan Freundlich dengan $R_2= 1$. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi FFA dengan bioadsorbent pelepah pisang.

KESIMPULAN (DAN SARAN)

Kesimpulan

Pelepah pisang dapat dijadikan bioadsorbent dan dapat diaplikasikan sebagai alterative adsorbent pengganti untuk menurunkan kadar FFA. Waktu optimum adsorpsi terjadi pada menit ke 90 dimana terjadi penurunan dan penyerapan kadar FFA paling signifikan. Diperoleh FFA paling rendah yaitu 3.22 % dengan presentase penyerapan bioadsorbent sebesar 38,08 %. Berdasarkan perhitungan pola isotherm adsorpsi, persamaan tipe Freundlich lebih baik digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi FFA pada CPO dengan bioadsorbent pelepah pisang.

Saran

Perlu dilakukan uji performa dan karakterisasi bioadsorben limbah batang pisang agar mendapatkan kondisi terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia. 2009. *Preparasi produk nata de pina dan aplikasi pengikatannya terhadap logam kobalt(II)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Asrijal St, dkk 2014. Variasi Konsentrasi Aktivator Asam Sulfat (H_2SO_4) pada Karbon Aktif Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Timbal. Makasar : UIN Alaudin Makasar.
- Astuti Widi, dkk. 2006. *Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas pada CPO menggunakan zeolit Alam*. Lampung: UPT Balai Pengolahan Mineral lampung – LIPI.
- Badan Standarisasi Nasional. (2006). SNI 01-3741-2006. *Minyak Goreng*. Jakarta
<http://ditjenbun.pertanian.go.id/tinymcpuk/gambar/file/statistik/2015/SAWIT%202013%20-2015.pdf>
(Diakses 10 November 2017 pukul 16.08).
- Efeendi, dkk. 2014. *Batang Pisang (Musa Paradisiac sp) sebagai Adsorbent Minyak Jelantah Upaya Mengurangi Kadar Free Fatty Acid (FFA) dan Bilangan Peroksida dalam Minyak Jelantah*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Elmariza Juli, dkk. 2015. *Optimasi Ukuran Partikel Massa dan Waktu Kotak Karbon Aktif Berdasarkan Efektivitas Adsorpsi β Caroten pada CPO*. Pontianak: Universitas

- Tanjungpura.Pontianak.
- Hasyim, Ummul Habibah,dkk, 2017, *Pengaruh Konsentrasi HCL dan Massa Adsorbent Dalam Pengolahan Limbah Pelumas Bekas Dengan Kajian Keseimbangan Adsorbsi Bentonit Terhadap Logam Fe*, Ketaren dalam Widi Astuti (2006), *Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Muna SM. 2011. *Kinetika Adsorpsi karbon aktif dari batang pisang sebagai adsorben untuk penyerapan ion logam Cr(VI) pada air limbah industri*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Nishiyama *et al.* 2009. *Crystal structure and hydrogen-bonding sistem in cellulose i β from synchrotron x-ray and neutron fiber diffraction*. J. Am. Chem. Soc.
- Suyanti dan Supriyadi. 2008. *Pisang: Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yunita, 2009. *Aktivasi Bagase Fly Ash untuk Adsorpsi Cu(II) secara batch dan kontinyu : Eksperimen dan Pemodelan,Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Bandung.
- Yustinah, Hartini dan Zuliani. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH pada Proses PembuatanArang Aktif Terhadap Kualitas Minyak Bekas Setelah Proses Pemurnian* Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.

