

Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Sebagai Bioadsorbent Dalam Pengolahan Minyak Mentah (CPO) Untuk Menurunkan *Free Fatty Acid* (FFA) Dengan Variabel Massa Bioadsorbent

Mutiah Hermanti¹, Husnul Mahmudah¹, Ummul Habibah Hasyim^{1*}, Ika Kurniaty¹

¹Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Cempaka Putih Jakarta Pusat 10510

*Corresponding Author : ummul.hh@umj.ac.id

Abstrak

Minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil, CPO*) merupakan bahan baku utama pembuatan minyak goreng. Proses pembuatan minyak goreng tersebut melibatkan adsorbent dalam pengolahannya sebagai pengotor, pengikat, pemucat warna serta dapat menurunkan konsentrasi asam lemak bebas. Dalam proses pemurnian CPO Bioadsorbent yang banyak digunakan adalah *bleaching earth*. Penelitian ini bertujuan menghasilkan bioadsorbent dengan memanfaatkan batang pisang sebagai bahan utama. Batang pisang dipilih sebagai sumber bahan bioadsorbent berdasarkan akan kandungan selulosa yang banyak pada batang pisang yang diharapkan dapat untuk terjadinya proses adsorpsi. Bioadsorbent dibuat dengan perlakuan awal yaitu dengan aktivasi batang pisang terhadap NaOH dengan konsentrasi 0,4N. Bioadsorbent batang pisang sesudah diaktivasi selanjutnya dikeringkan dan digunakan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas terhadap CPO. Hasil kadar FFA (*Free Fatty Acid*) pada CPO yang sudah diaktivasi dihitung, kemudian ditentukan pola isothermalnya menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Hasil yang diperoleh atas penelitian ini didapatkan massa bioadsorbent optimum yaitu 8 g dengan presentase kadar FFA yang terserap adalah 9,142% dengan $R^2 = 0,9784$. Proses penurunan konsentrasi atau kadar FFA dibuat dengan menggunakan persamaan Freundlich dengan $R^2 \pm 0,9$.

Kata kunci : adsorpsi, bioadsorbent, batang pisang, cpo, free fatty acid

Abstrack

Crude Palm Oil (CPO) is the main raw material for making cooking oil. The process of making cooking oil involves adsorbents in its processing as impurities, binders, color paleness and can reduce the concentration of free fatty acids. In the process of refining CPO Bioadsorbent which is widely used is bleaching earth. This research aims to produce bioadsorbent by utilizing banana stems as the main ingredient. Banana stems are chosen as a source of bioadsorbent material based on the high cellulose content in banana stems which is expected to be the process of adsorption. Bioadsorbent is made by initial treatment with activation of banana stems against NaOH with a concentration of 0.4N. Banana starch bioadsorbent after activation is then dried and used to reduce levels of free fatty acids against CPO. The results of FFA levels on activated CPO are calculated, then the isothermal pattern is determined using the Langmuir and Freundlich equations. The results obtained from this study showed that the optimum bioadsorbent mass was 8 g with the percentage of absorbed FFA content being 9,142% with $R^2 = 0,9784$. The process of decreasing concentration or FFA levels was made using the Freundlich equation with $R^2 \pm 0.9$.

Keyword : adsorption, bioadsorbent, banana stems, CPO, free fatty acid

PENDAHULUAN

Minyak sawit di Indonesia didistribusikan dengan pengelolaan persyaratan mutu seperti yang tertuang dalam Standar Nasional Indonesia (SNI). Standar SNI CPO yang digunakan adalah SNI 01-2901-2006 tentang Minyak Kelapa Sawit Mentah (CPO) oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Aturan mutu salah satunya yang menjadi materi kajian utama pada penelitian ini adalah keberadaan asam lemak bebas (FFA). Kadar FFA tidak diperkenankan melebihi dari 5 % (BSN, 2012). Keberadaan adsorbent yang dapat menyerap asam lemak bebas dapat menjadi solusi bagi permasalahan tersebut. Dalam dunia industri minyak kelapa sawit, adsorbent yang sering digunakan adalah *bleaching earth* yang terbuat dari bentonite. Namun bentonite adalah sumber daya yang tidak bisa diperbaharui keberadaannya. Padahal, kebutuhan adsorben dalam industri kelapa sawit semakin lama akan semakin meningkat.

Tanaman pisang merupakan bahan alami yang murah, mudah dibudidayakan dan memiliki banyak manfaat. Namun, pada kenyataannya pemanfaatan yang secara optimal hanya terbatas pada buah dan daunnya saja. Sedangkan batang dan pelepahnya hanya digunakan sebagai pakan ternak atau rakit. Pelepah pisang merupakan sumber karbon yang sering diabaikan keberadaannya. Padahal, pelepah pisang memiliki potensi sebagai sumber material baru terbaharukan, salah satu yang mulai dilakukan sebagai bahan penelitian adalah pemanfaatan batang pisang sebagai bioadsorben.

Pelepah pisang mengandung selulosa yang dapat dijadikan bioadsorben dalam proses penyerapan asam lemak bebas yang terdapat dalam CPO dengan penambahan zat aktif atau aktivator. Bioadsorben dari pelepah pisang ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan adsorben dalam dunia industri sekaligus untuk menambah nilai guna dari pelepah pisang.

Menurut, Husni (2004), pelepah pisang memiliki kadar kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi. Dari hasil analisa didapat pelepah pisang kering mengandung sekitar lebih dari 50% selulosa. Menurut *Building Material and Technology Promotion Council*, komposisi

kimia serat pisang antara lain terdiri dari ; lignin 5-10%, selulosa 60-65%, hemiselulosa 6-8% dan air 10-15%. Dalam (Kurniaty, dkk, 2017) disebutkan bahwa proses yang digunakan untuk mendapatkan selulosa dengan proses delignifikasi. Yaitu proses penghilangan lignin untuk mendapatkan struktur selulosa, Bahan yang digunakan dalam proses delignifikasi adalah bahan basa. (Yannasandy, dkk, 2017). Dalam penelitian ini basa yang digunakan adalah NaOH.

Kualitas minyak kelapa sawit bisa ditingkatkan dengan menghilangkan pengotor-pengotor yang ada. Senyawa pengotor dapat mempengaruhi kualitas minyak kelapa sawit. Salah satu parameter yang digunakan sebagai standar kualitas minyak kelapa sawit adalah kandungan asam lemak bebas. (Astuti, 2006)

Asam lemak bebas terbentuk karena adanya proses oksidasi, dan hidrolisa enzim selama proses pengolahan dan penyimpanan CPO. Asam lemak bebas yang tinggi sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat memicu penyakit kolesterol. Selain itu angka asam lemak bebas yang tinggi dalam minyak dapat menjadi indikator bahwa minyak tersebut buruk kualitasnya.

Hipotesa dari penelitian ini adalah pelepah pisang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan bioadsorbent. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan bioadsorbent dapat diduga bahwa :

1. Semakin lama waktu aktivasi pelepah pisang semakin besar persentase penyerapan yang dihasilkan oleh bioadsorben
2. Semakin tinggi kadar aktivator asam sulfat, maka 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.

Tujuan dilakukan penelitian terhadap limbah batang pisang yang belum dimanfaatkan secara optimal adalah menjadikan batang pisang menjadi material baru terbaharukan yang bernilai ekonomis, selain itu aplikasi bioadsorben batang pisang diharapkan mampu menggantikan *bleaching earth* yang digunakan dalam proses adsorpsi asam lemak bebas pada CPO. Tujuan lain adalah mengetahui massa optimum yang bisa ditambahkan dalam penyerapan asam lemak bebas CPO.

METODE

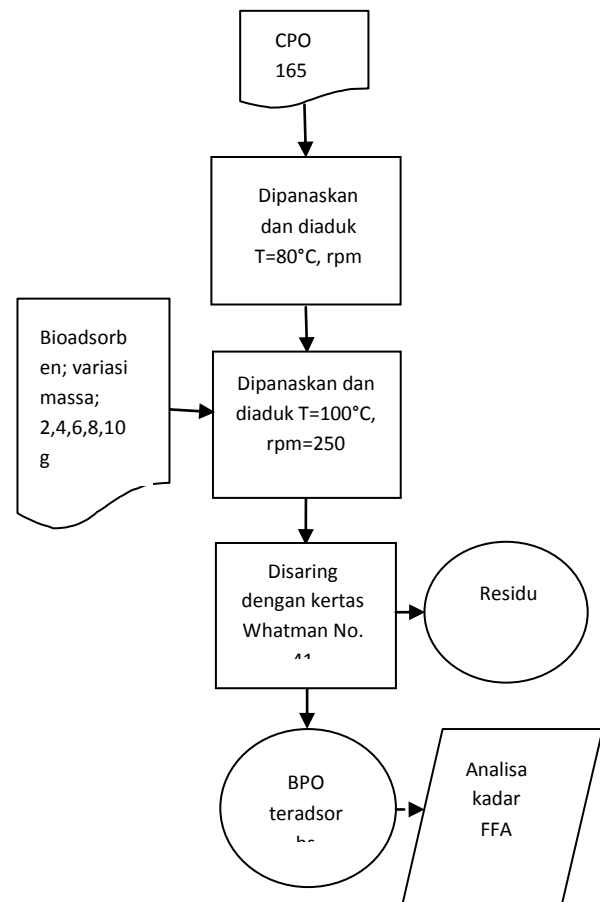
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan proses. Proses yang pertama adalah preparasi batang pisang sebagai bioadsorben. Proses yang dilakukan dalam tahap ini menggunakan metode delignifikasi. Dalam proses delignifikasi alkali yang digunakan adalah NaOH. Tahapan lain adalah proses adsorpsi asam lemak bebas dalam CPO menggunakan bioadsorben batang pisang.

Alat yang digunakan antara lain; *blender*, *stirrer Buchi*, neraca analitik, gelas beker 500 ml, oven, pH meter, Erlenmeyer vacuum, *hot plate*, ayakan 180 mesh, gelas ukur dan kertas saring. Sementara itu bahan yang digunakan selain bahan utama batang pisang adalah ; NaOH, indicator PP 1%, aquades dan CPO.

Tahapan pertama dalam pembuatan bioadsorben dilakukan dengan membersihkan dan mengecilkan ukuran pelepah pisang. Kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu (T) 80°C selama waktu (t) 8 jam. Pelepah pisang kering diblender dan diayak hingga mendapatkan ukuran yang seragam. Kemudian dilakukan proses delignifikasi menggunakan alkali NaOH.

Tahapan selanjutnya adalah adsorpsi asam lemak bebas pada CPO. Digunakan variabel bebas massa bioadsorben batang pisang. Variasi massa tersebut adalah sebesar 2, 4, 6, 8 dan 10 g. bioadsorben dicampurkan dengan CPO dalam gelas beker 500 ml. Dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu 60°C, kecepatan pengadukan 120 rpm dan waktu 90 menit. Setelah itu CPO teradsorpsi disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 41.

Tahapan analisa asam lemak bebas dilakukan dengan menimbang CPO sebelum dan sesudah dilakukan adsorpsi dengan massa 2 g. Ditambahkan larutan Isopropyl alcohol sebagai pelarut. Sampel dipanaskan selama 10 detik dan ditambahkan indicator PP. Kemudian sampel dititrasi dengan NaOH 0,1 N dan kadar asam lemak bebas dihitung. Dalam gambar 1 dibawah ini ditunjukkan diagram alir proses adsorpsi asam lemak bebas CPO dengan bioadsorben pelepah pisang.



Gambar1. Diagram Alir Adsorpsi CPO 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi bioadsorbent dari pelepah pisang dilakukan dengan cara mengaktivasi selulosa yang terdapat dalam pelepah pisang dengan larutan NaOH. Bioadsorbent yang sudah dihasilkan memiliki karakteristik berupa bubuk halus berwarna kecoklatan dengan kadar air 4,72 % dan pH 4,26. Bioadsorbent sudah dapat diaplikasikan pada CPO untuk menentukan penurunan kadar asam lemak bebas.

Bioadsorben pelepah pisang dianalisa secara kualitatif menggunakan Spektrofotometer Inframerah. Pengujian dengan Spektrofotometer Inframerah ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam bioadsorben.

Hasil kadar asam lemak bebas yang di dapat setelah CPO diadsorpsi menggunakan bioadsorben pelepah pisang disajikan dalam table 1 di bawah ini;

Tabel 1. Kadar Asam Lemak Bebas Teradsorb

Variasi Bioadsorben (g)	Massa	Kadar Asam Lemak Bebas (%)
0		5,36
2		5,13
4		5,05
6		4,94
8		4,87
10		4,76

Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan presentase banyaknya jumlah FFA yang terserap selama proses adsorpsi. Hasil perhitungan ditampilkan dalam tabel berikut :

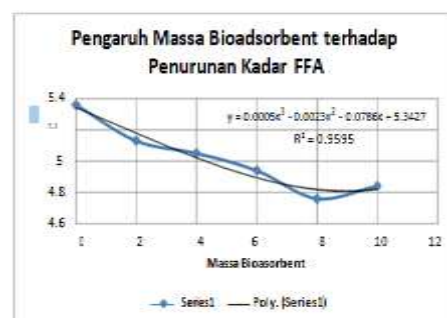
Tabel 2. Hasil Perhitungan %FFA yang terserap

Massa Bioadsorbent (gram)	C			% Terserap
	Awal	Akhir	terserap	
2	5,36	5,13	0,230	4,291%
4	5,36	5,05	0,310	5,784%

6	5,36	4,94	0,420	7,836%
8	5,36	4,87	0,490	9,142%
10	5,36	4,76	0,600	11,194%

Bioadsorbent yang dihasilkan dari pelepah pisang diaplikasikan pada CPO untuk menurunkan kadar asam lemak bebas atau FFA. Dilakukan variasi massa bioadsorbent sebanyak 2, 4, 6, 8, dan 10 g dengan volume CPO sebesar 165 g dipanaskan di atas hot plate pada suhu 70-100°C selama 90 menit sambil diaduk pada kecepatan 100rpm. Dari tabel 1 dan 2 dapat dilihat penurunan dan penyerapan kadar asam lemak bebas yang tidak terlalu signifikan. Penurunan yang paling baik yaitu terjadi pada massa bioadsorbent 10 g dengan FFA yang terserap sebesar 0,600 dan didapatkan kadar FFA sebesar 11,194%, maka presentase tersebut dianggap massa optimum untuk penyerapan FFA oleh bioadsorbent pelepah pisang.

Secara lengkap data pengaruh waktu adsorpsi terhadap penurunan serta presentase penyerapan kadar FFA disajikan dalam grafik berikut :



Gambar 2. Bioadsorbent terhadap Penurunan Kadar FFA

Adsorpsi memiliki pola isotermal yang khusus dan berbeda hal ini dikarenakan Adsorpsi dipengaruhi oleh berbagai faktor yakni jenis zat yang akan diadsorb, konsentrasi zat yang akan diserap, konsentrasi adsorben, jenis adsorben, luas permukaan adsorben, suhu serta waktu kontak adsorben dengan zat yang akan diserap. Isotermal adsorpsi menggambarkan bagaimana distribusi molekul antara fase cair dengan

(adsorbat) dan fase padat(adsorben) pada saat ketimbangan adsorpsi . Terdapat dua jenis pola Isotermal yang sering digunakan pada proses adsorpsi yaitu pola isotermal Langmuir dan pola isotermal Freundlich.

Proses adsorpsi FFA oleh bioadsorbent dari pelepah pisang diuji oleh isothermal adsorpsinya dengan menggunakan perhitungan persamaan Langmuir dan Freundlich. Uji persamaan Langmuir dilakukan dengan menggunakan persamaan :

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

Sedangkan uji persamaan Freundlich dilakukan menggunakan persamaan :

$$\text{Log}(x/m) = \log k + 1/n \log Ce$$

Dimana :

C_e = konsentrasi FFA dalam CPO setelah proses adsorpsi

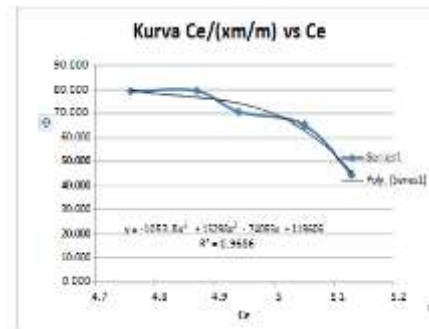
x/m = massa FFA yang diserap per gram bioadsorbent

b = parameter afinitas atau konstanta Langmuir

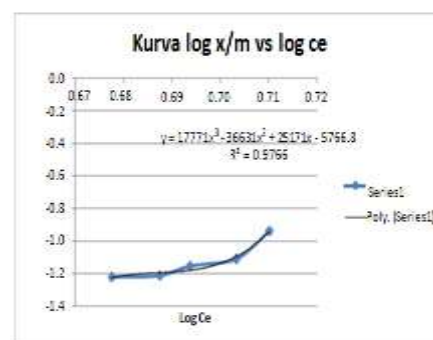
a dan k = kapasitas / daya adsorpsi maksimum (mg/gram)

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

Dari Tabel 2 maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga $Ce/(x/m)$ versus C_e untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memplotkan $\log(x/m)$ versus $\log C_e$ untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada Gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3 Kurva Persamaan Adsorpsi Isotermal Langmuir dan $C_e/(x/m)$ versus C_e



Gambar 4 Kurva Persamaan Adsorpsi Isotermal Freundlich dan $\log(x/m)$ versus $\log C_e$

Dapat dilihat dari gambar 3 dan 4 ternyata pada persamaan Freundlich ataupun Langmuir mempunyai linierisasi yang baik dan harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0,9$, hal ini menunjukkan adsorpsi FFA oleh bioadsorbent pelepah pisang memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan $R^2=0,9686$ dan persamaan Freundlich dengan $R^2=0,9766$. Keduanya memperlihatkan persamaan Langmuir dan Freundlich bisa diterapkan pada proses adsorpsi FFA dengan bioadsorbent dari pelepah pisang. Dari grafik didapatkan persamaan Langmuir $y = -1053,8x^3 + 15298x^2 - 74055x + 119606$ dan persamaan Freundlich $y = 17771x^3 - 36631x^2 + 25171x - 5766,8$. Berdasarkan perbandingan dari kedua tipe isothermal adsorpsi tersebut, adsorpsi tipe Freundlich bernilai 0,9766 dibandingkan dengan tipe Langmuir bernilai 0,9686, hal ini dapat disimpulkan bahwa model persamaan Freundlich lebih baik diterapkan untuk menunjukkan mekanisme adsorpsi FFA

pada CPO dengan bioadsorbent pelepah pisang.

SIMPULAN DAN SARAN

Untuk lebih memaksimalkan hasil proses penyerapan FFA pada CPO sebaiknya :

1. Bioadsorbent sebaiknya memiliki ukuran yang seragam dan ukuran lebih kecil. Karena semakin halus bioadsorbent luas bidang kontak akan semakin besar dan semakin baik untuk menyerap adsorbatnya.
2. Saat pengadukan berlangsung kecepatan pengadukan dijaga konstan untuk memperluas bidang kontak.
3. Saat pemanasan dijaga suhunya agar tidak melebihi 100°C karena CPO akan hangus.
4. Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan daya adsorpsi pada bioadsorbent sehingga efisiensi penyerapan akan semakin meningkat.
5. Berdasarkan perbandingan dari kedua tipe isothermal adsorpsi tersebut, adsorpsi tipe Freundlich bernilai 0,9766 dibandingkan dengan tipe Langmuir bernilai 0,9686, hal ini dapat disimpulkan bahwa model persamaan Freundlich lebih baik diterapkan untuk menunjukkan mekanisme adsorpsi FFA pada CPO dengan bioadsorbent pelepah pisang.

DAFTAR PUSTAKA

Aprilia. 2009. *Preparasi produk nata de pina dan aplikasi pengikatannya terhadap logam kobalt(II)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

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%20201>

[3%20-2015.pdf](#) (Diakses 10 November 2017 pukul 16.08).

Kurniaty, Ika : Hasyim, Ummul Habibah; Yustiana, Devi; Muti, I. F. (2017) ‘Proses Delignifikasi Menggunakan Naoh Dan Amonia (Nh3) Pada Tempurung Kelapa’, *Jurnal Integrasi Proses*, 6(4), pp. 197–201.

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 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*

Yannasandy, D., Hasyim, U. H. and Fitriyano, G. (2017) ‘Pengaruh waktu delignifikasi terhadap pembentukan alfa selulosa dan identifikasi selulosa asetat hasil asetilasi dari limbah kulit pisang kepok’, (November), pp. 1–2. doi: 10.13140/RG.2.2.17594.49601.