



**OPTIMASI KONDISI PROSES ADSORBSI UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS CPO MENGGUNAKAN ADSORBEN KARBON
AKTIF SISA PEMBAKARAN CANGKANG KELAPA
SAWIT PADA BATCH COLUMN**

Meriatna¹, Novi Sylvia¹, Suryat¹, Fajar Sidiq Seregar¹, Leni Maulinda¹, Zulmiardi²

¹Jurusan teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

²Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh

Korespondensi, e-mail meriatna@unimal.ac.id

Abstrak

Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang biasanya digunakan sebagai penyerap, katalis dan penghilang bau. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kemampuan karbon aktif dalam menurunkan kadar FFA pada minyak kelapa sawit (CPO) dan kapasitas penyerapan. Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit diaktivasi kimia menggunakan HCl. Kemudian dilanjutkan untuk proses pemucatan CPO, dengan memvariasikan berat adsorben 8gr, 10gr, 12gr dengan variasi waktu 2 jam, 3 jam, 4 jam dan suhu 100°C, Pengujian sampel dilakukan dengan menguji kadar asam lemak bebas dan kapasitas penyerapan. Dari hasil penelitian didapat nilai kadar asam lemak bebas yang terendah 0,31% dari kadar awal asam lemak bebas awal 0,82%, kapasitas penyerapan paling tinggi itu 503,5 mg/gr. Isotermal adsorpsi ini lebih mendekati isoterm freundlich dapat dilihat dari R^2 mendekati 1.

Kata kunci: *Crude Palm Oil, Asam Lemak Bebas, Kapasitas Penyerapan Dan Karbon Aktif.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar dunia, produksi minyak kelapa sawit mentah (CPO) khususnya di sumatera 1.443.882 ton, Aceh 444.466 ton, lampung 194.750 ton pada tahun 2015 (Departemen pertanian, 2015). Indutri yang banyak memanfaatkan minyak kelapa

sawit adalah industri pangan, yaitu industri minyak goreng dan industri non pangan seperti industri kosmetik dan farmasi. (Tani & Bina, 2009).

Secara umum kualitas CPO ditentukan oleh kandungan asam lemak bebas yang terjadi reaksi hidrolis dan oksidasi karena faktor air, keasaman, pemanasan dan aktivitas enzim (Ketaren, 2008). Cara yang biasa dilakukan untuk mengurangi ALB adalah dengan cara adsorpsi menggunakan karbon aktif

Proses aktivasi karbon aktif dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika dengan pemanasan karbon aktif untuk menguapkan kadar air yang ada didalam pori-pori kristal karbon aktif sehingga permukaan pori-pori akan membesar. Pemanasan dilakukan pada suhu 600°C atau menggunakan tungku putar dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam (Sylvia, Fahmi, Meriatna, & Rozana, 2017). Sedangkan aktivasi secara kimiawi dapat dilakukan dengan larutan asam HCl atau basa NaOH untuk membersihkan permukaan pori-pori, membuang senyawa pengotor (Khuluk, 2016).

Permasalahan yang sangat umum ditemukan pada industri minyak kelapa sawit adalah berkurangnya kualitas dari minyak kelapa sawit akibat tingginya asam lemak bebas sehingga menurunkan nilai jual dari minyak kelapa sawit tersebut. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menurunkan asam lemak bebas. (Syahwandi, Rahmalia, Zahara, & Usman) 2019, melakukan penelitian mengenai adsorpsi ALB menggunakan ATKS dapat mengadsorpsi Kadar asam lemak bebas pada Crude palm oil dengan kondisi optimum massa adsorben 0,1 g selama 60 menit dengan model isotherm Langmuir dan kinetika adsorpsi mengikuti model kinetika adsorpsi pseudo orde 2 dengan penurunan asam lemak bebas dari 7,321% menjadi 6,297%. (Faudzal & Nurjannah, 2019) dalam penelitiannya Penurunan Kadar asam lemak bebas minyak kelapa sawit menggunakan adsorben Zeolit dan Bio arang sekam padi, hasilnya untuk adsorben arang sekam padi konsentrasi terbaik adalah pada 35% dengan nilai FFA 5,36% dari 6,61%, kadar air 0,02% , untuk adsorben Zeolit pada konsentrasi 30%, kadar FFA 5,85, kadar air 0,11%, viscositas 41,05 cP. (Bariyah, Andarwulan, & Hariyadi, 2017) melakukan pengujian pemanfaatan arang aktif sebagai adsorben untuk pengurangan kadar digliserida dan asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit hasilnya juga membuktikan bahwa arang aktif dapat menurunkan kadar FFA pada minyak sawit kasar hingga 80 % (CPO) dari 0,09 % dan setelah diadsorpsi menjadi 0,012%. Analisis sintesis abu kelapa sawit sebagai bahan pemutih minyak kelapa sawit (Lau, Phuan, Danquah, & Acquah, 2019)

Penelitian dengan tujuan untuk mengkaji keefektivan karbon aktif dari sisa pembakaran boiler kelapa sawit yang diaktivasi kimia dalam menurunkan kadar asam lemak bebas dan melihat kapasitas penyerapan.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan Karbon aktif abu boiler kelapa sawit, CPO, HCl 0,01 N, indikator PP, Aquadest, NaOH 0,1 N. Alat yang digunakan neraca analitik, beaker glass, gelas ukur, labu ukur, buret, pengaduk magnetik, pipet volume, erlenmeyer, kertas saring, hot plate, corong, cawan porselin, ayakan, dan oven.

Penelitian diawali dengan proses aktivasi karbon aktif sisa pembakaran cangkang kelapa sawit Sebanyak 12 gram, dimasukkan ke dalam gelas beaker ditambah 32 ml HCl 0,01 N, diaduk selama 1 jam, disaring untuk memperoleh karbon aktif kemudian di cuci dengan aquadest dan dikeringkan pada oven hingga konstan.

Untuk proses Pemucatan sebanyak 100 ml CPO dimasukkan kedalam *beaker glass*, tambahkan karbon aktif sebanyak 8, 10, 12 (gr) dikontakkan dengan 100 ml sambil diaduk dan dipanaskan dengan variasi suhu dan waktu 100 °C, 110 °C, 120 °C selama 60, dan 2 jam, 3 jam, 4 jam, Selanjutnya minyak disaring dari Karbon aktif dengan menggunakan kertas saring, dan kemudian dilakukan Analisa warna, kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, kadar air, kapasitas penyerapan dan hitung konstanta persamaan Freundlich dan Langmuir.

3. Hasil dan Diskusi

Penelitian ini di desain menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) dengan *Software Design Expert t.6.0.8*. Hasil penelitian yang akan dianalisa ialah kadar FFAdan Kapasitas Penyerapan. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pemucatan minyak kelapa sawit mentah menggunakan karbon aktif sisa pembakaran boiler pabrik kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 4.1 dengan kondisi awal CPO Kadar FFA(%) 0,82.

Tabel 1 Data Hasil Penelitian

	Waktu Adsorpsi (jam)	Suhu Adsorpsi (°C)	Massa Karbon Aktif (gr)	Kadar FFA (%)	Tingkat penyerapan Mg/gr
1	2	100	10	0,61	362,1
2	2	110	8	0,72	467,37
3	2	110	12	0,54	458,5
4	2	120	10	0,58	298,1
5	3	100	8	0,56	376,5
6	3	100	12	0,46	404,66
7	3	110	10	0,48	346
8	3	120	8	0,58	372,63
9	3	120	12	0,43	503,5
10	4	100	10	0,38	316,5
11	4	110	8	0,64	449,25
12	4	110	12	0,33	486,33
13	4	120	10	0,31	325,2

Persamaan Regresi Pada Kapasitas Penyerapan

Berdasarkan dari hasil perlakuan Kapasitas Penyerapan pada proses pemucatan kelapa sawit mentah (CPO) didapat persamaan :

$$Y_2 = +1620,45000 - 453,61125(A) + 47,23763(B) - 660,80500(C) + 20,71250(A^2) - 0,30328(B^2) + 25,70250(C^2) + 2,49250(AB) + 5,74375(AC) - 1,28387(BC)$$

Dimana:

$$Y_2 = \text{Kapasitas Penyerapan}$$

$$A = \text{Waktu}$$

$$B = \text{Suhu}$$

$$C = \text{Massa Karbon Aktif}$$

Dari hasil analisa *response surface methodology* (RSM) dengan menggunakan *design expert* dapat dilihat pada tabel 3 didapatkan persamaan regresi model orde II dengan model *quadratic*. Keakuratan model tersebut dapat diketahui dari harga R-squared (R^2) yaitu 0.9323 berdasarkan nilai tersebut dapat disimpulkan bahwa Kapasitas Penyerapan yang diperkirakan dengan model mendekati nilai yang diperoleh dari hasil penelitian. Nilai $R^2 > 0.8452$ artinya model dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa model orde II sangat signifikan dan dapat mewakili hubungan antara variabel respon dengan variabel independen.

Untuk membuktikan kelayakan model tersebut perlu dilakukan analisa varian dan uji kelayakan model.

Analisa Varian (ANOVA) Model Orde II

Analisa varian (ANOVA) untuk model orde II dapat dilihat pada Tabel 2 yaitu untuk mengetahui adanya pengaruh yang signifikan terhadap model.

Tabel 2 Data Analisa Varian (ANOVA) kapasitas Penyerapan

Sumber	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F	Keterangan
Model	60347,87	9	6705,32	10,70	0.0025	Significant
A	41,45	1	41,45	0,066	0.8044	
B	555,61	1	555,61	0,89	0.3777	
C	4382,35	1	4382,35	7,00	0.0332	Significant
A ²	1806,35	1	1806,35	2,88	0.1333	
B ²	3872,66	1	3872,66	6,18	0.0418	
C ²	44504,83	1	44504,83	71,05	<0,0001	Significant
AB	2485,02	1	2485,02	3,97	0.0867	
AC	527,85	1	527,85	0,84	0.3892	
BC	2637,34	1	2637,34	4,21	0.0793	
Residual	4384,97	7	626,42			
Lack of Fit	4038,85	3	1346,28	15,56	0,0114	Significant
Pure error	346,11	4	86,53			
Cor Total	64732,83	16				

Sumber: *Software Design Expert t.6.0.8.*

Keterangan :

Mean Square =Jumlah Kuadrat Rata-Rata

A = Waktu Adsorpsi

B = Suhu Adsorpsi

C = Massa Karbon Aktif

Nilai probabilitas adalah $P>F$

Tabel 2 menunjukkan ANOVA Kapasitas Penyerapan dengan Design Expert t.6.0.8 model dapat dinyatakan memiliki pengaruh yang signifikan jika model memiliki nilai probabilitas <0.05 . Namun, jika nilai lebih besar dari 0.05 maka model yang ditunjukkan tidak signifikan.. Sebuah model dapat dikategorikan sebagai model yang sesuai apabila model tersebut memiliki koefisien korelasi $R^2 < 1$. Model yang secara statistik dikategorikan cukup baik bila R^2 mendekati nilai tersebut. Model pada penelitian ini menunjukkan nilai R^2 yaitu 0.9323. Nilai R^2 terkoreksi (adj R-squared) mengoreksi nilai R^2 terhadap waktu, suhu dan massa karbon aktif, maka nilai R^2 terkoreksi akan lebih kecil dari R^2 .

Nilai R^2 prediksi (pred R-squared) cukup bersesuaian dengan R^2 terkoreksi. Nilai koefisien varian (C.V) mengindikasikan bahwa deviasi antara nilai eksperimen dan nilai prediksi rendah.

Uji Kelayakan Model Orde II

Dalam uji sum of square, suatu model dinyatakan sesuai apabila probabilitas nilai $p > F$ adalah lebih kecil dari 0,05. Pada pengujian R^2 , tiap-tiap model di lihat dari Adj R^2 dan juga Pred R^2 . Model yang baik adalah model yang memiliki R^2 mendekati 0.9323. Adapun nilai Adj R^2 adalah 0.8452, Pred R^2 - 0,0066 dan nilai Pred R^2 yang diperoleh tidak boleh mendekati nilai dari Adj R^2 . Bila di lihat pada tabel, model kuadratik memenuhi syarat tersebut baik pada Adj R^2 maupun pada Pred R^2 . Sehingga meski nilai dari Adj R^2 model kubik lebih tinggi dari pada Adj R^2 model kuadratik, model kubik tidak dapat dipilih karena nilai Pred R^2 memenuhi syarat. Oleh karena itu model kuadratik disarankan oleh Software *Design Expert*. Uji kelayakan model orde II ini dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Tabel Uji Kelayakan Kapasitas Penyerapan

<i>Sequential Model Sum of Squares</i>						
<i>Mean vs Total</i>	2,529E+006	1	2,529E+006			<i>Sugessted</i>
<i>Linear vs Mean</i>	4979,41	3	1659,80	0,36	0,7821	
<i>2FI vs Linear</i>	5650,21	3	1883,40	0,35	0,7914	
<i>Quadratic vs 2FI</i>	49718,25	3	16572,75	26,46	0.0003	<i>Sugessted</i>
<i>Cubic vs Quadratic</i>	4038,85	3	1346,28	15,56	0.0114	<i>Aliased</i>
<i>Residual</i>	346,11	4	86,53			
Total	2,594E+006	17	1,526E+005			

Model Summary Statistics

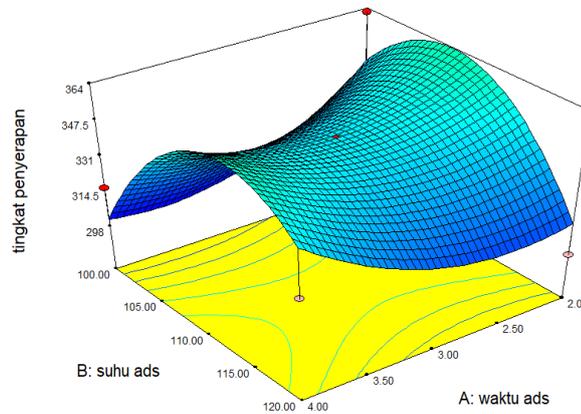
Source	Std Dev	R^2	Adj R^2	Pred R^2	PRESS	Keterangan
<i>Linear</i>	67,80	0.0769	-0,1361	-0,7838	1,155E+005	
<i>2FI</i>	73,55	0.1642	-0,3373	-2,6771	2,380E+005	
<i>Quadratic</i>	25,03	0.9323	0.8452	-0,0066	65162,46	<i>Sugessted</i>
<i>Cubic</i>	9,30	0,9947	0,9786		+	<i>Aliased</i>

Sumber: *Software Design Expert t.6.0.8.*

Kadar Asam Lemak Bebas yang di dapat pada penelitian berbeda-beda, hal ini disebabkan karena perbedaan Temperatur Adsorpsi, Suhu Adsorpsi dan Massa Karbon Aktif yang digunakan.

a. Pengaruh Temperatur Waktu Adsorpsi Terhadap Kapasitas Penyerapan (mg/gr)

Pengaruh temperatur adsorpsi dan waktu adsorpsi terhadap tingkat penyerapan (mg/gr) dapat dilihat pada gambar 1

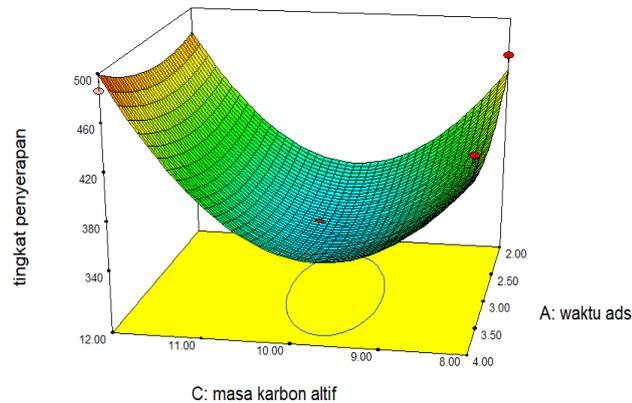


Gambar 1. Grafik Pengaruh Temperatur Waktu Adsorpsi Terhadap Kapasitas Penyerapan (mg/gr)

Gambar 1. Menunjukkan tingkat penyerapan paling rendah 298,1 mg/g dihasilkan pada suhu 120°C dan waktu adsorpsi selama 2 jam dengan tingkat penyerapan paling sebesar 503,5 mg/gr pada suhu 120°C dengan waktu adsorpsi selama 3 jam, Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin banyak adsorben yang akan berinteraksi dan bertumbukan dengan Asam Lemak bebas pada CPO (Syahwandi et al.) 2019.

b. Pengaruh Massa Karbon Aktif Dan Waktu adsorpsi Terhadap Kapasitas Penyerapan (mg/gr)

Pengaruh massa karbon aktif dan waktu adsorpsi terhadap Kapasitas Penyerapan (mg/gr) dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Grafik Pengaruh massa karbon aktif dan waktu adsorpsi Terhadap Tingkat Penyerapan (mg/gr)

Gambar 2 Menunjukkan tingkat penyerapan paling rendah 298,1 mg/g dihasilkan pada waktu 2 jam dan massa karbon aktif 10 gram dengan tingkat penyerapan paling sebesar 503,5 mg/gr pada waktu 3 jam dengan massa karbon aktif sebanyak 12 gram, Hal ini di sebabkan oleh perbedaan massa karbon aktif dan waktu adsorpsi yang diberikan pada proses penelitian. Semakin besar massa karbon aktif yang ditambahkan maka tingkat penyerapan yang didapat juga semakin tinggi, semakin lama waktu adsorpsi maka tingkat penyerapan yang dihasilkan juga semakin tinggi. Kemampuan serbuk arang aktif tandan kosong kelapa sawit sebagai adsorben dapat menurunkan asam lemak bebas dikarenakan adanya sisi sisi aktif dari arang, seperti struktur kimia permukaan, susunan pori-pori dan luas permukaan terbentuk selama aktivasi dengan HCl, serta komposisi kimia permukaan arang aktif. Hal ini akan meningkatkan keefektivan arang aktif cangkang kelapa sawit yang diaktivasi kimia sehingga kualitas yang dihasilkan akan meningkat (Hardianti, Ratna, & Harimu, 2020).

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas penyerapan yang paling besar terdapat pada waktu 3 jam, suhu 120°C , dan karbon aktif yang ditambahkan sebanyak 12 gram dengan kapasitas penyerapan sebesar 503,5 mg/gr.

2. Kadar asam lemak bebas (ALB) yang diadsorpsi dengan karbon aktif mengalami penurunan yang signifikan dari kadar asam lemak bebas awal 0,82% hingga 0,31% pada waktu 4 jam, suhu 120°C, dan massa karbon aktif yang ditambahkan sebanyak 10 gram.
3. Hasil optimasi yang diperoleh kadar asam lemak bebas 0,31%, kadar air 0,14%, bilangan peroksida 0,31 meq dan kapasitas penyerapan 503,5 mg/gr.

5. Daftar Pustaka

- Bariyah, K., Andarwulan, N., & Hariyadi, P. (2017). Pengurangan Kadar Diglisericida dan Asam Lemak Bebas dalam Minyak Sawit Kasar Menggunakan Adsorben. *Agritech*, 37(1), 49-59.
- Faudzal, M., & Nurjannah, N. (2019). Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben (Zeolit dan Bioarang Sekam Padi). *Journal of Chemical Process Engineering*, 3(2), 8-11.
- Hardianti, D., Ratna, R., & Harimu, L. (2020). PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN WAKTU ADSORPSI TERHADAP MUTU MINYAK GORENG BEKAS MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG AKTIF AMPAS SAGU (Metroxylon sago sp.). *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 4(3), 201-211.
- Ketaren, S. (2008). Pengantar Teknologi Pengolahan Minyak dan Lemak Pangan: Jakarta: UI-Press.
- Khuluk, R. H. (2016). Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari tempurung kelapa (*Cocous nucifera* L.) sebagai adsorben zat warna metilen biru.
- Lau, S. Y., Phuan, S. L., Danquah, M. K., & Acquah, C. (2019). Sustainable palm oil refining using pelletized and surface-modified oil palm boiler ash (OPBA) biosorbent. *Journal of Cleaner Production*, 230, 527-535.
- Syahwandi, M., Rahmalia, W., Zahara, T. A., & Usman, T. ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS DALAM MINYAK SAWIT MENTAH MENGGUNAKAN ADSORBEN ABU TANDAN KOSONG SAWIT. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 2(3), 121-129.
- Sylvia, N., Fahmi, A., Meriatna, M., & Rozana, D. (2017). *Adsorpsi Pb²⁺ (Timbal) menggunakan karbon aktif dari cangkang kernel kelapa sawit pada single bed dan double bed column*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Tani, T. B. K., & Bina, T. (2009). Pedoman bertanam kelapa sawit. *Yrama widya, Bandung*.