



**Chemical Engineering
Journal Storage**

homepage jurnal:
<https://ojs.unimal.ac.id/cejs/index>

**Chemical
Engineering
Journal
Storage**

**PENYERAPAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS (*FREE FATTY ACID*)
PADA CPO (*CRUDE PALM OIL*) MENGGUNAKAN ADSORBENT
ARANG SEKAM PADI DENGAN AKTIVASI H₂SO₄**

Octaviani Pasaribu, Meriatna*, Lukman Hakim, Nasrul ZA, Rizka Nurlaila
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
24352, Aceh Utara, Indonesia.
Email: meriatna@unimal.ac.id

Abstrak

Crude Palm Oil (CPO) mempunyai ciri-ciri fisik agak kental, berwarna kuning jingga kemerah merahan. CPO yang telah dimurnikan mengandung asam lemak bebas (ALB) sekitar 5% dan karoten atau pro-vitamin E (800-900 ppm). Limbah sekam padi dapat digunakan sebagai adsorpsi karena memiliki selulosa tinggi, kandungan karbon tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan adsorpsi arang aktif sekam padi dan mengetahui kondisi optimum adsorpsi dengan memvariasikan jumlah massa adsorben dengan waktu adsorpsi, Perlakuan pertama terhadap sekam padi yaitu di furnace dengan suhu 300 °C selama 2 jam kemudian dilakukan penetralkan karbon untuk pengujian dilakukan pentitrasi. Analisa Nilai optimum kapasitas adsorpsi pada kesetimbangan sebesar 0,0133 mg/g. Penurunan kadar FFA optimum menunjukkan nilai 6,3018% hingga turun menjadi 3,7673% pada saat massa adsorben sebanyak 40 gram dan waktu adsorpsi selama 5 jam. Nilai optimum kadar air juga menunjukkan 0,0546% menjadi 0,0232% pada proses adsorpsi 5 jam. Model Isoterm yang didapat adalah Isotern Freundlich. Model kinetika yang didapat adalah orde dua semu karena nilai R² yang didapat senilai 0,8768.

Kata kunci: Adsorben, Adsorpsi, Arang Sekam Padi, Asam Lemak Bebas (FFA) dan CPO.

1. Pendahuluan

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack) berasal dari Guinea Afrika Barat. Namun ada yang berpendapat tanaman kepala sawit berasal dari Amerika Selatan. Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh lebih subur di luar daerah asalnya seperti Malaysia, Indonesia, dan Thailand. Tanaman kelapa sawit memiliki arti

penting bagi pembangunan perkebunan nasional.

CPO (*Crude Palm Oil*) merupakan minyak kasar yang diperoleh dengan cara ekstraksi daging buah sawit dan biasanya masih mengandung kotoran terlarut dan tidak terlarut dalam minyak. Tanaman kelapa sawit di Indonesia pertama kali diperkenalkan oleh pemerintah kolonial Belanda dan ditanam di Kebun Raya Bogor. Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Dengan demikian besarnya volume produksi dan ekspor CPO Indonesia, maka upaya peningkatan efisiensi produksi serta penanganannya perlu terus dilakukan (Putri et al., 2019)

Sekam padi merupakan lapisan keras yang membungkus kariopsis butir gabah, terdiri atas dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan (Utara et al., 2019). Sekam padi terdiri atas 34-44% selulosa, 23-30% lignin, 13-39% abu, dan 8-15% air (Utara et al., 2019). Sekam padi dimanfaatkan sebagai sumber silika karena kandungan silika yang tinggi (86,90-97,30%), murah, ketersediaannya melimpah, dan tidak beracun. Silika yang berasal dari sekam padi dapat dimanfaatkan menjadi sumber silika dalam pembuatan berbagai material berbasis silika, seperti natrium silikat. (Mujiyanti, Dwi Rasy, Nuryono, 2010)

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 minyak kelapa sawit adalah kandungan asam lemak bebas. Adanya senyawa-senyawa yang tidak diinginkan dalam CPO salah satunya kandungan asam lemak bebas, sangat menentukan kualitas minyak (Ffa et al., 2013)

Daging buah kelapa sawit menghasilkan minyak mentah (*Crude Palm Oil/CPO*). Secara khusus kualitas CPO ditentukan oleh komponen yang memiliki kandungan asam lemak bebas (ALB). Pembentukan ALB terjadi karena adanya reaksi hidrolisis dan oksidasi yang dipercepat dengan adanya faktor panas, air, keasaman dan katalis (enzim). Salah satu cara dalam mengurangi kadar ALB yaitu dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben tertentu (Kataren S.2008).

Dari penelitian yang dilakukan Ifa, Aidil, Muhammad, Nurjanah (2018) diketahui bahwa sekam padi mempunyai kemampuan penyerapan sangat tinggi. Metode yang digunakan yaitu secara fisika, dimana bioarang sekam padi sebelum digunakan sebagai adsorben terlebih dahulu diaktivasi dengan pencucian sampai dengan pH 7. Hasil analisa menunjukkan bahwa penggunaan adsorben arang sekam padi di peroleh konsentrasi terbaik pada 35% dengan nilai FFA 5,36%.

Dari penelitian yang dilakukan Weerawat, Prakob, Pornsawan (2011) diketahui Magnesium silikat dibuat dari magnesium larutan nitrat atau magnesium sulfat yang diendapkan dengan larutan natrium silikat yang berasal dari sekam padi. Metode yang dilakukan fisika, dimana adsorpsi FFA pada magnesium silikat dilakukan dengan menambahkan 1 gram adsorben kedalam 50 gram CPO kemudian di kocok selama 1 jam pada suhu 50°C. hasil analisa diketahui bahwa $\text{Si}_2\text{O}/\text{MgO}$ dibuat dari rasio magnesium nitrat 1,99 memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi 185 Mg FFA pergram adsorben.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji serta menganalisa pengaruh waktu sekam padi dalam menurunkan kadar asam lemak bebas pada CPO dan menghitung besarnya nilai kinetika ataupun nilai kapasitas adsorpsi dalam laju kadar penyerapan. Manfaat dari penelitian ini adalah menambah pengetahuan masyarakat tentang penggunaan limbah sekam padi dalam penurunan kadar asam lemak bebas.

2. Bahan dan Metode

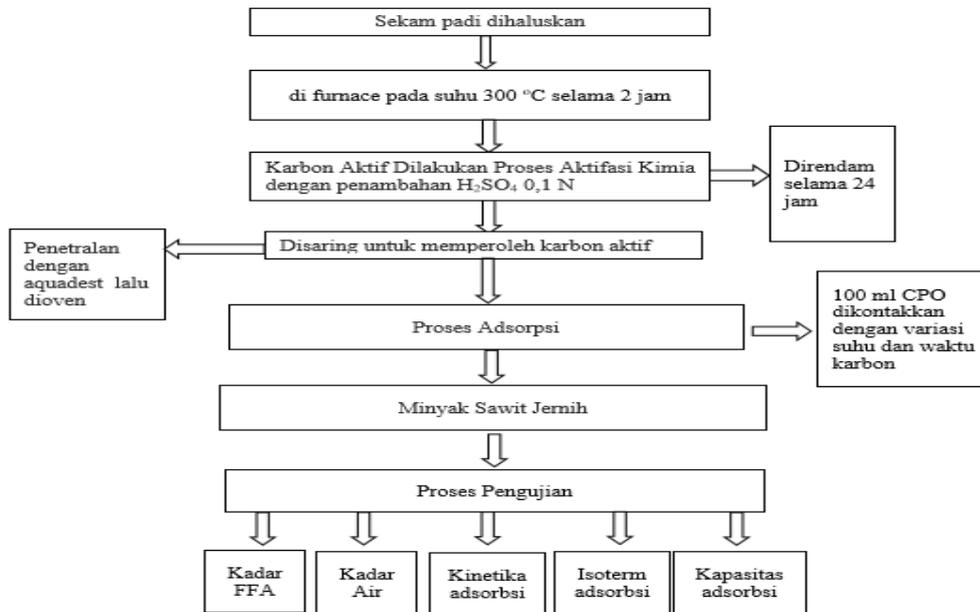
2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sekam padi yang didapat dari Muleing, aceh utara. *Crude Plam Oil* (CPO) dari PT. Syaukath Sejahtera. H_2SO_4 0.4 N dan juga penggunaan NaOH 0,1 N sebagai media pengujian.

2.2 Metode

Penyerapan Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) pada CPO menggunakan Adsorbent Arang Sekam Padi dengan variabel penelitian yaitu, variabel tetap, bebas, dan terikat. Hal ini sekam padi yang di jemur dan dibakar

menggunakan *Furnace* kemudian di uji untuk mendapatkan asam lemak bebas dengan cara adsorpsi. Proses penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah in

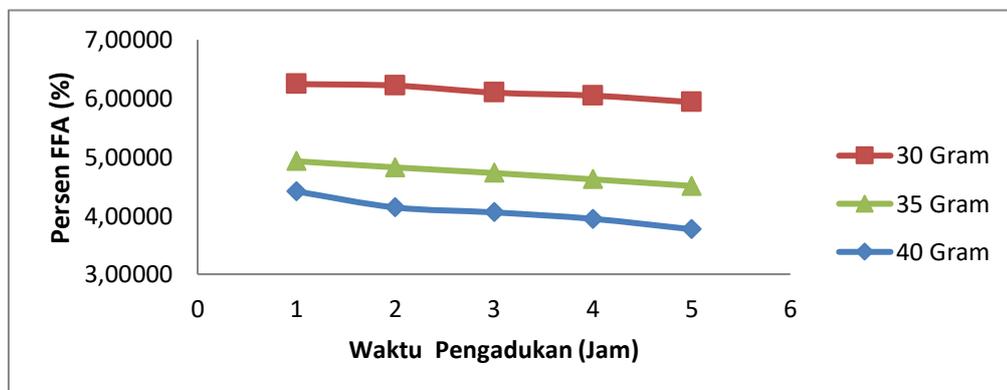


Gambar 1. Blog Diagram

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Berat Adsorbent dan Waktu Adsorpsi Terhadap Kadar FFA

FFA dari CPO sebelum proses adsorpsi sebesar 6,3018 % atau 6.3017,7792 ppm. Setelah dilakukannya proses adsorpsi FFA menggunakan arang sekam padi sebanyak 30 gram selam variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1 jam hingga 5 jam maka % penyerapan kadar FFA dapat dilihat pada Gambar 2.



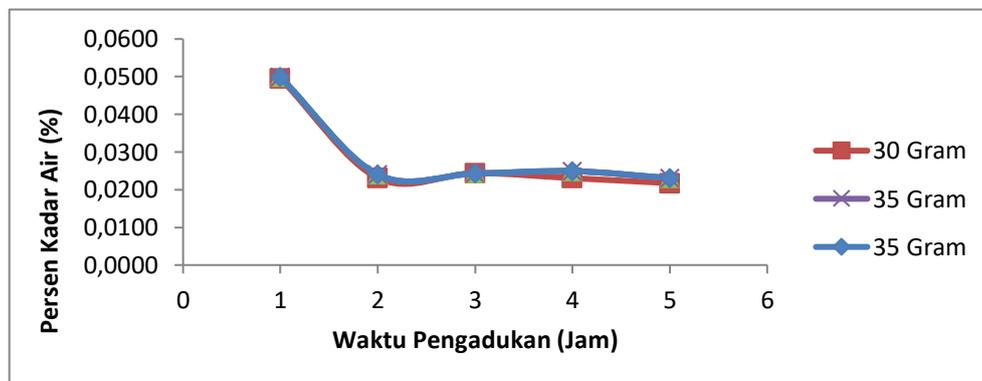
Gambar 2. Perbandingan Berat Adsorbent dengan Waktu Pengadukan Adsorpsi

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa massa adsorbent yang digunakan berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas pada CPO (Irawan et

al., 2013). Bertambahnya jumlah adsorben arang sekam padi sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben arang sekam padi sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion dari asam lemak bebas juga bertambah dan efisiensi penyerapan juga meningkat. Semakin lama waktu pengadukan maka semakin banyak pula asam lemak bebas yang terserap. Hal ini dikarenakan adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antar partikel arang aktif dengan CPO. (Wardalia, 2017)

3.2 Pengaruh Berat Adsorbent dan Waktu Adsorpsi Terhadap Kadar Air

Adapun kadar air dalam perbandingan waktu dengan berat adsorben dalam sampel CPO dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persen Kadar Air Setelah di Adsorpsi

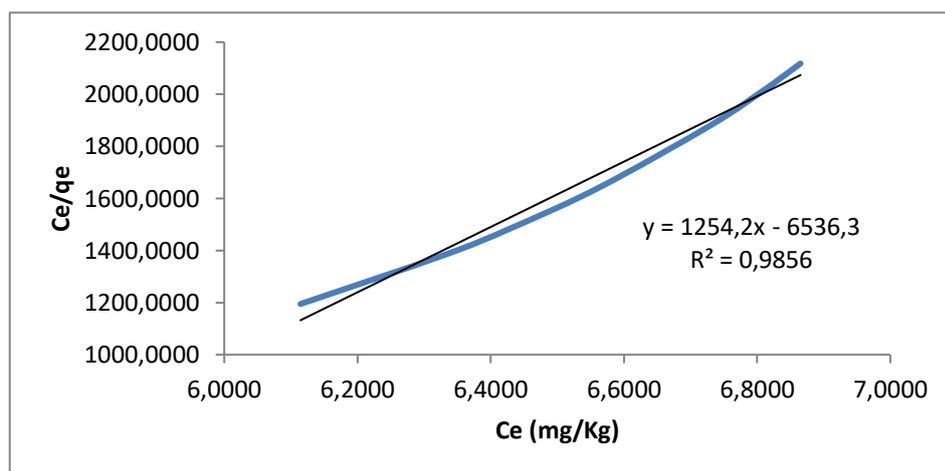
Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa kadar air semakin berkurang karena dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu yang digunakan dalam proses adsorpsi. Menurut penelitian La Ifa (2018) yang Berjudul Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben (Zeolit Dan Bioarang Sekam Padi). Nilai yang di dapat pada saat perbandingan 30 gram adsorben selama 5 jam yaitu sebanyak 0,0217%, pada saat perbandingan 35 gram dan 40 gram adsorben selama 5 jam yaitu sebanyak 0,0231%. Perlakuan awal jugak mempengaruhi kadar air yang terserap dimana sebelum dilakukannya proses adsorpsi dilakukan pemanasan terlebih dahulu pada saat proses adsorpsi 5 jam.

3.3 Isoterm Adsorpsi

Perubahan konsentrasi adsorbat oleh proses adsorpsi sesuai dengan mekanisme adsorpsinya dapat dipelajari melalui penentuan isotherm adsorpsi. Isoterm adsorpsi yang biasanya digunakan adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Pengkajian model kesetimbangan yang sesuai digunakan pada suatu penelitian. Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan dengan merubah persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich menjadi kurva kesetimbangan garis lurus (Sanjaya & Agustine, 2015)

a. Isoterm *Langmuir*

Persamaan isoterm *Langmuir* digunakan yaitu dimana q_e (mg/Kg) adalah jumlah adsorbat persatuan massa adsorben, C_e (mg/Kg) adalah konsentrasi kesetimbangan adsorbat, q_m (mg/Kg) dan K_L (mg/Kg) adalah konstanta *Langmuir* yang terkait dengan kapasitas adsorpsi dan tingkat adsorpsi. Diplot kurva C_e vs C_e/q_e dari data-data yang diperoleh dari hasil perhitungan (Irvan,2016). Kurva isoterm *Langmuir* dapat dilihat pada gambar .

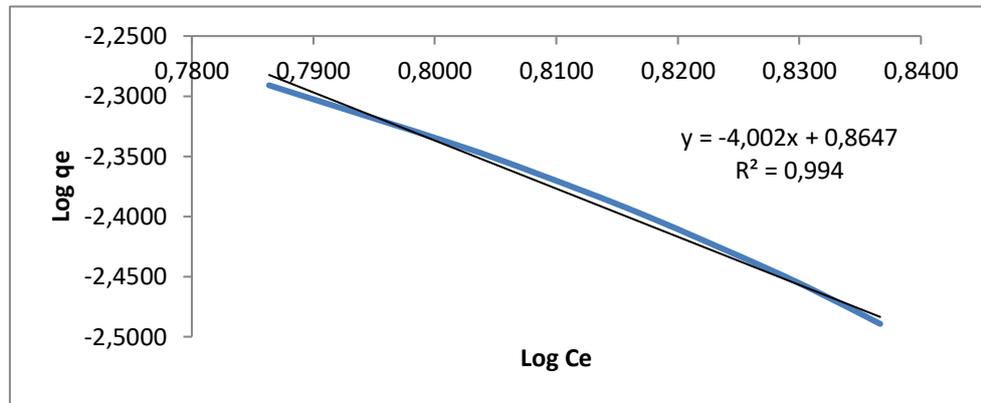


Gambar 4 Kurva Isoterm *Langmuir*

b. Isoterm *Freundlich*

Persamaan yang digunakan untuk Isoterm *Freundlich* dimana q_e (mg/Kg) adalah jumlah adsorbat per satuan massa adsorbat, C_e (mg/Kg) adalah konsentrasi kesetimbangan adsorbat dan K_f ((mg/Kg).(mg/g)⁻ⁿ)

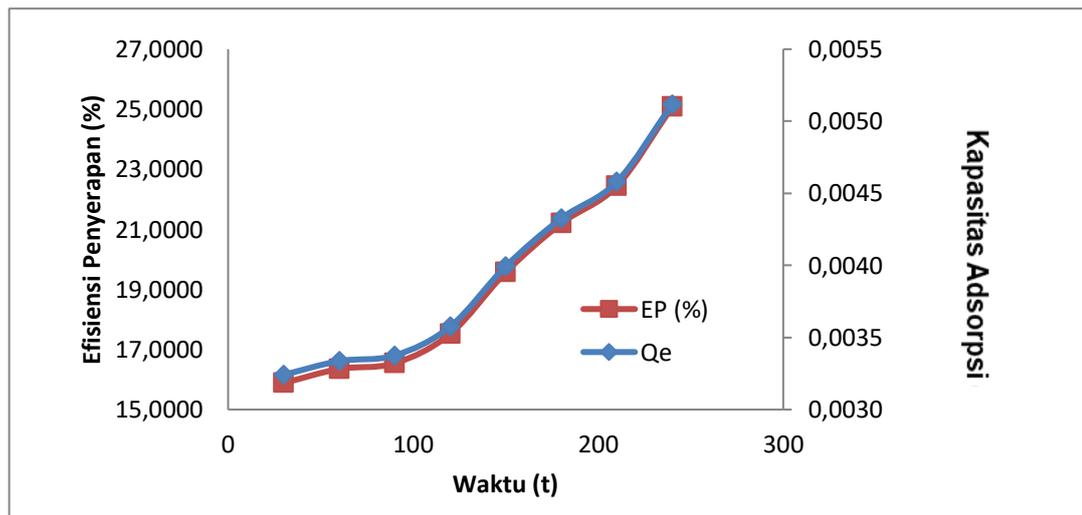
didefenisikan sebagai kapasitas adsorpsi adsorben dan konstanta *Freundlich*. Diplot kurva $\text{Log } C_e$ Vs $\text{Log } q_e$ (Irvan et al., 2016) Hasil plot ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Kurva Isoterm *Freundlich*

3.4 Kapasitas dan Efisiensi Penyerapan FFA

Setelah dilakukkannya proses adsorpsi FFA menggunakan arang sekam padi maka Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Kurva Perbandingan Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi

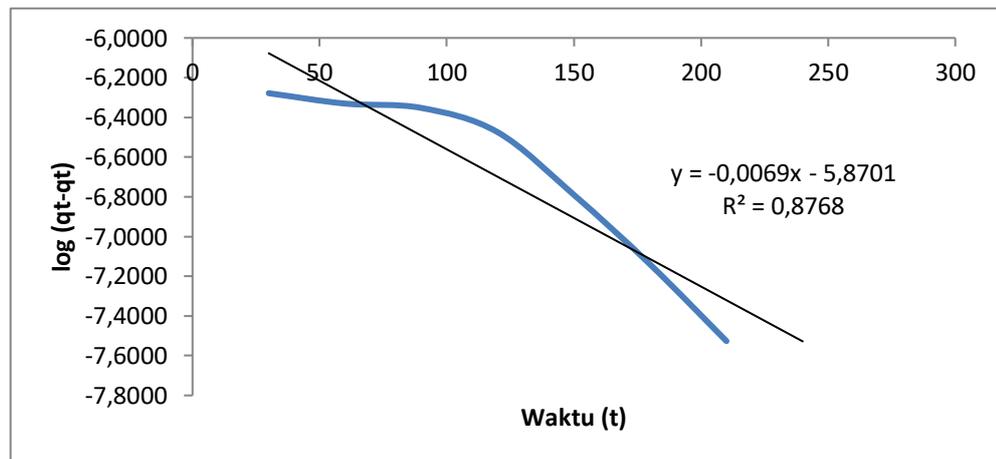
Efisiensi penyerapan adsorpsi menyatakan banyaknya konsentrasi FFA yang diserap oleh adsorben arang sekam padi. Nilai yang didapat ditentukan oleh waktu kontak pada saat adsorpsi. Kapasitas adsorpsi merupakan banyaknya adsorbat yang terakumulasi pada permukaan adsorben sehingga ketika proses

adsorpsi berlangsung kondisi optimum akan diperoleh arang sekam padi dengan kapasitas yang maksimum.

Efisiensi adsorpsi menunjukkan nilai yang meningkat dari 15% menjadi 25% pada konsentrasi adsorben 100 gram dan berbanding lurus dengan kapasitas adsorpsi yang terus meningkat dari 0.0000 (mg/g) menjadi 0.0046 (mg/g). Dalam artikel Nurhasni, 2010 menyatakan bahwa hal ini disebabkan oleh sifat sekam padi yang rendah nilai gizinya, tahan terhadap pelapikan, memiliki kandungan abu yang tinggi, bersifat abrasif, mempunyai kandungan kayu, serta memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi.

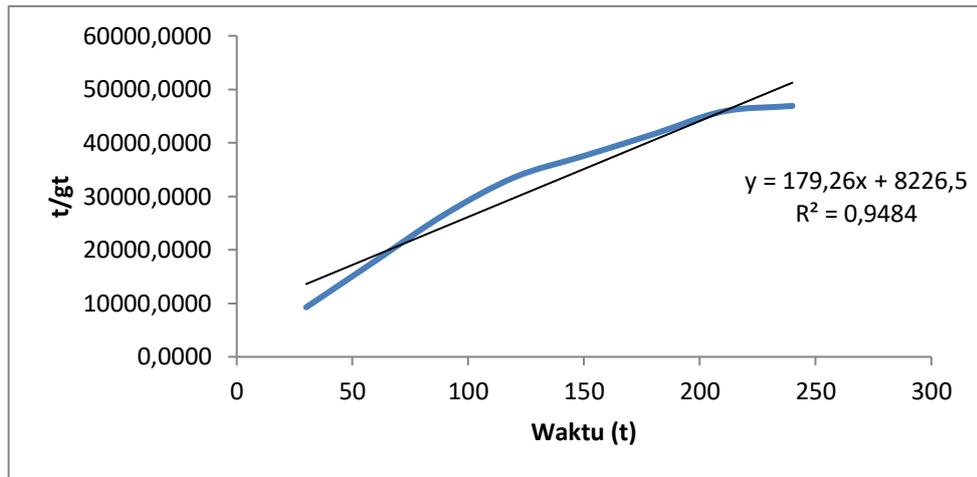
3.5 Model Kinetika

Untuk melihat bagaimana mekanisme adsorpsi FFA pada CPO PT. Syaikhata Sejahtera dengan menggunakan adsorben arang sekam padi, maka dilakukan pengujian model adsorpsi.



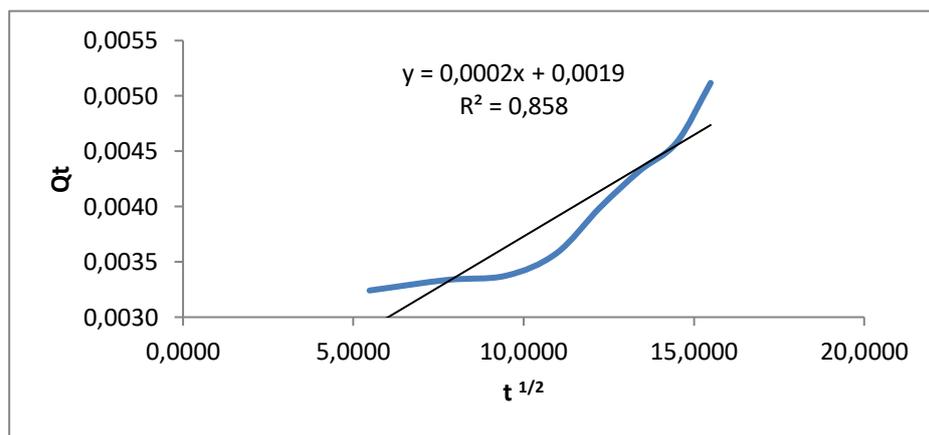
Gambar 7. Plot Kinetika Orde Satu Semu $\log (q_t - q_i)$ terhadap waktu (t)

Besaran nilai k_1 diperoleh dari kemiringan aliran $\log (q_t - q_i)$ terhadap t yang merupakan garis lurus. Plot $\log (q_t - q_i)$ terhadap t pada suhu 60°C dapat dilihat pada gambar 6. Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa nilai R^2 yang didapat sebesar 0,8768. Dari nilai R^2 yang didapat masih jauh dari nilai 1 maka dari itu model kinetika ini belum cocok untuk adsorpsi arang sekam padi terhadap CPO. Kurva plot kinetika orde dua semu dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Plot Kinetika Orde Dua Semua t/gt terhadap t

Gambar 7 menunjukkan bahwa t/gt terhadap t . Pada persamaan kinetika Orde Dua Semu menghasilkan garis lurus dengan koefisien kerelasi atau R^2 sebesar 0,9484. Nilai regresi linier ini menunjukkan bahwa model kinetika Orde Dua Semu sangat cocok untuk proses adsorpsi arang sekam padi dengan sampel CPO. Kurva plot kinetika Difusi Intra Partikel dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Plot Kinetika Difusi Intra Partikel Q_t terhadap $t^{1/2}$

Dari gambar 9 dapat diketahui bahwa nilai k_{id} diperoleh dari kemiringan garis plot q_t terhadap $t^{1/2}$. Plot q_t terhadap $t^{1/2}$ data percobaan dapat dilihat pada gambar di atas dapat, bahwa plot yang dihasilkan mempunyai nilai R^2 sebesar 0.8580. Nilai R^2 dari model kinetika Difusi Intra Partikel masih jauh dari kata mendekati nilai 1 dimana Model Kinetika Orde Dua Semu lebih mendekati yaitu 0,9484 pada proses penyerapan FFA menggunakan arang sekam padi. Dalam

pengujian diambil sampel pada saat 40 gram selama 4 jam dikarenakan pada saat proses pengadukan selama 4 jam adalah titik terbaik dalam pengadukan. Dalam penelitian ini mekanisme adsorpsi yang digunakan adalah adsorpsi fisika dimana pada proses pengadukan digunakan panas.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Irvan (2016) yang berjudul β -Karoten Yang Terkandung Dalam Minyak Kelapa Sawit (*Crude Palm Oil*) Menggunakan Karbon Aktif menyatakan bahwa model kinetika yang sesuai untuk proses adsorpsi β -karoten menggunakan karbon aktif adalah model kinetika reaksi orde dua.

4. Simpulan dan Saran

Penggunaan adsorben arang sekam padi dalam penyerapan kadar FFA (*Free Fatty Acid*) diperoleh berat adsorben yang terbaik yaitu pada saat penggunaan adsorben sebanyak 40 gram selama 5 jam penurunan kadar FFA sebesar 3,7673% dari FFA awal 6,3018%. Sedangkan pada massa 350 gram selama 5 jam penurunan FFA sebesar 5,9365% dan pada massa 35 gram penurunan kadar FFA sebesar 4,5065%.

Kadar air yang didapat pada saat 5 jam ditambahkan 30 gram adsorben senilai 0,0271% sedangkan pada saat penambahan 35 gram dan 40 gram adsorben selama 5 jam yaitu sebanyak 0,0231%.

Kapasitas adsorpsi untuk berat CPO dengan penambahan adsorben arang sekam padi mengaju pada persamaan isoterm adsorpsi *Freundlich* dengan nilai R^2 mendekati 1 yaitu senilai 0,994.

Model kinetika adsorpsi penyerapan terbaik adalah mengikuti model kinetika Orde Dua Semu dengan nilai R^2 senilai 0,9484.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulisan menyarankan beberapa hal untuk menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan ini. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya untuk memvariasikan jenis larutan aktivasi adsorben contohnya $FeCl_2$ serta ukuran adsorben yang berbeda-beda.

5. Daftar Pustaka

1. Ffa, P., Warna, D. A. N., Minyak, D., Pakpahan, J. F., Tambunan, T., Harimby, A., & Ritonga, M. Y. (2013). Dengan Adsorben Serabut Kelapa Dan Jerami. *2*(1), 31–36.
2. Irawan, C., Awalia, T. N., & W.P.H, S. U. (2013). Pengurangan Kadar Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) Dan Warna Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Campuran Serabut Kelapa Dan Sekam Padi. *Konversi*, *2*(2), 28. <https://doi.org/10.20527/K.V2i2.82>
3. Irvan, Olyvia Putri Wardhani, Nurul Aini, & Iriany. (2016). Adsorpsi B-Karoten Yang Terkandung Dalam Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, *5*(1), 52–57. <https://doi.org/10.32734/Jtk.V5i1.1525>
4. Mujiyanti, Dwi Rasy, Nuryono, E. S. K. (2010). Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dari Abu Sekam Padi Yang Diimobilisasi Dengan 3-(Trimetoksisilil)-1-Propantiol. *4*(2), 283.
5. Putri, D. O., Mardawati, E., Putri, S. H., & Frank, D. (2019). Perbandingan Metode Degumming Cpo (Crude Palm Oil) Terhadap Karakteristik Lesitin Yang Dihasilkan. *Jurnal Industri Pertanian*, *1*(3), 88–94.
6. Sanjaya, A. S., & Agustine, R. P. (2015). Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang. *Konversi*, *4*(1), 17. <https://doi.org/10.20527/K.V4i1.261>
7. Utara, U. S., Utara, U. S., & Utara, U. S. (2019). Pengaruh Metil Oleat Sebagai Template Pada Magnesium Silikat Sekam Padi Yang Digunakan Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas Minyak Kelapa Sawit.
8. Wardalia, W. (2017). Pengaruh Massa Adsorben Limbah Sekam Padi Terhadap Penyerapan Konsentrasi Timbal. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, *13*(1), 71. <https://doi.org/10.36055/Tjst.V13i1.5848>