

ADSORPSI MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN ADSORBEN CANGKANG TELUR AYAM YANG DIAKTIVASI SECARA FISIKA DAN KIMIA

Meriatna^{*}, Novi Sylvia, dan Thea Rizky Aprilia

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

*Email: meriatna@unimal.co.id

Abstrak

Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sangat efisien dan murah dikarenakan banyaknya konsumsi telur sehingga dapat dimanfaatkan menjadi salah satu sumber adsorben, kandungan CaCO_3 yang tinggi memiliki potensial dalam penjernihan minyak jelantah. Minyak jelantah juga merupakan limbah yang berbahaya untuk Kesehatan, dan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi massa dan variasi waktu terhadap pemurnian minyak jelantah. pada penelitian ini cangkang telur ayam dihaluskan terlebih dulu, kemudian di bakar dalam furnace pada suhu 600°C selama 5 jam lalu diaktivasi dengan HCl. Minyak jelantah disiapkan kemudian dimasukkan adsorben yang telah diaktivasi sesuai dengan variasi massa yang telah ditentukan, aduk menggunakan stirrer dengan kecepatan 750 rpm sesuai dengan variasi waktu yang telah ditetapkan. Hasil terbaik dari penelitian diperoleh penurunan kadar FFA 8,48% menjadi 5,09%, penurunan kadar air 0,58% menjadi 0,15%, penurunan bilangan asam 1,772 mg KOH/g menjadi 1,113 mg KOH/g, bilangan peroksida 11,66 mek O_2/kg menjadi 6,00 mek O_2/kg , kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 36,396mg/g, efisiensi adsorpsi sebesar 40,0%, Densitas 0,705 kg/m^3 menjadi 0,831 kg/m^3 , seluruh hasil terbaik tersebut didapatkan pada variabel massa adsorben 14 gram, dan waktu adsorpsi 60 menit. Model isotherm yang disarankan adalah isotherm Freundlich dengan nilai R^2 0,8933. Pengujian FTIR cangkang telur ayam memiliki gugus fungsi dari mineral karbonat, amina, gugus $-\text{OH}$, dan $-\text{C}=\text{O}$, yang dapat berperan penting dalam proses adsorpsi.

Kata kunci : Adsorben, Adsorpsi, Cangkang telur ayam, FFA, FTIR

Pendahuluan

Minyak goreng bekas yang sering disebut dengan minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng dari proses penggorengan. Peningkatan produksi dan konsumsi minyak goreng setiap tahun berdampak secara langsung pada meningkatnya produksi minyak jelantah. Konsumsi minyak goreng di Indonesia sangat tinggi, berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Perdagangan Republik Indonesia (2020), produksi minyak goreng di Indonesia perbulan mencapai 1,9 juta ton. Indonesia memproduksi sekitar 3.072 juta liter minyak jelantah setiap tahun [1].

Kandungan zat pengotor pada minyak jelantah seperti asam lemak bebas (FFA atau *free fatty acid*) yang tinggi akan mengganggu proses transesterifikasi untuk menghasilkan produk turunannya, Sehingga kualitas produk menjadi rendah. Berdasarkan hal ini, maka diperlukan upaya untuk mengurangi zat pengotor pada minyak jelantah yang diharapkan dapat mengurangi berbagai masalah kesehatan dan lingkungan yang terkait dengan konsumsi dan pembuangannya [2].

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menghilangkan kadar asam lemak bebas adalah mereaksikan asam lemak bebas dengan alkohol dengan bantuan katalis asam sulfat. Namun reaksi Esterifikasi merupakan reaksi bolak balik yang relatif lambat [3]. Metode Esterifikasi dinilai kurang ekonomis karena membutuhkan biaya lebih untuk metanol dan katalis asamnya serta prosesnya yang lama. Sebagai alternatif dikembangkan metode adsorpsi menggunakan bahan yang bisa mengikat

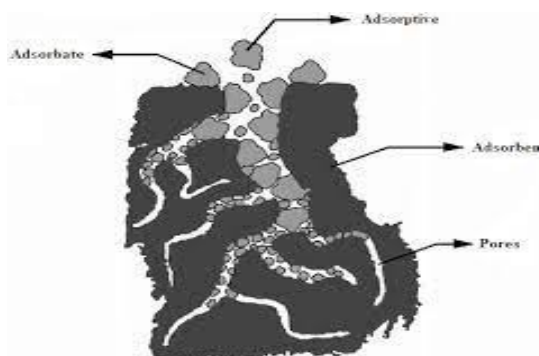
asam pada minyak. Dengan memanfaatkan limbah diharapkan dapat ditemukan alternatif dalam pembuatan adsorben. Salah satu alternatif yang telah ditemukan yaitu dengan memanfaatkan limbah cangkang telur ayam sebagai adsorben [4].

Tinjauan Pustaka

Bagian terluar telur memiliki ketebalan 0,2 - 0,4 mm dengan lapisan yang keras dan mengandung kalsium karbonat (kapur) untuk melindungi bagian dalam telur. Beberapa penelitian telah melaporkan potensi cangkang telur sebagai adsorben pada proses pengolahan limbah. Kandungan logam berat seperti besi, kadmium, kromium, dan tembaga pada air limbah serta zat-zat pengotor pada minyak jelantah, dapat dikurangi dengan penambahan cangkang telur ayam sebagai adsorben [5].

Cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai zat penyerap yang baik, karena mengandung CaCO_3 yang tinggi yaitu sebesar 90,9% dan memiliki struktur pori-pori alami. Kalsium karbonat ini termasuk ke dalam adsorben polar. CaCO_3 memiliki sifat yang structural dan superfisial, dimana strukturnya memiliki ruang dalam yang jauh lebih besar dibandingkan senyawa lain. Molekul-molekul di permukaan memiliki gaya tarik kearah dalam, sehingga zat-zat pengotor pada minyak jelantah akan tertarik oleh molekul-molekul permukaan CaCO_3 . Hal ini menunjukkan limbah cangkang telur berpotensi digunakan sebagai biosorben alternatif untuk mengadsorpsi [6].

Proses Adsorpsi dapat berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul tersebut, maka didalamnya terdapat gaya kohesif termasuk gaya hidrostatis dan gaya ikatan hydrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya - gaya yang tidak seimbang pada batas fasa tersebut menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid atau fluida. Untuk mengetahui karekteristik yang terjadi dalam proses Adsorpsi dapat diilustrasikan dengan gambar dibawah ini [7].



Gambar 1. Proses Adsorpsi

Metodelogi Penelitian

Bahan baku yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa Cangkang Telur Ayam. Bahan lain adalah HCL 1 M, Indikator PP, Aquadest, KOH 0,1 N, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, amilum 1%, KI jenuh.

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu pembuatan adsorben dari cangkang telur ayam serta pengaktifasiannya, dan adsorpsi minyak jelantah. Variasi percobaan dilakukan terhadap konsentrasi umpan campuran minyak jelantah pada temperatur operasi 30°C dan tekanan konstan.

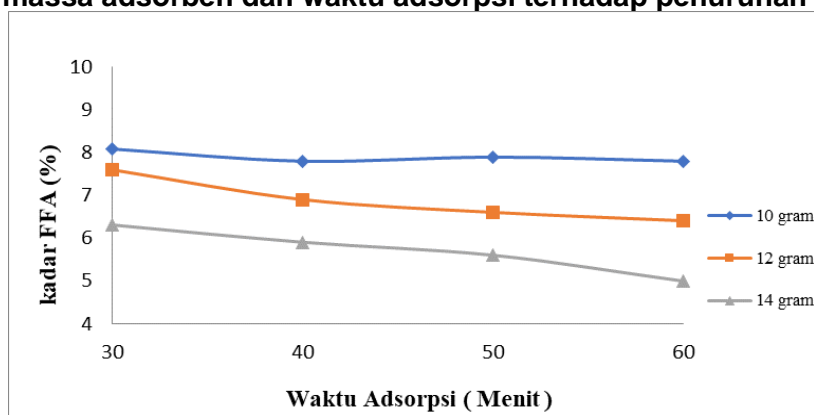
Pembuatan adsorben cangkang telur ayam dilakukan melalui pengaktifasian fisika berupa kalsinasi. Cangkang telur ayam yang telah dibersihkan dari membrannya,

kemudian di keringkan, lalu dihaluskan hingga mendapatkan ukuran 50 mesh, setelah itu difurnace dengan suhu 600°C selama 5 jam. Proses Aktivasi kimia dilakukan dengan mencampurkan adsorben yang telah diaktivasi fisika dengan HCl 1 M sampai terendang, kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 6 jam, lalu dilakukan penyaringan dengan kertas saring. Selanjutnya pada adsorben yang diperoleh dilakukan pencucian hingga pH netral dan dikeringkan pada oven hingga berat konstan.

Proses Adsorpsi dilakukan dengan mengontakkan 150 ml Minyak jelantah dengan variable massa adsorben (10 gram; 12gram; dan 14 gram) dengan temperatur tetap 30°C (suhu kamar) selama variasi waktu (30 menit, 40 menit, 50 menit, dan 60 menit). Setelahnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan karbon aktif dari minyak jelantah yang telah di adsorpsi.

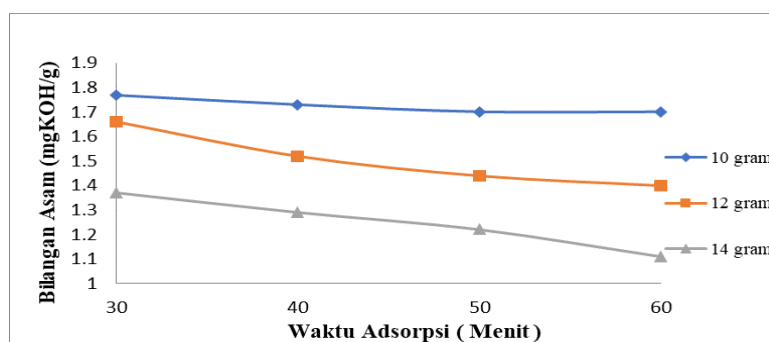
Hasil dan Pembahasan

Pengaruh massa adsorben dan waktu adsorpsi terhadap penurunan kadar FFA



Gambar 2. Pengaruh massa adsorben dan waktu adsorpsi terhadap FFA Berdasarkan gambar 2 tersebut dapat diketahui kadar FFA terendah yang didapat setelah dilakukan adsorpsi sebesar 5,09% angka tersebut sudah lebih mendekati kadar FFA yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) [8] yaitu sebesar 4,0% dibandingkan dengan kadar FFA sebelum adsorpsi yaitu sebesar 8,4%. Dari gambar grafik di atas diketahui waktu adsorpsi juga mempengaruhi dalam penurunan kadar asam lemak bebas, semakin lama waktu kontak adsorben dengan adsorbat maka penyerapan adsorbat dan difusi berlangsung dengan baik, namun semakin lama waktu kontak juga akan menyebabkan proses adsorpsi menurun, hal ini dikarenakan terjadi kejenuhan pada sisi aktif adsorben sehingga tidak mampu lagi menyerap adsorbat [9]. Penurunan kadar FFA tertinggi terjadi pada variasi waktu terlama yaitu 60 menit. Semakin lama waktu adsorpsi maka FFA akan menurun.

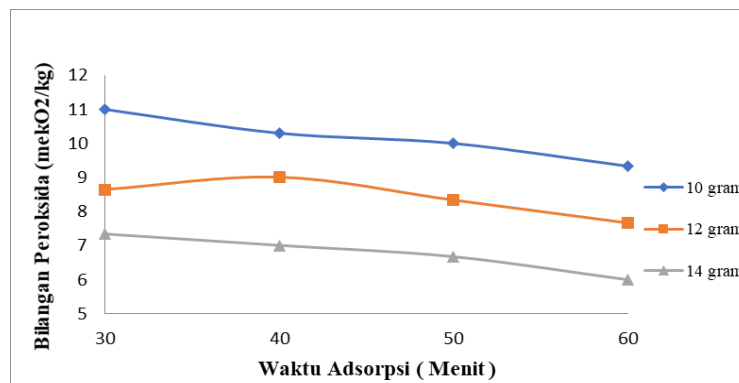
Pengaruh Berat Adsorben, Waktu Adsorpsi Terhadap Bilangan Asam



Gambar 3. Pengaruh Berat Adsorben, Waktu Adsorpsi Terhadap Bilangan Asam

Berdasarkan hasil penelitian pada uji bilangan asam menunjukkan bahwa massa adsorben dan waktu adsorpsi mempengaruhi bilangan asam pada minyak jelantah. Semakin besar massa adsorben maka bilangan asam pada minyak jelantah setelah adsorpsi semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya jumlah massa adsorben maka semakin banyak tumbukan antara adsorbat dengan permukaan aktif adsorben sehingga bilangan asam yang diserap semakin meningkat. Semakin lama waktu adsorpsi maka semakin lama pula terjadi kontak antara adsorbat dan adsorben sehingga penyerapan bilangan asam juga semakin meningkat.

Pengaruh Berat Adsorben, Waktu Adsorpsi Terhadap Bilangan Peroksida

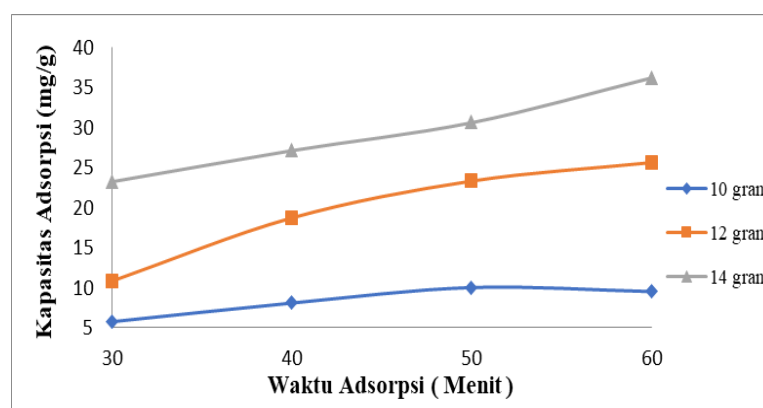


Gambar 4. Pengaruh Berat Adsorben, Waktu Adsorpsi Terhadap Bilangan Peroksida

Pada gambar 4. dapat dilihat bahwa semua bilangan peroksida setelah dilakukan adsorpsi rata-rata telah memenuhi Standar Nasional Indonesia yaitu kurang dari 10 mekO₂/kg. Bilangan peroksida pada minyak jelantah sebelum di adsorpsi sebesar 11,66 mekO₂/kg dan setelah diadsorpsi bilangan peroksida turun hingga 6,0 mekO₂/kg angka ini merupakan bilangan peroksida terendah yang terdapat pada kondisi massa sebesar 14 gram dan waktu adsorpsi selama 60 menit.

Berdasarkan hasil uji bilangan peroksida menunjukkan bahwa massa adsorben dan waktu adsorpsi dapat mempengaruhi bilangan peroksida pada minyak jelantah. Semakin besar massa adsorben maka bilangan peroksida pada minyak jelantah setelah adsorpsi semakin kecil. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Meriatna, 2022 [10] yang menyatakan bahwa dengan bertambahnya jumlah massa adsorben maka semakin banyak yang berinteraksi dan tingkat penyerapan semakin tinggi.

Pengaruh Berat Adsorben, Waktu Adsorpsi Terhadap Kapasitas Adsorpsi

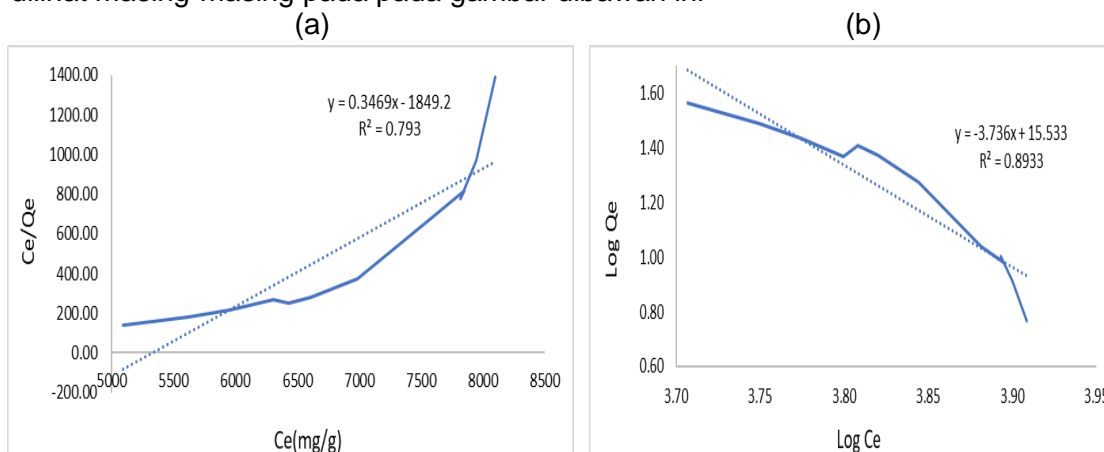


Gambar 5. Pengaruh Berat Adsorben Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Banyaknya jumlah massa adsorben dan waktu adsorpsi yang digunakan mempengaruhi kapasitas adsorpsi pada minyak jelantah. dari gambar 5 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi mengalami kenaikan seiring bertambahnya massa adsorben dan semakin lama waktu adsorpsi. Kapasitas adsorpsi tertinggi didapat pada massa adsorben 14 gram, dan waktu adsorpsi selama 60 menit, dimana kapasitas adsorpsinya yaitu sebesar 36,39 mg/g.

Isoterm Adsorpsi. Pada isoterm *langmuir* dilakukan dengan cara membuat kurva C_e/Q_e terhadap C_e , sedangkan untuk Isoterm *Freundlich* dilakukan dengan cara membuat kurva hubungan $\log C_e$ terhadap $\log Q_e$ [11].

Grafik isotherm adsorpsi FFA menggunakan adsorben cangkang telur ayam dapat dilihat masing-masing pada pada gambar dibawah ini

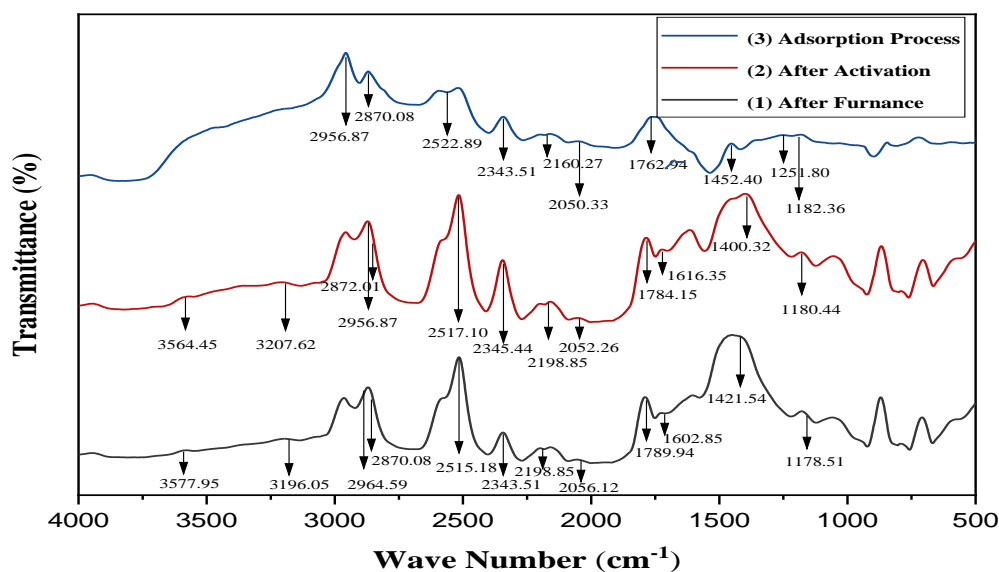


Gambar 6. (a) Kurva Isoterm *Langmuir* (b) Kurva Isoterm *Freundlich*

Dari Gambar a dan b dapat dilihat bahwa pengujian persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* memiliki liniarisasi yang berbeda. Untuk persamaan *Langmuir* memiliki Harga R^2 yaitu sebesar 0,793 dan untuk persamaan *Freundlich* memiliki harga R^2 sebesar 0,8933. Berdasarkan nilai linier tersebut dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi Asam lemak bebas pada minyak jelantah menggunakan adsorben Cangkang telur Ayam mengikuti Model Isoterm Adsorpsi *Freundlich*. Hal ini dibuktikan dengan grafik liniarisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi R paling mendekati angka 1. Nilai linier untuk isoterm adsorpsi *Freundlich* lebih tinggi dibandingkan dengan isoterm adsorpsi *Langmuir*, sehingga model isoterm adsorpsi *Freundlich* lebih tepat digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi Penyerapan FFA pada minyak jelantah dengan menggunakan Adsorben Cangkang telur Ayam.

Besaran harga R^2 menandakan bahwa persamaan *Freundlich* lebih cocok diterapkan pada proses adsorpsi FFA menggunakan adsorben Cangkang Telur Ayam. Isoterm *Freundlich* menggambarkan kesesuaian antara data eksperimen dengan model lebih sesuai dibandingkan dengan model *Langmuir*.

Karakteristik gugus fungsi menggunakan metode FTIR. Sampel adsorben Cangkang telur ayam sebelum diaktivasi kimia (sebelum direndam dengan larutan HCl 1M), sesudah di aktivasi kimia (setelah direndam dengan larutan HCl 1M) dan sesudah mengadsorpsi (menyerap pengotor pada minyak jelantah) dianalisa dengan metode FTIR dimana dilakukan uji gugus fungsi secara kualitatif dengan menginterpretasikan puncak puncak serapan dari spektrum infra merah. Spektrum yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Spektrum FTIR

Analisis FTIR berfungsi untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada adsorben. Dari spektrum tersebut terlihat bahwa cangkang telur ayam memiliki gugus fungsi dari mineral karbonat pada bilangan gelombang 1421,54; 1400,32; 2452,40 menunjukkan gugus karboksil (C = O) yang diidentifikasi sebagai karbonat (CO₃). Pada bilangan gelombang 3577,95; 3564,45; 2956,87 menunjukkan terbentuknya kelompok ikatan hydrogen dalam satu kelompok gugus hidroksil dari molekul H₂O (Syahwandi, 2019). Pada puncak serapan 2964,59 menunjukkan adanya vibrasi C-H dari alkana pada daerah serapan 2850 cm⁻¹ – 2970 cm⁻¹ (Skoog et al, 2007). Pada puncak serapan 2343,51 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C≡N dari nitril pada daerah serapan 2210-2280 cm⁻¹. Pada puncak serapan 1602 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C=C dari cincin aromatik pada daerah serapan 1500-1600 cm⁻¹.

Dari data yang didapat pada spektrum hasil FTIR cangkang telur ayam sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai adsorben karena karakter gugus fungsinya dan keberadaannya dalam yang mudah ditemukan. Gugus fungsi adsorben setelah aktivasi kimia menunjukkan pori-pori serap yang lebih lebar dibanding adsorben yang diaktivasi secara fisika saja, dan adsorben setelah adsorpsi memiliki gugus fungsi yang lebih besar hal ini menunjukkan banyaknya partikel-partikel pengotor dari minyak jelantah yang terserap. Hal ini menunjukkan aktivasi kimia memperbesar pori-pori penyerapan adsorben, dan adsorpsi berlangsung dengan cukup baik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Hasil terbaik yang didapatkan dari analisa pada penelitian ini yaitu kadar FFA: 5,09%, Kadar Air : 0,15%, Bilangan Asam : 1,113 mgKOH/g, Bilangan Peroksida : 6,00 mekO₂/kg, Densitas : 831 kg/m³. Kondisi yang menghasilkan hasil terbaik ini berada pada berat adsorben 14 gram dan waktu adsorpsi selama 60 menit.
2. Kapasitas adsorpsi dan Efisiensi adsorpsi terbesar yaitu 36,396 mg/g dan 40,0%. Kondisi yang menghasilkan kapasitas serta efisiensi adsorpsi yang besar terdapat pada massa 14 gram dan waktu adsorpsi 60 menit.

3. Adsorben Cangkang telur ayam mengacu pada persamaan isotherm adsorpsi *Freundlich* dengan nilai R^2 sebesar 0,8933. Besaran harga R^2 yang lebih mendekati 1 menandakan bahwa persamaan *Freundlich* lebih cocok diterapkan, kesesuaian antara data eksperimen dengan model lebih sesuai dibandingkan dengan model *Langmuir*.
4. Hasil uji adsorben menggunakan FTIR menunjukkan gugus fungsi dari mineral karbonat pada bilangan gelombang 1421,54; 1400,32; 2452,40 menunjukkan gugus karboksil (C = O) yang diidentifikasi sebagai karbonat.

Daftar Pustaka

- [1] Ketaren, S. (2008). *Pengantar teknologi minyakdan lemak pangan*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [2] Rusdiana, Rizka, 2015, *Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*, Skripsi Sarjana, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- [3] Astuti widi, dkk.(2006). *Penurunan Kadar Asam Lemak Bebas Pada CPO Menggunakan Zeolit alam* . Lampung: UPT Balai Pengolahan Mineral Lampung – LIPI.
- [4] Anastopoulos I, Bhatnagar A, Hameed BH, Ok YS, Omirou M. 2017. *A review on waste derived adsorbents from sugar industry for pollutant removal in water and wastewater*. J Mol Liq.
- [5] Posma Arta Mutiara. “Penetapan Kadar Kalsium pada Kulit Telur Ayam Ras, Kulit Telur Ayam Nonras dan Kulit Telur Itik secara Spektrofotometri Serapan Atom.” Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara, Medan, 2008, hal 8-16.
- [6] Didar Z, 2017. *Removal of impurities from waste oil using eggshell and its active carbon*. J Adv Env Heal Res.
- [7] Fitriyana, 2015. *Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah*. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda
- [8] SNI-3741-2013, 2015, Standar Mutu Minyak Goreng, Badan Standarisasi Nasional Indonesia.
- [9] Meriatna, Novi Sylvia, Fajar Sidiq Seregar, Leni Maulinda, Zulmiardi. (2020). *Optimasi Kondisi Proses Adsorpsi Untuk Meningkatkan Kualitas Cpo Menggunakan Adsorben Karbon Aktif Sisa Pembakaran Cangkang Kelapa Sawit Pada Batch Column*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 1(9)14-23.
- [10] Meriatna, Ayu Sutia Amanda, Azhari, Sulhatun, Suryati. (2022). *Penurunan Kadar FFA (Free Fatty Acid) Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Adsorben Pencampuran Bentonit Dan Tanah Liat (Lempung) Melalui Proses Adsorpsi*. Chemical Engineering Journal Storage, 2(1)82-92.
- [11] Bariyah, K, Andarwulan, N.,& Hariadi, P. (2017). *Pengurangan Kadardigliserida Dan Asam Lemak Bebas Dalam Minyak Sawit Kasar Menggunakan Adsorben Agritech*, 37(1),49.