



**Penurunan Kadar FFA (*Free Fatty Acid*) Minyak Kelapa Sawit
Menggunakan Adsorben Pencampuran Bentonit Dan Tanah Liat
(Lempung) Melalui Proses Adsorpsi**

Ayu Sutia Amanda, Azhari *, Sulhatun, Suryati, Meriatna

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355
Korespondensi: e-mail: Azhari@unimal.ac.id

Abstrak

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit yang kemudian diolah lagi menjadi minyak goreng sawit (MGS). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (mesocarp) dan inti (kernel). CPO memiliki kandungan asam lemak bebas (FFA) yang merupakan penentu dari kualitas CPO, karena hal ini memberi pengaruh pada sifat fisik dan kimianya. Dalam penelitian ini, adsorpsi asam lemak bebas (FFA) dari CPO dengan Bentonit Ujong Pacu dan tanah liat Krueng Geukueh sebagai adsorben diteliti dalam serangkaian studi skala laboratorium secara batch. Parameter operasi yang efektif seperti suhu adsorpsi, berat adsorben, ukuran serbuk adsorben telah diselidiki dan Isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan adsorpsi asam lemak bebas (FFA) menggunakan bentonit dan tanah liat meningkat, %FFA setelah adsorpsi menurun setelah dilakukannya adsorpsi dan ditemukan bahwa adsorben dengan berat 10 gr, suhu 60°C, ukuran serbuk 80 Mesh dan waktu 30 menit adalah perlakuan optimal untuk %FFA. Nilai optimum efisiensi penyerapan adsorpsi pada kesetimbangan sebesar 67,77%. Model isoterm Langmuir paling baik menggambarkan data kesetimbangan yang mengindikasikan permukaan pori-pori adsorben yang bersifat homogen dan menunjukkan lapisan adsorbat yang berbentuk pada permukaan adsorben adalah monolayer.

Kata kunci : *Adsorben, Adsorpsi, Asam Lemak Bebas (FFA), Bentonit, dan CPO*

1. PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit yang kemudian diolah lagi menjadi minyak goreng sawit (MGS). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (*mesocarp*) dan inti (*kernel*). Serabut buah dari kelapa sawit terdiri dari tiga lapis yaitu lapisan luar atau kulit buah yang

disebut *pericarp*, lapisan sebelah dalam disebut *mesocarp* atau *pulp* dan lapisan paling dalam disebut dengan *endocarp*.

Minyak kelapa sawit akan berbentuk cair pada suhu lebih besar dari 85°F. Minyak bekas mempunyai bau yang tidak enak, ditimbulkan oleh asam lemak yang menguap. Minyak nabati yang baik adalah minyak yang memenuhi standar minyak goreng. Mutu minyak nabati ditentukan oleh kadar asam lemak bebas, kadar peroksida, kandungan logam, bau, rasa, dan warna. Hal ini juga berlaku untuk minyak kelapa sawit.

Asam lemak bebas (ALB) adalah asam yang dibebaskan pada hidrolisa lemak. Kadar asam lemak bebas dalam minyak kelapa sawit, biasanya hanya dibawah 1%. Lemak dengan kadar asam lemak bebas lebih besar dari 1%, jika dicicipi akan terasa pada permukaan lidah dan tidak berbau tengik. Pengaruh kadar asam lemak bebas yang tinggi terhadap mutu produksi minyak akan dapat menimbulkan ketengikan pada minyak dan meningkatnya kadar kolestrol dalam minyak.

A. Bentonit

Bentonit merupakan sejenis tanah liat atau lempung yang terdiri dari dari SiO_2 dan Al_2O_3 yang merupakan penyusun utama serta senyawa-senyawa lain seperti CaO , MgO , Fe_2O_3 dan K_2O yang mengandung air dan terikat secara kimia. Pemberian nama bentonit pertama kali dipakai oleh “Knight” pada tahun 1898 untuk tanah liat yang mempunyai sifat-sifat kolodial yang ditemukan di daerah Fort Benton, Rock Creek, Wyoming, Amerika Serikat. Tanah liat jenis ini mempunyai sifat yang unik yaitu mengembang apabila dilarutkan dalam air. Bentonit adalah tanah liat yang berasal dari abu vulkanis yang komposisinya sebagian besar adalah mineral tanah liat smektit yaitu tanah liat yang bersifat plastik dan koloidal tinggi. Bentonit berbentuk seperti bubuk halus padat yang berwarna merah kecoklatan, berjenis lempung yang mengandung mineral montmorillonit lebih dari 85% dan fragmen sisa terdiri dari campuran dari mineral kwarsa atau kristoballit, felispar, kalsit, gipsum, dan lain-lain.(Murthihapsari, Mangallo, & Handyani, 2017)

B. Tanah Liat (Lempung).

Lempung atau tanah liat adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung mengandung leburan silika dan aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Beberapa kelompok yang penting dari tanah liat antara lain terdiri dari kelompok kaolinite, montmorillonite, illite, dan klorit. Salah satu kelompok tanah liat yang berperan dalam proses adsorpsi adalah kelompok montmorillonite. (Anwar & Kimia, 2016).

C. Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Adsorben biasanya menggunakan bahan-bahan yang memiliki pori-pori sehingga proses adsorpsi terjadi di pori-pori atau pada letak tertentu di dalam partikel tersebut. Pada umumnya pori-pori yang terdapat di adsorben biasanya sangat kecil, sehingga luas permukaan dalam menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas yang menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan tersebut lebih erat daripada molekul lainnya (v. M. buyanov, 1967b).

D. Adsorpsi

Adsorpsi atau penyerapan adalah proses pemisahan komponen tertentu dari suatu fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Biasanya partikel-partikel kecil adsorben ditempatkan dalam suatu hamparan tetap dan fluida dialirkan melalui hamparan itu sampai adsorben mendekati jenuh dan pemisahan yang dikehendaki tidak dapat berlangsung lagi. Peristiwa adsorpsi banyak digunakan pada industri kimia, misalnya pada pemisahan gas, mengurangi kelembaban udara, penghilangan bau, dan penyerapan gas yang tidak diinginkan dari suatu hasil proses (Maron, 1984).

Penelitian ini bertujuan menurunkan kadar FFA (*Free Fatty Acid*) dengan menggunakan adsorben tanah liat (lempung) dan bentonit serta mengkaji CPO menggunakan adsorben tanah liat (lempung) dan bentonit sehingga diperoleh data isotherm adsorpsi.

2. Metode dan Bahan

Penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Teknik Kimia Universitas Malikussaleh. Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain adalah *Hot plate*, Beaker glass, Oven, Pengaduk, *pH*, Air (Aquades), HCL, Indikator PP, Tanah liat, Bentonite, 80 *Mesh*, 50 *Mesh* dan 80 *Mesh*. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang diinginkan dan analisisnya, digunakan variable-variabel sebagaimana dibawah ini. Variabel Tetap HCl 50%, Proses aktivasi 24 jam, Suhu pengeringan 120°C. Variabel Terikat, Uji kadar FFA dan Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Tanah liat dan bentonite dihaluskan dan diayak 50 *mesh* dan 80 *mesh* dicuci dengan aquades dengan perbandingan 1:1 kemudian keringkan dioven. Serbuk tanah liat dan bentonite ditimbang 100 gr kemudian diaktivasi dengan HCl selama 24 jam setelah itu disaring. Proses adsorpsi dilakukan dengan 95 gr CPO dan adsorben (5 gr dan 10 gr) Kemudian dipanaskan dengan suhu 50°C dan 60 °C dengan menggunakan *hot plate* selama 30 menit. Selanjutnya disaring dan dicuci dengan aquades panas sampai pH netral serta dikeringkan dengan *oven* pada suhu 120°C dan waktu yang konstan. Minyak hasil adsorpsi diuji kadar FFA (*Free Fatty Acid*) dan Uji SEM (*Scanning Electron Microscope*)

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Aktivasi tanah liat dan Bentonite

Aktivasi tanah liat dan bentonite bertujuan untuk meningkatkan daya serap tanah liat dan bentonite sebagai adsorben dalam menurunkan asam lemak bebas minyak CPO. Aktivasi dilakukan dengan cara kimia yakni direndam dengan larutan pengaktif HCl. Penggunaan HCl sebagai pengaktif akan mempengaruhi daya serap karena asam mineral tersebut dapat melarutkan komponen Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, dan MgO yang mengisi pori-pori adsorben. Hal ini mengakibatkan terbukanya pori-pori yang tertutup sehingga menambah luas permukaan adsorben. Pelarutan Al₂O₃ dapat menaikkan perbandingan jumlah SiO₂ dan Al₂O₃ dari (2-3): 1 menjadi (5-6) : 1 (Herlina, Astriyaningsih, Windarti, & Nurhayati, 2017)

3.2 Kadar Asam Lemak Bebas

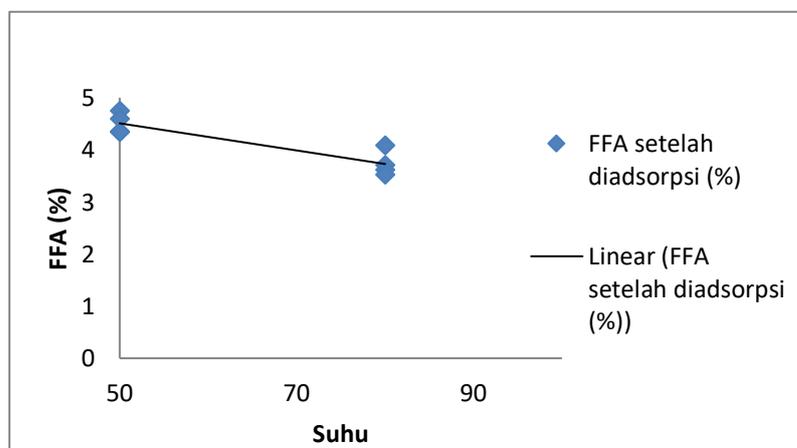
Asam lemak bebas merupakan hasil hidrolisis dari trigliserida. Pada saat minyak digunakan, pada awal proses asam lemak bebas dihasilkan melalui proses pemecahan oksidasi. Namun, pada tahap selanjutnya asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis yang disebabkan karena adanya air. Minyak yang digunakan dalam proses penggorengan memiliki resiko besar dalam terbentuknya asam lemak bebas karena adanya perlakuan panas dengan temperatur yang tinggi yang menyebabkan meningkatnya kandungan asam lemak bebas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ketaren (2008), kandungan asam lemak bebas minyak akan meningkat selama pemanasan, disebabkan peristiwa oksidasi dan hidrolisis. Pada proses ini terjadi pemutusan rantai triglesirida menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol.

Kadar asam lemak bebas dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kadar FFA (\%)} = \frac{V \text{ KOH} \times N \text{ KOH}}{\text{Berat sampel (gr)} \times 1000} \times \text{BM asam palmitat} \times 100\% \dots\dots\dots(3.1)$$

A. Pengaruh Suhu terhadap Kadar FFA Setelah Adsorpsi.

Setelah dilakukan proses adsorpsi FFA menggunakan Bentonite Ujung Pacu dan tanah liat (lempung) Krueng Geukueh maka pengaruh suhu pada saat adsorpsi terhadap FFA setelah adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 1.1.



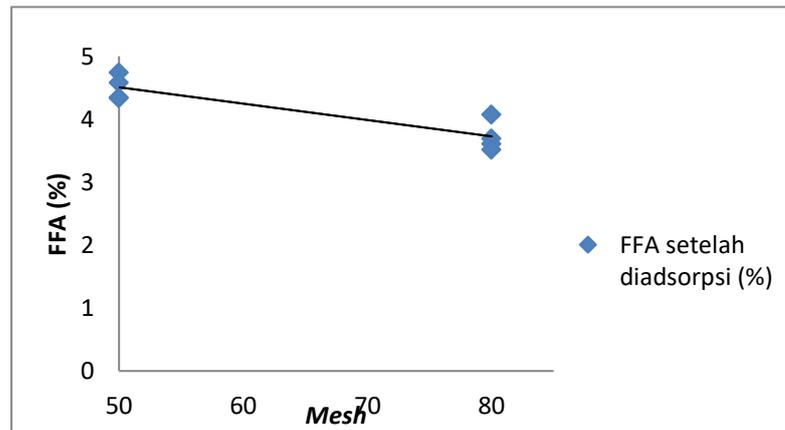
Gambar 1.1 Pengaruh Suhu Pada FFA Setelah Adsorpsi.

Setelah digunakan pemanasan suhu 50 °C dan 60°C, sedangkan pada CPO awal tidak dilakukan pemanasan. Adanya pemanasan mencapai suhu 60°C menyebabkan proses adsorpsi berjalan optimal. Pada dasarnya semakin tinggi

suhu, maka kandungan FFA setelah proses adsorpsi semakin kecil. Hal ini dikarenakan pada suhu tinggi atau suhu 60°C energi kinetik molekul untuk terjadinya tumbukan semakin besar, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorp asam lemak bebas juga meningkat. Sedangkan pada suhu ruang energi kinetik molekul untuk mengalami tumbukan semakin kecil, sehingga kemampuan adsorben untuk mengadsorp juga menurun. Namun, pada saat suhu terlalu tinggi proses adsorpsi tidak berjalan dengan maksimal, dikarenakan pada suhu tinggi, minyak CPO akan semakin rusak dan mengakibatkan kandungan asam lemak bebas akan kembali meningkat. (Kusumawardhani, 2016).

B. Pengaruh *Mesh* terhadap Kadar FFA Setelah Adsorpsi.

Setelah dilakukan proses adsorpsi FFA menggunakan Bentonite Ujung Pacu dan tanah liat (lempung) Krueng Geukueh maka pengaruh suhu pada saat adsorpsi terhadap FFA setelah adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Pengaruh Mesh Pada %FFA Setelah Adsorpsi.

Serbuk Bentonite dan tanah liat 50 *mesh* yang diaktivasi dengan larutan HCl 50% menghasilkan persentase penurunan %FFA paling tinggi yakni sebesar 10,92 % turun menjadi 4,34% dan pada Serbuk Bentonite dan tanah liat 100 *mesh* yang diaktivasi dengan larutan HCl 50% menghasilkan persentase penurunan %FFA paling tinggi yakni sebesar 10,92% turun menjadi 3,52%. Hal ini berarti Bentonite dan tanah liat 100 *mesh* setelah aktivasi memiliki persentase penurunan %FFA paling tinggi karena ukuran serbuk 100 *mesh* merupakan ukuran yang paling kecil yang berarti luas permukaannya paling besar. Jadi

semakin kecil ukuran serbuk bentonite dan tanah liat daya serapnya menjadi meningkat karena semakin kecil ukuran serbuk berarti luas permukaannya menjadi semakin besar. Jika luas permukaan semakin besar, maka daya adsorpsinya semakin besar juga, karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben (v. M. buyanov, 1967a)

C. Isoterm Adsorpsi

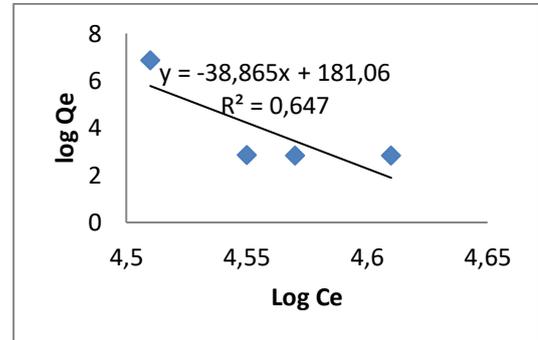
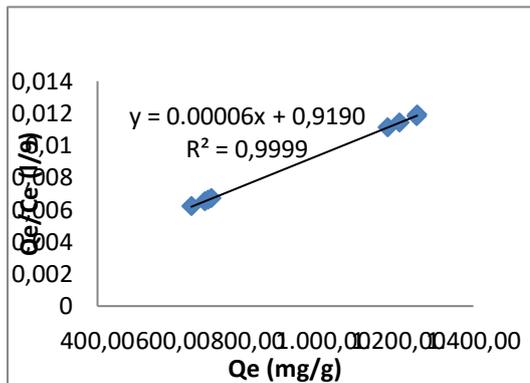
Analisa Isoterm Adsorpsi merupakan hubungan kesetimbangan antara jumlah adsorbat yang diserap oleh adsorben sebagai fungsi konsentrasi dan suhu atau kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat dalam fluida dan pada permukaan adsorben pada suhu yang tetap. Ada beberapa tipe isotherm yang sering digunakan untuk mengetahui mekanisme adsorpsi FFA oleh Bentonit yang diaktivasi. Tipe Isotherm Adsorpsi yang umumnya dianut oleh adsorpsi padat-cair yaitu tipe Isotherm Freundlich dan Langmuir.

Tabel 1.1 Pola Isoterm Adsorpsi

C_e (mg/L)	Q_e (mg/g)	Q_e/C_e (L/g)	Log C_e	Log Q_e
47.500	1.172,3	0,0111	4,67	3,07
45.900	1.202,7	0,0114	4,66	3.08
43.500	1.248,3	0,0118	4,64	3.10
43.400	1.250,2	0,0119	6,63	3.11
40.800	649,8	0,0062	4,61	2,81
37.000	685,9	0,0065	4,57	2,83
36.100	694,45	0,0066	4,55	2,84
35.200	703	0,0067	4,51	6,85

Gambar 1.3 Kurva Persamaan

Langmuir

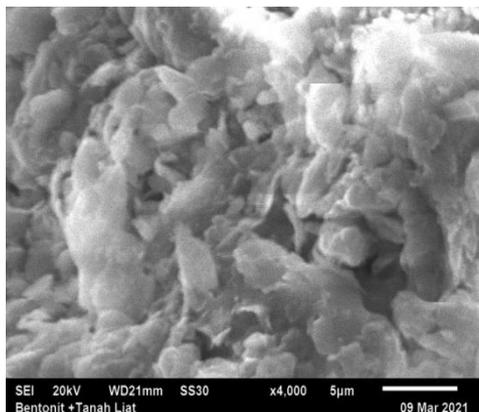


Gambar 1.4 Kurva Persamaan

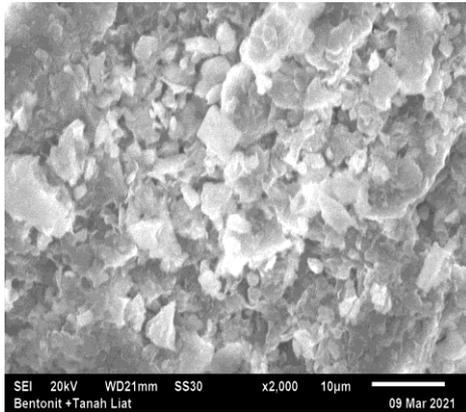
freundlich

Hasil nilai R^2 dari kedua pendekatan *Langmuir* 99% yang berarti 1 model ini saja yang bisa digunakan untuk adsorpsi FFA pada CPO menggunakan Bentonite dan tanah liat (lempung). Besaran harga R^2 menandakan bahwa persamaan *Langmuir* lebih cocok diterapkan pada proses adsorpsi FFA menggunakan adsorben bentonite. Isoterm *Langmuir* menggambarkan kesesuaian antara data eksperimen dengan model lebih sesuai dibandingkan dengan model *freundlich*. Artinya bahwa penelitian model penyerapan yang terjadi adalah *monolayer* (akibat adanya lapisan tunggal).

D. SEM (*Scanning Electron Microscope*)



Gambar 1.5 Uji SEM Aktivasi
Perbesaran 4.000x



Gambar 1.6 Uji SEM Aktivasi
Perbesaran 2.000x

Tujuan dari aktivasi menggunakan asam adalah melepaskan ion Al, Fe dan Mg dan pengotor-pengotor lainnya dari kisi-kisi struktur, sehingga secara fisiknya bentonit tersebut menjadi aktif dan diharapkan pori akan menjadi lebih terbuka, hal ini ditunjukkan dengan gambar 4.6 dan 4.7 yang merupakan bentonit dan tanah liat (lempung) teraktivasi menunjukkan bahwa pengotor-pengotor tersebut hilang, permukaan menjadi lebih halus dan bersih. Pori-pori yang lebih besar pada permukaan bentonit dan tanah liat (lempung) teraktivasi memungkinkan material ini melakukan kinerja adsorpsi dengan lebih baik dibandingkan dengan bentonit dan tanah liat (lempung) yang belum teraktivasi.

4 Simpulan dan Saran

Bentonit Ujong Pacu dan tanah liat Krueng Geukueh memiliki kandungan *montmorillonite* yang baik untuk studi penyerapan FFA. Pengaruh suhu adsorpsi, berat Adsorben dan ukuran *Mesh* terhadap Asam lemak bebas yang diserap adalah berturut-turut %FFA = 4,75% maksimal penyerapan 3,52%.

Kapasitas penyerapan FFA pada CPO menggunakan Bentonite Ujong Pacu dan tanah liat Krueng Geukueh mengacu pada persamaan isotherm adsorpsi Persamaan *Langmuir* yang bermakna bahwa penyerapan terjadi bersifat *monolayer*, dengan nilai koefisien korelasinya (R^2) adalah 0,9999.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan harapan untuk menvariasikan berat adsorben yang sudah teraktivasi dan mencoba pengujian untuk isotherm dan kinetika adsorpsi dengan model yang lain.

5. Daftar Pustaka

1. Nufida B.A., Nova, K & Kurniasih, Y. (2014). “Pengaruh Ukuran Serbuk Pada Aktivasi Tanah Liat Dari Tanak Awu Terhadap Daya Adsorpsinya Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas”. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia “Hydrogen”* Vol. 2 No. 2.
2. Polii F.F., (2016). “Pemurnian Minyak Kelapa Dari Kopra Asap Dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Dan Bentonit”. *Jurnal Riset Industri* Vol. 10 No. 3.

3. Wardani. G. A., & Wulandari.W. T. (2018). “Studi Kinetika Dan Isoterm Adsorpsi Timbal(Ii) Pada Kulit Jengkol (Pithecellobium Jiringa) Teraktivasi”. *Kovalen*, 3(3):252-257.
4. Herlina, H., Astriyaningsih, E., Windarti, W. S., & Nurhayati, N. (2017). "TINGKAT KERUSAKAN MINYAK KELAPA SELAMA PENGGORENGAN VAKUM BERULANG PADA PEMBUATAN RIPE BANANA CHIPS (RBC) Degree of Coconut Oil Rancidity During Recycled Vacuum Frying for Production of Ripe Banana Chips (RBC)". *Jurnal Agroteknologi*, 11(02), 186–193.
5. Wijayanti. I. E., & Kurniawati. E. A. (2019). “Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Abu Gosok Sebagai Adsorben” *Educhemia* Vol.4, No.2, 2.
6. Istighfaro, N. (2010). "Peningkatan Minyak Goreng Bekas Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Bentonit-Karbon Aktif Biji Kelor". Malang: UIN.
7. Kusumawardhani, D. A. (2016). "Pemanfaatan Limbah Nasi Aking sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah". 14–15.
8. Putri. M. F. (2016). “ Adsorpsi Diklorometana pada Adsorben Granular *Activated Carbon (GAC)* Menggunakan Sistem *BATCH*”.
9. Handayani. M., & Sulistiyono. E. (2017). “Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (Vi) Oleh Zeolit”. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Nuklir Ptnbr – Batan Bandung*.
10. Murthihapsari, M., Mangallo, B., & Handayani, D. D. (2017). "MODEL ISOTERM FREUNDLICH DAN LANGMUIR OLEH ADSORBEN ARANG AKTIF BAMBU ANDONG (*G. verticillata* (Wild) Munro) DAN BAMBU ATER (*G. atter* (Hassk) Kurz ex Munro)". *Jurnal Sains Natural*, 2(1), 17.