

Pemanfaatan Bentonit Bekas Sebagai Adsorben Pada Proses Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah

The utilization of used Bentonite As Adsorbent In The Process Of Reducing FFA Levels And Colors Of Used Cooking Oil

Annisah, Annisah^{1*}, Yahya Bahar², Ahmad Husni³

¹Laboratorium Teknik Separasi dan Purifikasi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

²Laboratorium Konversi Energi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

³Laboratorium Teknologi Pengolahan Limbah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

*E-mail: annisah1969@gmail.com

Abstrak

Bentonit bekas dijadikan adsorben untuk memurnikan minyak goreng bekas (minyak jelantah) dengan cara daur ulang (regenerasi). Proses regenerasi dilakukan secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan asam dan secara fisika dengan pemanasan pada suhu 250°C. Bentonit bekas yang telah diregenerasi diuji daya serapnya terhadap penurunan %FFA dan nilai keasaman minyak dengan metode adsorpsi pada kecepatan pengadukan 200 Rpm dan waktu kontak 90 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan penurunan kadar FFA sebesar 82,98% dengan metode titrasi asam-basa (KOH/NaOH) sesuai SNI 7709-2012 dan penurunan nilai absorbansi sebesar 91,06% pada panjang gelombang 460 nm. Dari proses adsorpsi dihasilkan minyak yang berwarna kuning pucat, jernih, dan tidak berbau dengan pH mendekati netral. Proses regenerasi bentonite bekas telah berhasil menjadikan bentonit berfungsi kembali sebagai adsorben pada proses pemurnian minyak goreng bekas (minyak jelantah).

Kata kunci: Adsorpsi, absorbansi, bentonit, minyak jelantah, regenerasi.

Abstract

Bentonite solid waste was used as an adsorbent in the purification of used cooking oil. The regeneration process has been carried out chemically using an acid solution and physically by heating at temperature of 250 °C. The adsorption capacity of the regenerated bentonite was tested for the purification of used cooking oil by the adsorption method, by contacted with used cooking oil. The adsorption process with regenerated bentonite at a stirring speed of 200 rpm and contact time of 90 minutes had reduced FFA levels by 82.98% with the acid-base titration method (KOH / NaOH) SNI. 7709-2012 and decreased absorbance values by 91.06% at a wavelength of 460 nm. The result showed that after the adsorption process, the oil color was pale yellow, clear, and odorless with a neutral pH. It can be concluded that the regenerated bentonite can still be reused as an adsorbent in the refining process of used cooking oil.

Keywords: Adsorption, absorbance, bentonite, used cooking oil, regeneration

PENDAHULUAN

Bentonit adalah material yang terbentuk dari tanah liat yang terdiri dari montmorillonite, mineral lempung kelompok smektit, yang dihasilkan akibat devitrifikasi abu vulkanik. Bentonit mampu menyerap air dalam volume besar dan memiliki kapasitas penukaran kation yang tinggi serta dapat mengembang (Nasir dkk 2020). Rongga montmorillonite menjadikan luasan permukaan bentonite sampai 700–800 m²/g. Kemampuannya untuk mengembang yang besar mengakibatkan montmorillonite dapat mengadsorp sejumlah ion logam serta senyawa organik. Karena kemampuan mengembang serta luasan permukaannya yang besar memungkinkan bentonit digunakan dalam adsorben.

Kemampuan Bentonit sebagai adsorben dapat ditingkatkan dengan aktivasi fisik dan kimia. Secara kimia biasanya aktivasi dilakukan dengan senyawa asam seperti HCl, H₂SO₄, dan HNO₃. Penggunaan senyawa asam dalam aktivasi bentonit dapat memperbanyak gugus aktif serta meningkatkan keasaman permukaan sehingga menghasilkan bentonit dengan kapasitas adsorpsi yang makin besar. Aktivasi fisik dapat dilaksanakan dengan cara pemanasan pada suhu 100–200°C dengan tujuan untuk menghilangkan molekul air yang mengisi ruang interlayer bentonit. Bentonit yang teraktivasi dapat menaikkan kapasitas adsorpsi dan pertukaran ion yang tinggi. Dalam penelitian ini telah dilakukan upaya untuk memanfaatkan kembali bentonit bekas sebagai adsorben dalam proses pemurnian minyak goreng bekas (jelantah).

Minyak yang dipakai dalam proses penggorengan sering disebut sebagai minyak goreng bekas. Umumnya minyak goreng tidak dibuang begitu saja, tetapi digunakan berulang-ulang. Hal yang sama berlaku untuk industri makanan, yang menggunakan minyak nabati dalam jumlah besar. Minyak yang digunakan kembali bertujuan untuk mengurangi biaya produksi, tetapi minyak goreng yang digunakan kembali akan menurunkan kualitas gorengan karena kerusakan minyak yang digunakan, minyak akan menguning, mengental, berbusa, berapas dan menghasilkan rasa dan bau tak sedap pada gorengan (Prasetyowaty dkk, 2011).

Limbah minyak jelantah yang dihasilkan mengakibatkan masalah pada lingkungan bila dibuang ke saluran air karena dapat menyumbat saluran. Oleh karena itu, diperlukan usaha pengendalian dampak dari limbah tersebut.

Adam (2017) menyatakan bahwa penurunan risiko yang timbul diakibatkan minyak goreng jelantah adalah dengan melakukan daur ulang dengan metode adsorpsi sehingga minyak dapat dipakai ulang tanpa menurunkan mutunya. Adsorpsi merupakan prosedur hemat biaya dikarenakan terbilang murah bila menggunakan adsorben yang berasal dari alam (low-cost) dan sederhana. Salah satunya adsorbent yang dapat dimanfaatkan adalah bentonit aktif (activated bentonite) untuk mengolah

minyak nabati bekas (edible oil). Dengan menggunakan bentonit aktif, minyak jelantah bakal menjadi bening karena asam lemak bebas bakal diserap oleh bentonit. Dengan cara ini, minyak jelantah bisa dipakai ulang. Selain itu merupakan produk yang bermanfaat pula, semisal bahan dasar produksi biodiesel dan sabun.

Dalam riset ini, minyak nabati bekas dimurnikan memakai adsorben bentonit bekas yang diregenerasi. Bentonit yang di gunakan merupakan bentonite bekas yang telah digunakan sebagai adsorben pada laboratorium Separasi dan Purifikasi untuk menghilangkan ion logam dari limbah cair. Bentonit bekas ini tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan sekitar karena masih mengandung ion logam berat yang terakumulasi dan tidak diproses lebih lanjut (Annisah & Subhan, 2019).

Bentonit bekas diregenerasi secara fisika dan kimia sehingga memiliki kemampuan adsorpsi seperti halnya bentonit yang belum digunakan. Hal ini disebabkan bentonit punya kemampuan dalam bertukar ion (Meldia Evika F, dkk. 2006). Bentonit hasil regenerasi bisa dipergunakan kembali sebagai adsorben dalam adsorpsi minyak nabati bekas, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Regenerasi fisik dilaksanakan dengan pemanasan, dan bertujuan adalah untuk menguapkan senyawa-senyawa volatil yang tersisa di rongga-rongga bentonit, seperti air, gas, asam dan bahan organik. Regenerasi kimia memakai asam untuk pelarutan logam serta pelepasan *impurities* yang terkandung dalam bentonit.

Dalam riset ini, bentonit bekas diregenerasi secara kimiawi juga fisika. Dengan menggabungkan kedua metode di atas, dengan harapan kapasitas adsorpsi bentonit hasil regenerasi bisa mendekati bentonit baru (*fresh bentonite*). Kemampuan pemutihan bentonit hasil regenerasi dinyatakan sebagai penyerapan warna merah serta kuning dalam spektrofotometer dengan gelombang yang panjangnya 460nm sesudah bentonit hasil regenerasi bersentuhan dengan minyak goreng bekas (Aziz, 2016).

Riset yang dilakukan Prasetyowaty dkk (2011) menggunakan adsorben bentonit aktif untuk memurnikan minyak goreng bekas melalui adsorpsi pada temperatur 90°C dengan 20% berat bentonite dapat menurunkan kadar air pada minyak sampai 0,0014 %, kadar FFA dan Angka asam turun hingga 0,384% dan 0,5. pH minyak jelantah bisa dinaikkan menjadi 3,1. Hasil akhir yang diperoleh menunjukkan berkurangnya bau tengik pada minyak sehingga minyak bisa dipergunakan kembali dalam berbagai keperluan. Penelitian Hayati dkk, (2009), memakai bentonit yang diaktivasi dengan cara fisika pada temperatur 250°C selama 2 jam untuk mengolah minyak goreng bekas didapatkan situasi operasi optimum yaitu bersuhu 100°C, waktu reaksi 20 menit dengan konsentrasi bentonit 25%.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah mortar, ayakan berukuran 100 mesh, kertas saring, kertas pH universal, neraca analitis, oven, hotplate, termometer, sieve shaker, cawan porselen serta sejumlah alat gelas yang umumnya dipakai. Sementara bahan kimia yang digunakan adalah larutan HNO₃ 2%, bentonit dan aquades. Karakterisasi morfologi permukaan bentonit sebelum serta setelah regenerasi menggunakan alat *SEM-EDX Tescan Vega3*.

Spektrofotometer model Termospektronik Genesys 20, kuvet dan alat gelas yang umumnya dipakai untuk menentukan absorbansi minyak jelantah. Analisis kadar FFA digunakan metode titrasi asam/basa), sedangkan keasaman (pH) menggunakan pH meter *Laqua act-PH110* dan warna minyak ditentukan dengan Spektrofotometer UV-Vis pada λ 460 nm).

Prosedur

Pencucian Bentonit Bekas

Bentonit bekas yang telah ditimbang sebanyak 250 gr, dimasukkan ke dalam gelas beker lalu ditambah dengan dua liter aquades dan diaduk secara manual selama 10 menit, kemudiandidiamkan selama 24 jam. Pembuangan bagian atas air, kemudian penyaringan suspensi bentonit memakai kertas saringan, selanjutnya pengeringan pada oven bersuhu 105°C berkisar 3 jam. Bentonit kering dihaluskan lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Bentonit yang telah dikeringkan diletakkan dalam desikator. Untuk melihat struktur permukaan bentonite digunakan alat *SEM-EDX Tescan Vega3*.

Proses Regenerasi Bentonit bekas

Proses regenerasi bentonite menggunakan metode Experiment laboratory. Sebanyak 500 ml HNO₃ 2% dimasukkan ke dalam gelas kimia 1 (satu) liter berisi 250g bentonit bekas, selanjutnya pengadukan berkecepatan 100 Rpm berkisar 1 jam, serta penjagaan suhunya larutan pada 40 °C. Pencampuran tersebut selanjutnya penyaringan, serta pencucian residunya dengan aquades sampai filtrat yang didapat netral. Residu yang dihasilkan selanjutnya pengeringan pada oven bersuhu 105°C berkisar 3 jam. Kemudian penggilingan bentonit kering juga diayak dengan saringan 100 mesh. Sesudah itu pengeringan bentonit kembali dalam furnace bersuhu 250°C berkisar 1 jam. Sesudah pendinginan, penyimpanan bentonit pada desikator, bisa dipakai sebagai adsorben. Selain itu, dengan menganalisis bentonit saat sebelum juga sesudah proses regenerasi dianalisa memakai alat *SEM-EDX Tescan Vega3*.

Variabel Penelitian

Variabel tetap pada riset ini ialah: suhu kerja 90°C, partikel bentonit berukuran 100 mesh, dan variabel berubah adalah kecepatan pengadukan (100, 200, 300 Rpm) serta waktu kontak (30, 60, 90 dan 120 menit). Sebelum mengolah minyak goreng bekas yang didapatkan dari sejumlah warung di sekitar Kampus Unsri Indralaya, dilakukan analisis kandungan minyak goreng bekas yakni kadar FFA, nilai pH serta nilai absorbansi warna minyak.

Proses Pemurnian Minyak Jelantah

Minyak jelantah terlebih dahulu dipreparasi dengan cara disaring memakai kain majun (kain yang terbuat dari bahan kaos, yang merupakan sisa produksi kaos putih). Filter ini bertujuan dalam penghilangan kotoran, lemak (koloid) serta kelembapan dari minyak.

1) Proses Penghilangan Bumbu (*despicing*)

Penuangan minyak goreng yang sudah disiapkan ke dalam corong pemisah, hingga 250 ml. Selanjutnyapencucian minyak dengan air panas untuk penghilangan bumbu yang terkandung dalam minyak goreng bekas Komposisi minyak adalah minyak: air (1: 1), dikocok (diaduk dalam corong pemisah), dan didiamkan selama 15 menit. Fraksi dasar air dipisahkan agar mendapatkan minyak anhidrat, dan perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali. Kemudian, penyaringan memakai kertas saring guna pemisahan sisa pengotor.

2) Proses Netralisasi

Penetralan minyak hasil despicing, memakai larutan KOH 15% 1 ml sembari pengadukan berkecepatan 100 Rpm sampai pH netralmemakai alat digital pH meter *LAQUA act- PH110*.

3) Proses Adsorpsi

Timbang 100 gram minyak yang telah dinetralkan dalam gelas kimia 250 ml. Selanjutnya dipanaskan sampai suhu 90°C. Sesudah itu penambahan 20 gram bentonit hasil regenerasi. Pengadukan campuran dengan pengadukan berkecepatan variatif 100, 200 serta 300 Rpm juga perubahan waktu kontak 30, 60, 90 serta 120 menit. Sesudah tuntas, penyaringan langsung minyak panas memakai kertas saring Whatman No 42, agar bentonit dari minyak pisah. Setelah itu, panaskan minyak dalam oven bersuhu 105°C berkisar 1 jam guna penghilangan uap air. Sesudah suhunya turun, memasukkan minyak pada botol sampel. Langkah selanjutnya adalah penganalisisan minyak.

Proses Analisa

- Karakteristik serta kandungan elemen Bentonit saat sebelum serta sehabis beregenerasi memakai alat SEM- EDX Tescan Vega3.
- Analisis pH minyak saat sebelum serta sesudah prosedur pemurnian pengukuran memakai alat Digital pHmeter LIQUA act- PH110.
- Analisis Kadar Asam Lemak Bebas SNI. 7709-2012:
 - “Menimbang 5 gr minyak jelantah hasil proses adsorpsi dalam labu erlenmeyer 250 ml.
 - Menambahkan 50 ml alkohol 95% netral. Lalu ditutup dengan pendingin balik. Kemudian larutan dipanaskan sampai mendidih selama \pm 1 menit lalu digojoj kuat-kuat lalu dinginkan.
 - Setelah sampel dingin (suhu ruang) tambahkan 1 ml indikator phenolptalein. Titrasi sampel minyak dengan larutan NaOH 0,1 N sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 30 detik”.

Cara perhitungan kadar FFA:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{berat sampel (gr)} \times 1000} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

- % FFA : Kadar asam lemak bebas
MI NaOH : volume titiran NaOH
N NaOH : Normalitas larutan NaOH
BM asam lemak : 256 (palmitat)

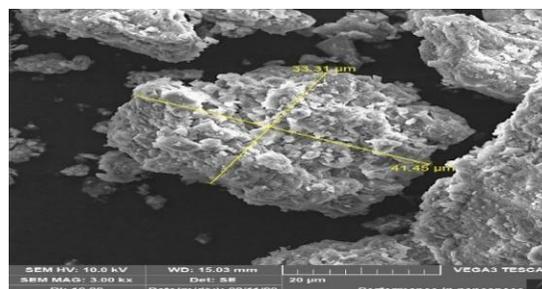
- Analisis nilai absorbansi warna minyak memasukkan sebesar 5 ml sampel (minyak goreng, minyak goreng baru serta minyak hasil proses pengadsorpsian) pada kuvet yang sudah tersedia. Memasukkan kuvet yang berisikan sampel pada spektrofotometer UV-Vis sebagai pembanding (blangko) aquabidestilata. Panjang gelombang yang dipakai sebesar 460 nm pada spektrofotometer. Nilai kekeruhan minyak (absorbansi) sampel bakal dideteksi pada panjang gelombang tersebut dari sistem spektrofotometer (Tamzil Aziz, dkk. 2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

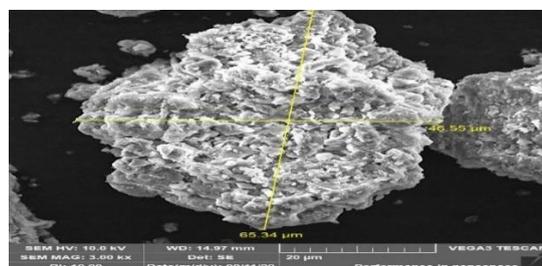
Karakteristik permukaan bentonite serta hasil pengujian adsorpsinya dengan minyak jelantah ditampilkan pada Gambar 1 sampai Gambar 6.

Karakteristik SEM-EDX Bentonit

Analisis morfologi pori bentonit bekas serta bentonit hasil regenerasi dilakukan dengan memakai *Scanning Electron Microscope (SEM)* pada perbesaran 3.000 kali. Morfologi permukaan pori bentonit bekas serta bentonit hasil regenerasi ditampilkan pada Gambar 1 dan 2.

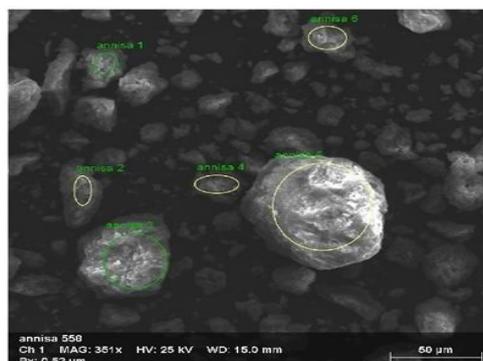


Gambar 1. SEM bentonite bekas pada Perbesaran 3.000 X.

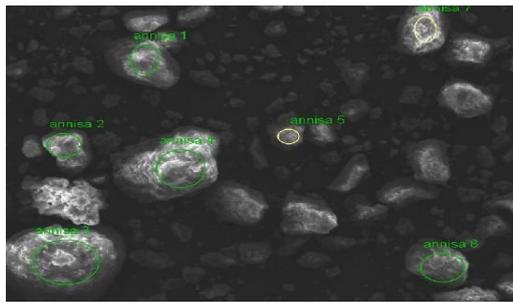


Gambar 2. SEM Bentonit regenerasi pada perbesaran 3000X.

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 nampak bahwasanya permukaan bentonit bekas serta bentonit hasil regenerasi wujudnya gumpalan padat. Diameter bentonite bekas terukur antara 35,31 μm – 41,45 μm sedangkan diameter bentonite sesudah diregenerasi nampak lebih besar yakni 46,55 μm – 64,34 μm , permukaan bentonit nampak cerah juga bersih. Hal ini karena menurunnya jumlah pengotor yang ada di permukaan bentonit. Pori-pori bentonit bekas umumnya ditutupi gum, ter, sejumlah ion logam serta senyawa organik lain. Hal ini dapat terlihat dari titik-titik spot- spot yang digambarkan pada gambar 3 serta gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Tititik spot analisis Bentonit bekas

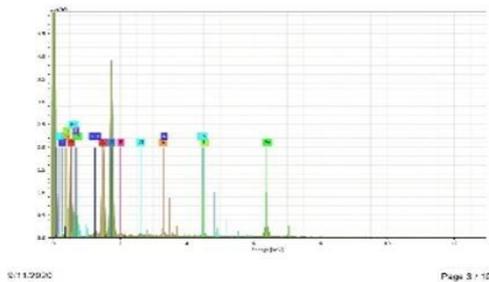


Gambar 4. Titik spot Bentonit hasil regenerasi

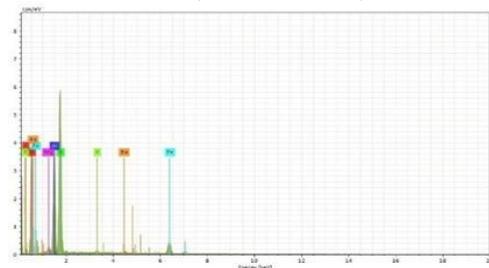
Bentuk permukaan pori ialah suatu faktor yang pengaruhi kapasitas adsorpsi dari adsorben. Pori-pori yang ada dalam bentonit hasil regenerasi dapat menambah kemampuan dalam mengadsorpsian adsorbat, dikarenakan pori-pori tersebut ialah pori-pori memperbesar luas permukaan bentonit (La Hasan, dkk.2014).

Karakteristik Elemen Bentonit

Analisis komposisi kandungan unsur bentonit bekas serta bentonit sesudah regenerasi dilaksanakan memakai alat EDX. Hasil analisis kandungan elemen bentonite terlihat pada Gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Hasil EDX , perbesaran 3000 kali (Bentonit bekas)



Gambar 6. Hasil EDX , perbesaran 3000 kali (Bentonit hasil regenerasi)

Dari Gambar 5serta Gambar 6 diatas ialah gambar spektrum yang menunjukkan kandungan unsur benonit saat perbesaran 3000 kali, dari gambar itu, ada sejumlah titik spot yang menyatakan keberadaan unsur yang menyatu di permukaan bentonit. Selisih kandungan unsur pada bentonit bekas serta bentonit hasil beregenerasi dicantumkan di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil EDX Bentonit bekas dan BentonitHasil Regenerasi pada perbesaran 3000 kali

No	Elemen	(%)	
		Bentonit bekas	Bentonit regenerasi
1	Oxygen	50,51	53,16
2	Silicon	23,40	17,34
3	Aluminium	14,34	13,53
4	Iron	5,64	3,71
5	Magnesium	1,07	0,97
6	Barium	0,86	0,28
7	Titanium	0,83	0,26
8	Potasium	0,65	-
9	Phospor	0,62	-
10	Indium	0,52	-
11	Chlorine	0,33	-
12	Flourine	0,21	-

Dari hasil analisis EDX terlihat bahwa kandungan unsur bentonit bekas makin tinggi dibandingkan dengan bentonit hasil regenerasi, hal ini menyatakan betapa banyak kotoran ataupun pengotor yang melekat di permukaan bentonit. Pada saat yang sama, bentonit daur ulang mengandung lebih sedikit elemen, hampir sejumlah unsur dihilangkan dari permukaan bentonit bekas, serta komposisi setiap elemen berubah.Hal ini kemungkinan terjadi karena adanya reaksi antara zat aktivator asam yang melarutkan atau melepaskan sebagian ion logam pada proses regenerasi sehingga terbentuk ikatan suatu senyawa tertentu.

Hasil Uji Pendahuluan

Sampel minyak jelantah yang dipakai dalam riset ini ialah minyak goreng dari tempat makan pecel di sekitaran Universitas Sriwijaya kampus Inderalaya.

Tabel 3. Hasil Uji Pendahuluan Minyak Jelantah danMinyak Goreng Baru

No	Karakteristik Minyak Sawit	Minyak Goreng Baru	Minyak Jelantah
1	FFA (%)	0,23	7,112
2	pH	5,49	3,76
3	Absorbansi	0,113	2,159
4	Warna	Kuning pucat dan jernih	Coklat kemerahan

Dari hasil uji pendahuluan yang ditunjukkan pada Tabel 3, dapat diamati bahwasanya minyak memang sudah rusak, bila dibanding dengan persyaratan kualitas minyak goreng sawit berlandaskan (SNI 7709-2012) yakni “kadar FFA: maks. 0,3%, minyak berwarna kuningmuda(kuning pucat) jernih dan berwarna normal dengan pH netral”.

Hasil Analisa Setelah Proses Adsorpsi

Dari hasil proses pengadsorpsian bentonit yang direaksikan beserta minyak jelantah, adanya pengurangan kadar FFA dan nilai absorbansi. Warna minyak jelantah yang semula coklat kemerahan dan kental dapat diturunkan menjadi kuning pucat dan jernih



Gambar 7. Hasil Proses Adsorpsi pada Kecepatan Pengaduk 100 Rpm

Tabel 4. Data hasil analisa minyak sesudah proses adsorpsi pada kecepatan pengadukan 100 Rpm

No.	Waktu Kontak (menit)	Kadar FFA (%)	Nilai Absorbansi (abs)	pH	Warna Minyak
1	30	1,86	0,857	4,20	Coklat kekuningan
2	60	1,83	0,610	4,28	Kuning kecoklatan
3	90	1,27	0,384	4,37	Kuning tua jernih
4	120	1,38	0,446	4,09	Kuning tua jernih

Berdasarkan hasil warna minyak jelantah pada Gambar 7 dan Tabel 4, setelah proses adsorpsi menggunakan kecepatan pengaduk 100 Rpm, rata-rata terjadi penurunan warna minyak yang sangat baik dari semua variasi waktu kontak yang digunakan minyak jelantah berwarna coklat kekuningan.. Warna minyak jelantah menurun seiring lamanya waktu kontak. Hasil warna minyak terbaik terdapat waktu kontak 90 menit yaitu berwarna kuning tua jernih seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Kejenuhan mulai terlihat dimana waktu kontak ditingkatkan menjadi 120 menit dimana warna kuning minyak menjadi sedikit lebih tua dibandingkan dengan warna minyak pada waktu kontak 90 menit (hasil dari Tabel 4). Kejenuhan ini terjadi kemungkinan karena lamanya waktu kontak dan massa bentonite tidak seimbang dengan kecepatan putar pengaduk sehingga warna minyak kembali meningkat. Penurunan warna minyak yang terbaik pada proses adsorpsi ini terdapat waktu kontak 90 menit yang ditandai dengan peningkatan nilai absorbansi yaitu sebesar 82,21%.



Gambar 8. Adsorpsi minyak jelantah oleh bentonite pada kecepatan Pengadukan 200 Rpm

Tabel 5. Analisa minyak jelantah setelah proses adsorpsi pada kecepatan pengadukan 200 Rpm

No.	Waktu Kontak (menit)	Kadar FFA (%)	Nilai Absorbansi (abs)	pH	Warna Minyak
1	30	1,32	0,492	4,69	Kuning tua jernih
2	60	1,26	0,349	4,91	Kuning tua jernih
3	90	1,21	0,193	5,38	Kuning pucat jernih
4	120	1,27	0,258	5,21	Kuning muda jernih

Dari Gambar 8 dan Tabel 5, diatas adalah hasil warna minyak jelantah setelah proses adsorpsi pada kecepatan pengaduk 200 Rpm. Dari hasil analisis warna pada gambar menunjukkan bahwa terjadi penurunan warna yang sangat baik. Pada waktu kontak 30 menit. warna kuning minyak mendekati warna kuning minyak pada waktu kontak proses 77,21% yang didapat dari nilai absorbansi. Dan warna minyak terus menurun menjadi kuning muda dan jernih dengan bertambah lamanya waktu kontak. Pada kondisi ini, penurunan warna tertinggiditunjukkan pada waktu kontak 90 menit dimana warna minyak menjadi kuning pucat dan jernih dengan nilai absorbansi naik sebesar 91,06%. Kondisi operasi ini merupakan kondisi operasi terbaik dari semua proses adsorpsi, kejenuhan juga mulai terlihat setelah waktu kontak ditingkatkan menjadi 120 menit, warna minyak kembali sedikit lebih kuning mendekati warna minyak pada waktu kontak 60 menit. Hal ini terjadi karena adsorben sudah tidak mampu lagi untuk menyerap warna minyak karena pori-porinya sudah tertutup oleh pengotor.



Gambar 9. Hasil Proses Adsorpsi pada Kecepatan Pengaduk 300 Rpm

Tabel 6. Data hasil analisa minyak sesudah proses adsorpsi pada kecepatan pengadukan 300 Rpm

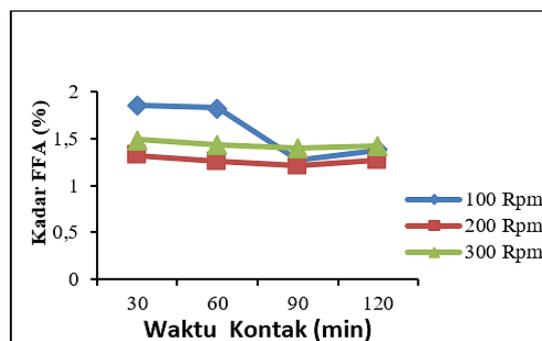
No	Waktu Kontak (Menit)	Kadar FFA (%)	Nilai Absorbansi (abs)	pH	Warna Minyak
1	30	1,49	0,285	5,26	Kuning Jernih
2	60	1,43	0,262	5,22	Kuning Muda
3	90	1,40	0,273	5,23	Kuning muda jernih
4	120	1,42	0,282	5,27	Kuning kernih

Gambar 9 adalah hasil warna minyak jelantah sesudah prosedur adsorpsi pada pengaduk berkecepatan 300 Rpm. Pada kondisi ini penggunaan kecepatan putar pengaduk 300 Rpm ternyata tidak bisa menurunkan warna minyak. Kejenuhan sudah terjadi diawal waktu kontak yaitu 30 menit dimana minyak hasil adsorpsi menunjukkan warna sedikit lebih kuning dan jernih jika dibandingkan dengan hasil adsorpsi pada kecepatan putar pengaduk 200 Rpm. Bertambahnya waktu kontak ternyata tidak menjernihkan warna minyak. Semua warna minyak yang dihasilkan menunjukkan warna yang hampir sama yaitu sedikit lebih kuning dan jernih. Begitu pula dengan kadar FFA dan nilai keasaman (pH), menunjukkan hasil yang sama. Apabila proses diteruskan, alhasil dimungkinkan tiada lagi zat warna yang adsorben adsorpsi, hingga akhirnya adanya pelepasan kembali ataupun desorpsi., sehingga kemungkinan minyak akan menjadi keruh karena terlepasnya kotoran dari permukaan adsorben.

Hasil Analisa Kadar Asam Lemak Bebas (FFA- Free Fatty Acid) SNI, 7709-2021

Asam lemak bebas ialah asam lemak yang ada sebagai asam bebas dan tak digabungkan dalam trigliserida. Asam lemak bebas merupakan hasil prosedur hidrolisis serta oksidasi yang ada dalam lemak, menghasilkan gliserol serta asam lemak bebas. Reaksi ini bakal makin cepat dengan keberadaan air pada gorengan sehingga menjadikan adanya reaksi hidrolisis antara air serta minyak jelantah, makin tinggi frekuensi pemakaian minyak goreng alhasil semakin tinggi kadar asam lemak bebasnya (Ayu, 2010). Kandungan asam lemak bebas yang terlalu tinggi bakal menurunkan mutu minyak.

Gambar 10 ialah grafik pengaruh waktu kontak serta kecepatan pengadukan pada kadar FFA minyak goreng bekas. Saat kecepatan 100 Rpm, dengan bertambahnya waktu kontak, tingkat FFA turun sangat baik, dari 7,112% menjadi 1,27% pada waktu kontak 90 menit. Ketika waktu kontak meningkat menjadi 120 menit, level FFA naik lagi.



Gambar 10. Grafik pengaruh waktu kontak Kadar FFA (%)

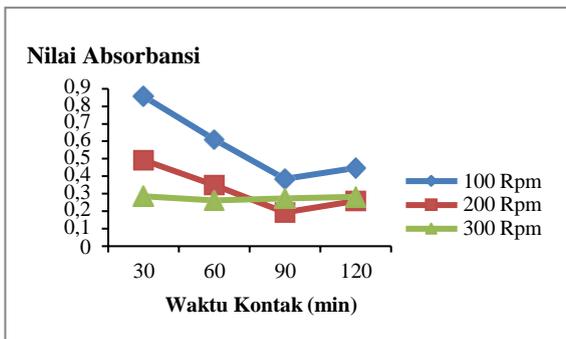
Hal ini disebabkan karena kapasitas adsorben menurun dengan bertambahnya waktu adsorpsi. Kejenuhan adsorben disebabkan pori-pori adsorben penuh berisikan oleh radikal asam lemak bebas, alhasil adsorben tidak bisa mengadsorpsi kembali sisa dari radikal asam lemak bebas, dan akhirnya konsentrasi minyak naik lagi.

Saat kecepatan pengadukan dinaikkan menjadi 200 Rpm, kadar FFA hanya sedikit menurun dari 1,27% sebesar 0,06% yakni 1,21%, dan waktu kontak yang persisi adalah 90 menit. Situasi ini menjadi titik operasi terbaik, dan tingkat FFA turun sangat baik sebesar 82,98%. Setelah waktu kontak meningkat menjadi 120 menit, kadar FFA kembali meningkat. Waktu kontaknya lamadan kecepatan pengadukannya cepat, sehingga adsorben bentonit jenuh.

Ketika kecepatan putaran agitator meningkat menjadi 300 Rpm, saturasi menjadi lebih besar. Dapat dilihat dari Gambar 6 bahwa kadar FFA meningkat, yaitu rata-rata 1,40%-1,49%. Seiring dengan bertambahnya waktu kontak, minyak menjadi kuning lagi. Hal ini mungkin dikarenakan asam lemak bebas yang telah diserap dilepaskan kembali akibat pengadukannya yang begitu cepat. Hal ini selaras dengan Triyanto (2013) yang mengemukakan bahwasanya penambahan nilai asam disebabkan oleh desorpsi, yakni adsorbat yang teradsorpsi di permukaan bentonit dilepaskan lagi, yang lama waktu interaksi menjadi pengaruh selama kontak. Oleh karena itu bisa ditarik kesimpulan bahwasanya makin rendah nilai asam alhasil makin baik hasil dari mutu minyak.

Hasil Analisa Nilai Absorbansi Warna Minyak

Melakukan pengujian kekeruhan (nilai absorbansi) dalam mengamati kemampuan bentonit hasil regenerasi sebagai adsorben saat prosedur pemurnian minyak nabati, baik saat sebelum juga setelah.



Gambar 9. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap nilai absorbansi (abs)

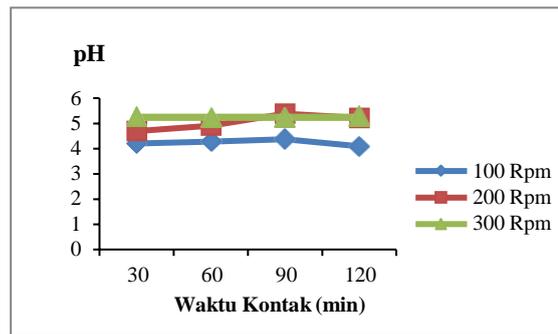
Bersumber grafik di Gambar 9, sesudah proses adsorpsi, nilai abs dengan waktu kontak 90 menit turun dari 2.159 menjadi 0,384 pada kecepatan pengadukan 100 Rpm, terjadi penurunan sebesar 82,21%. Selain itu, saat pengadukan berkecepatan 200 Rpm, situasi terbaik adalah waktu kontak 90 menit, persentase nilai absorbansi berkurang 91,06%, dan warnanya minyak menjadi kuning muda dan transparan. Situasi ini menyatakan waktu kontak yang optimal untuk seluruh proses adsorpsi. Tetapi sesudah waktu kontak dinaikkan menjadi 120 menit, nilai absorbansinya juga naik, serta warna minyak menjadi kuning lagi. Hal ini disebabkan waktu pengadukan yang terlalu lama menjadikan warna minyak menjadi kuning kembali, dikarenakan adsorben bentonit jenuh maka minyak menjadi keruh.

Kemudian dilakukan proses adsorpsi dengan kecepatan pengadukan 300 Rpm. Grafik menunjukkan bahwa nilai absorbansi minyak meningkat, tetapi bahkan jika waktu kontak meningkat, nilainya hampir sama. Hal ini terjadi karena dalam hal ini terjadi desorpsi, yakni adsorben bentonit tidak bisa menyerap warna minyak lagi, sehingga zat warna kembali menjadi minyak. Hal ini menjadikan warna minyak jadi kuning serta keruh.

Pengadukan yang terlalu cepat serta waktu kontak yang terlalu lama akan mempengaruhi peningkatan nilai absorbansi minyak, sehingga sulit untuk memisahkan bentonit dari minyak. Hal ini selaras dengan Sulistiawati dkk (2012) yang mengemukakan bahwasanya prosedur pengadukan yang begitu lama akan mengakibatkan makin lamanya proses pemisahannya.

Pandangan penelitian Suryani (2016), penurunan warna minyak mungkin diakibatkan waktu kontak yang lama serta kecepatan pengadukan yang cepat, yang menyebabkan pewarna kembali ke minyak dikarenakan proses yang lama yang disebut Reversion. Pada saat awal kontak antara minyak dan adsorben, laju kehilangan warna akan sangat cepat dan bakal menurun pada titik kesetimbangan tercapai dan warna tidak akan terpisah.

Hasil Analisa pH Minyak



Gambar 10. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap Kadar pH minyak

Gambar 10 adalah grafik yang menunjukkan efek kecepatan pengadukan serta waktu kontak pada nilai pH minyak. Dalam sampel riset ini, terkandungnya nilai asam ditemukan menjadi 3,76. Sesudah minyak melewati prosedur adsorpsi, nilai pH naik dengan amat baik. Hal ini terlihat dari gambar, yaitu saat pengadukan berkecepatan 200 Rpm serta waktu kontak 90 menit, nilai asam menjadi nilai tertinggi yaitu 5,38. Nilai pH yang diperoleh dari proses pemurnian dibandingkan dengan nilai pH pada oli baru, nilai pH pada oli baru adalah 5,49.

Kesimpulan

Bersumber hasil riset didapatkan kesimpulan:

1. Morfologi permukaan pori dari bentonit bekas tampak ditutupi pengotor, sebaliknya kandungan unsur dalam bentonit setelah proses regenerasi mengalami perubahan komposisi, yaitu konsentrasi massa masing-masing elemen berkurang.
2. Kecepatan pengaduk 200 Rpm, waktu kontak 90 menit, kadar FFA terendah 1,21%, efisiensi berkurang 82,89%, nilai absorbansi warna minyak berkurang 91,06%, dan keasaman (pH) minyak goreng bekas meningkat dari 3,76 naik 5,49, warna minyaknya kuning muda dan jernih.
3. Bentonit hasil regenerasi masih efektif digunakan sebagai adsorben dalam prosedur pemurnian minyak nabati bekas (minyak jelantah).

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Sriwijaya yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih kepada Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS, Ph. D sebagai Kepala Laboratorium Separasi dan Purifikasi yang telah membimbing dan selalu mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih atas dukungan dan bantuan semua baik langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D., 2017. Kemampuan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben untuk Meregenerasi Minyak jelantah. *Jurnal Edu Science*. 4(1):8-11.
- Annisah & Subhan, M., 2019. Efektifitas Regenerasi Bentonit dan Zeolit Bekas dalam Penyerapan Kadar Logam Mangan dan Logam Besi pada Limbah Cair Laboratorium Teknik Separasi dan Purifikasi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. *J. Teknik Kimia*, 26(1). Universitas Sriwijaya.
- Ashadi., Martini, K.S., Masykuri, M., Saputro, S., 2007, Kinerja Sistem Adsorben Surfaktan Kationik Berpenyangga Montmorillonit Lokal Untuk Remediasi Limbah Selen Dalam Air. *J. Alchemy*, 2(6):10-12. UNS, Surakarta.
- Ayu D.F., Farida H.H., 2010. Evaluasi Sifat Fisik dan Kimia Minyak Goreng Yang Digunakan oleh Pedagang Makanan Jajanan di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. SAGUISSN: 1412-4424, 9(1): 4-14.
- Badan Standar Nasional, 2012. SNI 7709 – 2012: Syarat Mutu Minyak Goreng Sawit. Jakarta.
- Hadih, F., Meliasari, T., Heryanto., 2020. Pemurnian Minyak Jelantah dengan Menggunakan Adsorben Serbuk Biji Kelor Tanpa Karbonisasi dan Bentonit. *J. Teknik Kimia*, 26(1):27-36. Universitas Sriwijaya.
- La Hasan, Nair., Muhammad Zakir., Prastawa Budi., 2014. Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Hg Pada Limbah Pengolahan Emas di Kabupaten Buru Propinsi Maluku. *Jurnal Chimica Acta* 7(2):1-11
- Meldia., Evika F, dkk. 2006. Regenerasi Bentonit bekas secara Kimia- Fisika dengan Aktivator Asam Klorida dan pemanasan pada Proses Pemucatan CPO. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Lampung*, Lampung.
- Nasir, S., S. C Andira, V. Dona 2020, Utilization of Bentonite and Hybrid UF-RO in Treatment of Pulp Industry Wastewater, *Journal of Innovation Technology*, Vol 1 , No 1, 16-20
- Prasetya, W. D., 2004. Pengaruh Perlakuan Asam Fosfat Dan Pemanasan Terhadap Karakteristik Lempung Na-Montmorillonit. Tugas Akhir II. UNNES, Semarang.
- Prasetyowati. Dkk., 2011. Pemurnian Minyak Jelantah dengan Adsorben Bentonit. *J. Teknik Kimia* No. 5, Vol 17, Universitas Sriwijaya.
- Priatmoko, S., Najiyana, K., 2006. Adsorpsi Logam Cr (III) Oleh Lempung Bentonit Yang Telah Diberi Perlakuan HCl dan H₂SO₄. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. UNNES, Semarang.
- Puspa, Ender., 2000. Potensi Bentonit Sebagai Penjernihan Minyak Goreng Bekas. Bandung
- Rasyid, A.S., 2018. Pengolahan Minyak Goreng Bekas Menggunakan Proses Adsorpsi dengan Adsorben Bentonit dan Buah Mengkudu. *Skripsi*. Samarinda : Jurusan Teknik Kimia Pogram Studi Petro dan Oleo Kimia Politeknik Negeri Samarinda
- Rukmini, A., 2007. Regenerasi Minyak Goreng Bekas Dengan Arang Sekam Menekan Kerusakan Organ Tubuh . Seminar Nasional Tegnologi 2007 (SNT 2007).ISSN: 1978-9777.
- Sulistiawati, E., Sari, A., Chaniago, R.H., 2012. Dekolorisasi crude Rice Bran Oil Menggunakan Bentonit. *Spektrum Industri*. 10(1):10-18
- Suryani, E. Susanto, W.H., Wijayanti, N., 2016. Karakteristik Fisik Kimia Minyak Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea*) Hasil Pmucatan (Kajian Kombinasi Adsorben dan Waktu Proses). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 4(1):120-126
- Tamzil Aziz, Dkk., 2016. Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah Menggunakan adsorben dari Biji Kurma dan Kulit Salak. *J. Teknik Kimia*, 22(1). Univesitas Sriwijaya.
- Triyanto, Agus., 2013. Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Menggunakan Arang Ampas Tebu Teraktivasi dan Penetralkan dengan NaHSO₃. Tugas Akhir II. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Verayana, Mardjan Papatungan, Hendri Iyabu, dkk., 2018. Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (morfologi pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa Serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb), *Jambura Journal of Educational Chemisty*, Februari 2018 Indonesia.