

PEMANFAATAN ABU LAYANG (FLY ASH) SEBAGAI ADSORBEN PADA MINYAK JELANTAH

Hermania Em Wogo*, Ernawati Ana Bokay, Bibiana Dho Tawa, Sherlly M.F.Ledoh

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Article Received: 20 November 2020

Article Accepted: 03 Desember 2020

Abstract

A research on the conducted on the use of fly ash as an adsorbent in used cooking oil. This research was conducted with the aim to know the characteristics of fly ash without activation and activation with 6M HCl and to improve the quality of used cooking oil from adsorbent processing based on the Indonesian national standard (SNI). This research was conducted in several stages, namely surface acidity with the titration method, determination of surface area with the blue methylene method, determination of functional groups by FTIR analysis and oil quality based on parameters of acid number, peroxide number and smoke point. The results showed that the acidity of the surface of the fly ash was activated and without activation of 4 and 3.6 m² / g respectively. surface area of fly ash without activation 17,480 m²/g at contact time 80 and activated fly ash 18,471 m²/g at contact time 70. FTIR spectra of fly ash without activation 795,38 and 779.95 cm⁻¹ and activated 795.38 and 778,02 cm⁻¹ which is a symmetrical stretching adsorption band of symmetric ≡Si-O (≡Si-O-Si≡). Fly ash used for refining used cooking oil (2,468 mg KOH / g) is able to reduce the acid number 0.361 mg KOH / g in activated fly ash and 0.561 mg KOH / g for fly ash without activation, the peroxide number for activated fly ash decreased by 72.34% compared to fly ash without activation 69.14%, oil smoke point purification results from activated fly ash 203°C and without activation 210°C which is close to the new oil smoke point value of 200°C. When compared with SNI, the values of acid numbers, peroxide numbers and smoke points meet the standard.

Keywords: fly ash, adsorbent, used cooking oil

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan abu layang (*fly ash*) sebagai adsorben pada minyak jelantah. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik dari abu layang tanpa aktivasi dan teraktivasi dengan HCl 6M serta meningkatkan kualitas minyak jelantah hasil pengolahan adsorben berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu keasaman permukaan dengan metode titrasi, penentuan luas permukaan dengan metode metilen biru, penentuan gugus fungsi dengan analisis FTIR dan kualitas minyak didasarkan pada parameter bilangan asam, bilangan peroksida dan titik asap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman permukaan abu layang teraktivasi dan tanpa aktivasi masing-masing sebesar 4 dan 3,6 m²/g. luas permukaan abu layang tanpa aktivasi 17,480 m²/g pada waktu kontak 80 dan abu layang teraktivasi 18,471 m²/g pada waktu kontak 70. Spektra FTIR abu layang tanpa aktivasi 795,38 dan 779,95 cm⁻¹ dan teraktivasi 795,38 dan 778,02 cm⁻¹ yang merupakan pita adsorpsi vibrasi ulur simetris ≡Si-O (≡Si-O-Si≡). Abu layang yang digunakan untuk pemurnian minyak jelantah (2,468 mg KOH/g) mampu menurunkan bilangan asam 0,361 mg KOH/g pada abu layang teraktivasi dan 0,561 mg KOH/g untuk abu layang tanpa aktivasi, bilangan peroksida untuk abu layang teraktivasi turun sebesar 72,34% dibandingkan abu layang tanpa aktivasi 69,14%, Titik asap minyak hasil

pemurnian abu layang teraktivasi 203°C dan tanpa aktivasi 210°C yang mendekati nilai titik asap minyak baru yaitu 200°C. Jika dibandingkan dengan SNI maka nilai bilangan asam, bilangan peroksida dan titik asap sudah memenuhi standar.

Kata Kunci : Abu layang, adsorben, minyak jelantah

Pendahuluan

Abu layang (*Fly ash*) merupakan salah satu limbah padat yang memiliki ukuran sangat kecil berkisar antara 10-20 µl dan memiliki warna keabu-abuan yang dihasilkan dari pembakaran batu bara PLTU serta sangat berbahaya dan beracun sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan maupun tanah. Penggunaan batu bara yang merupakan energi alternatif cukup besar terutama sebagai bahan baku pada industri PLTU yang mengakibatkan produksi limbah semakin meningkat, salah satunya berupa limbah abu layang. Di Indonesia, produksi limbah abu dasar (*Bottom ash*) dan abu layang (*Fly ash*) dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan listrik. Batu bara yang digunakan untuk pembangkit listrik sebanyak 19,9 juta ton pada tahun 2002, 28,1 juta ton pada tahun 2005, 47,7 juta ton pada tahun 2010 dan 57,0 juta ton pada tahun 2015¹. Pada umumnya abu layang mengandung unsur-unsur kimia berupa silika (SiO₂), alumina (Al₂O₃), feroksida (Fe₂O₃) dan kalsium oksida (CaO) (Wardani, 2008). Berdasarkan data tersebut abu layang mengandung silika (SiO₂) yang relatif tinggi berkisar antara 20-60%², sehingga abu layang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben untuk mengatasi masalah di lingkungan.

Salah satu limbah yang dapat menimbulkan masalah kesehatan dan lingkungan adalah penggunaan minyak jelantah. Minyak jelantah adalah minyak yang telah digunakan lebih dari dua atau tiga kali penggorengan dan dikategorikan sebagai limbah karena dapat menimbulkan sejumlah penyakit. Penggunaan minyak jelantah mempengaruhi mutu dan nilai gizi bahan pangan yang digoreng serta berdampak buruk bagi kesehatan manusia seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, kanker dan menurunkan cerna lemak³. Salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas dari minyak jelantah adalah pemurnian melalui proses adsorpsi.

Proses adsorpsi merupakan peristiwa fisik atau kimia pada permukaan yang dipengaruhi oleh suatu reaksi kimia pada permukaan antara adsorben dan adsorbat, dimana adsorben adalah padatan atau cairan yang mengadsorpsi dan adsorbat adalah padatan, cairan atau gas yang diadsorpsi⁴. Proses ini dapat menyerap zat yang tidak diinginkan dalam minyak jelantah menggunakan adsorben. Penggunaan adsorben telah dilakukan oleh Mufrodi dkk. (2008) menggunakan abu layang sebagai adsorben dalam mengadsorpsi zat warna tekstil dimana data percobaan menunjukkan adanya penurunan konsentrasi zat warna dari 0,55816

g/mL menjadi 0,232535 g/ml dengan presentase sebesar 32,5625% pada nilai optimum untuk massa abu layang terlarut 1,5 gr dan suhu optimum 60°C⁵.

Adapun Muhammad (2007) menggunakan adsorben biji daun kelor untuk pemurnian minyak jelantah dan hasilnya menunjukkan adanya penurunan kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 74,6% dan penurunan angka peroksida sebesar 84% serta peningkatan warna cerah sebesar 6,7%⁶. Nilai FFA tersebut memenuhi SNI 1995 yaitu maksimal 0,3% sedangkan angka peroksida belum memenuhi SNI 2013 dengan kandungan angka peroksida 10 meq/kg. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul "Pemanfaatan Abu Layang (*Fly Ash*) Sebagai Adsorben Pada Minyak Jelantah."

Hasil dan Pembahasan

Karakterisasi Abu Layang (*Fly Ash*)

Keasaman Permukaan Abu Layang

Hasil analisis keasaman permukaan disajikan pada Tabel 1.

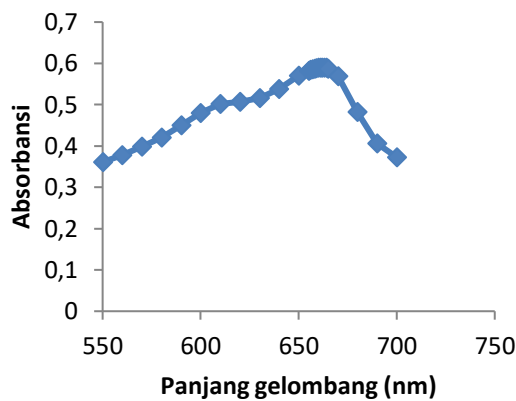
Tabel 1. Nilai Keasaman Permukaan	
Jenis Adsorben	Keasaman permukaan (m ² /g)
Abu layang tanpa aktivasi	3,6
Abu layang teraktivasi	4

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa keasaman permukaan abu layang teraktivasi lebih besar dari abu layang tanpa aktivasi. Besarnya nilai keasaman permukaan menunjukkan bahwa situs asam yang terdapat pada adsorben lebih tinggi sehingga mampu bereaksi dengan NaOH yang direaksikan secara berlebih dan hanya membutuhkan jumlah HCl yang sedikit untuk bereaksi dengan NaOH sisa⁷.

Penentuan Luas Permukaan

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Larutan Metilen Biru

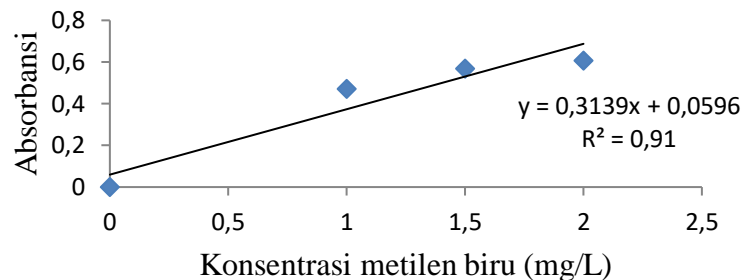
Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada range 550-700 nm, diperoleh panjang gelombang maksimum pada 662 nm. Grafik penentuan panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Panjang gelombang maksimum (nm)

Kurva Standar Metilen Biru

Kurva standar terbentuk dari beberapa larutan standar yang masih berada dalam kelinearan sehingga dapat dijadikan pedoman untuk pengukuran larutan sampel. Kurva standar dari larutan metilen biru dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva Standar Metilen Biru

Waktu Kontak dan Luas Permukaan

Penentuan waktu kontak dilakukan untuk mengetahui waktu maksimum yang diperoleh suatu adsorben untuk menyerap molekul adsorbat. Dalam proses penyerapan metilen biru dilakukan variasi waktu yaitu 40, 50, 60, 70 dan 80 menit.

Luas permukaan dari adsorben dapat dihitung dari nilai metilen biru yang teradsorpsi pada waktu kontak optimum. Hal ini dikarenakan jumlah metilen biru yang terserap sebanding dengan luas permukaan dari setiap sampel⁸. Data luas permukaan sampel dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

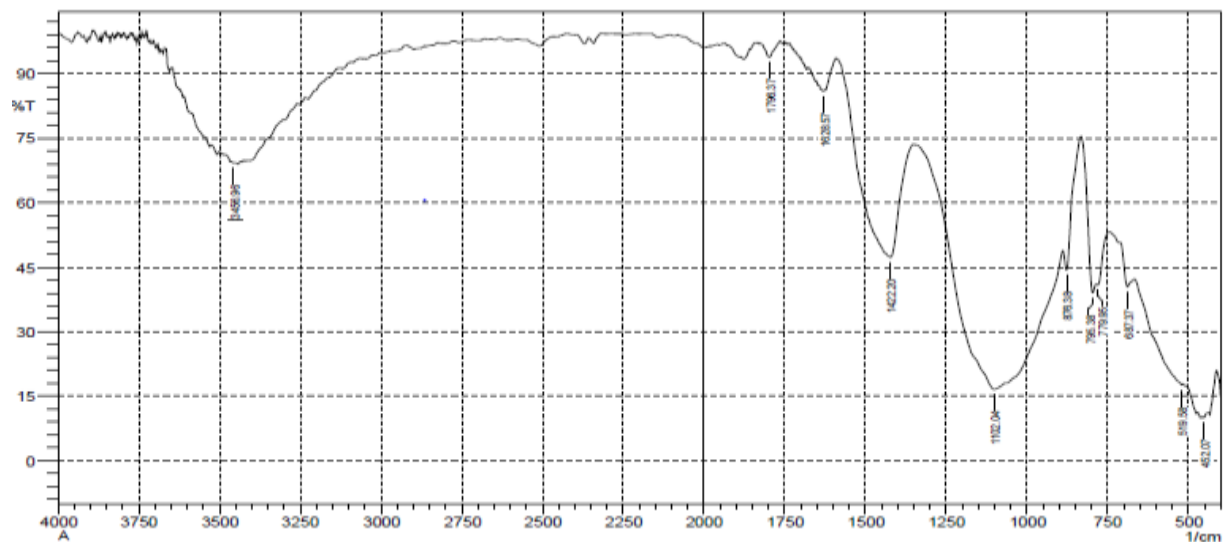
Waktu kontak (menit)	Luas Permukaan Sampel (m ² /g)	
	A	B
40	17,180	17,990
50	17,280	8,401
60	17,332	18,386
70	17,354	18,471
80	17,480	18,431

Keterangan: A = Abu layang tanpa aktivasi dan B = Abu layang teraktivasi

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa luas permukaan abu layang tanpa aktivasi adalah 17,480 m²/g terdapat pada waktu kontak 80 menit dan luas permukaan abu layang teraktivasi adalah 18,471 m²/g pada waktu kontak 70 menit. Luas permukaan abu layang yang teraktivasi lebih besar, jika dibandingkan dengan abu layang tanpa aktivasi. Hal ini menunjukkan bahwa proses aktivasi dapat membuka pori-pori adsorben sebagai akibat dari terlarutnya zat-zat pengotor, sehingga luas permukaan sampel meningkat.

Spektra Inframerah

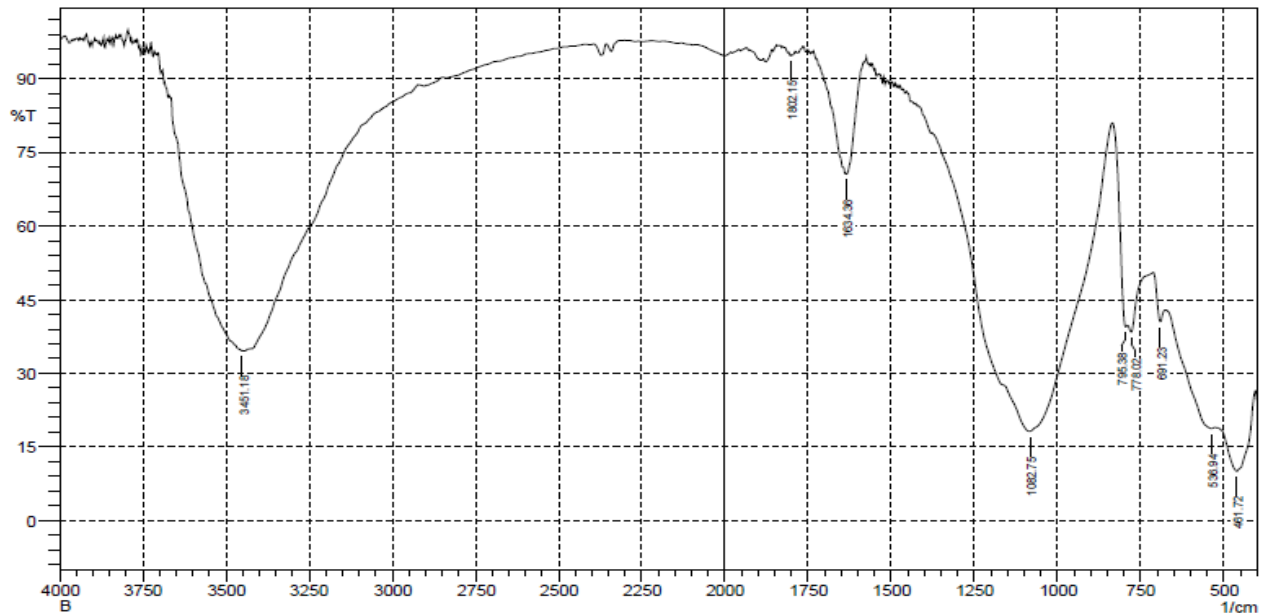
Pada penelitian ini, dilakukan identifikasi gugus-gugus fungsional dalam abu layang tanpa aktivasi berdasarkan spektrum inframerah. Spektra FTIR dari abu layang tanpa aktivasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektra FTIR abu layang tanpa aktivasi

Berdasarkan data spektra dalam Gambar 3, spektra abu layang sebelum diaktivasi menunjukkan pita serapan pada bilangan gelombang 3456,96 cm⁻¹ merupakan vibrasi ulur gugus -OH, bilangan gelombang 1102,04 cm⁻¹ yang lebar dengan intensitas tajam menunjukkan vibrasi rentangan asimetris gugus siloksil (≡Si-O) dari siloksan (≡Si-O-Si≡). Lebar puncak menunjukkan banyaknya gugus silanol (≡Si-OH) sehingga kristalinitas dalam struktur

abu layang menurun. Serapan pada $795,38\text{ cm}^{-1}$ dan $779,95\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi rentangan simetris gugus siloksil ($\equiv\text{Si-O}$) dari siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) yang diikuti mode bending pada bilangan $452,07\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk T-O dari T=Fe atau Al, menunjukkan adanya struktur pori pada abu layang⁹.



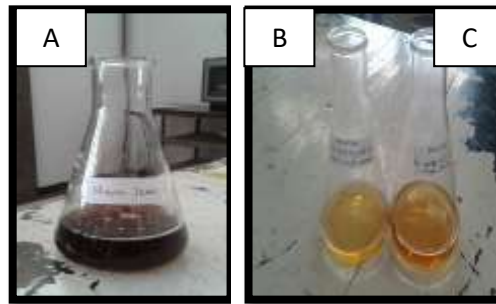
Gambar 4. Spektra FTIR Abu Layang Teraktivasi

Berdasarkan pada spektra dalam Gambar 4, abu layang yang telah diaktivasi dengan HCl menunjukkan pita serapan pada panjang gelombang $3456,96\text{ cm}^{-1}$ bergeser ke $3451,88\text{ cm}^{-1}$ disertai penurunan intensitas. Pergeseran juga terjadi pada bilangan gelombang $1628,57\text{ cm}^{-1}$ ke $1634,36\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan interaksi gugus $-\text{OH}$ dari molekul H_2O lemah. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan asam merusak struktur gugus $-\text{OH}$ karena lepasnya molekul air yang terikat secara fisik dalam abu layang. Munculnya serapan $795,38\text{ cm}^{-1}$ dan $778,02\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi rentangan simetris gugus siloksil ($\equiv\text{Si-O}$) dari siloksan ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) dan terjadi pergeseran bilangan gelombang $1082,75\text{ cm}^{-1}$ ke $1102,04\text{ cm}^{-1}$. Pergeseran juga terjadi bilangan gelombang $452,07\text{ cm}^{-1}$ bergeser $461,72\text{ cm}^{-1}$ disertai penurunan intensitas hal ini menunjukkan ikatan gugus siloksil ($\equiv\text{Si-O}$) lemah. Fenomena ini membuktikan bahwa konsentrasi HCl dapat menyebabkan melemahnya interaksi gugus siloksil ($\equiv\text{Si-O}$) dengan zat pengotor yang berada pada pori abu layang hilang sehingga pori abu layang semakin bersih. Hal ini diperkuat hilangnya pita serapan $876,38\text{ cm}^{-1}$ dan $1422,20\text{ cm}^{-1}$ pada spektra⁹.

Analisis kualitas minyak

Minyak goreng yang digunakan berulang kali telah mengalami perubahan secara kimiawi baik selama proses penyimpanan, pemanasan atau adanya kontak dengan cahaya¹⁰. Proses

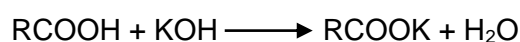
regenerasi minyak jelantah dengan menggunakan adsorben abu layang dimana sampel minyak yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak "Bimoli" yang telah digunakan menggoreng ikan (3 kali penggorengan) selama beberapa jam tanpa penambahan minyak. Minyak yang dihasilkan disaring dengan tujuan untuk memisahkan kotoran yang tersisa, sehingga diperoleh minyak yang murni dan hasil minyak tersebut seperti terlihat pada (Gambar 5). Dari hasil pemurnian minyak tersebut dapat digunakan untuk analisis bilangan asam, bilangan peroksida dan titik asap pada minyak.



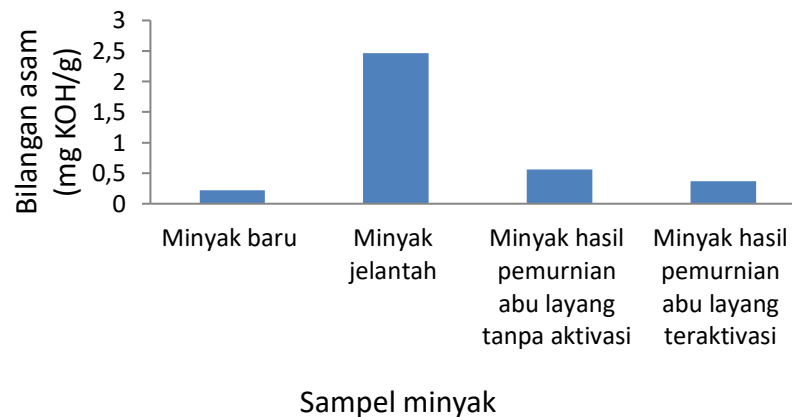
Gambar 5. Minyak Jelantah (A) dan minyak hasil pemurnian dengan abu layang teraktivasi (B) dan abu layang tanpa aktivasi (C)

Bilangan asam

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 g minyak atau lemak (Sudarmadji, 1989). Semakin besar angka asam menunjukkan kualitas minyak semakin buruk atau rendah, sebaliknya jika angka asamnya rendah maka kualitas minyak semakin baik. Analisis bilangan asam pada minyak goreng menggunakan metode titrasi asam basa dengan melarutkan minyak goreng yang bersifat nonpolar dalam alkohol kemudian dipanaskan untuk membantu proses pelarutan sehingga asam lemak bebas dalam minyak dapat larut dalam alkohol yang bersifat polar. Setelah dingin ditambahkan indikator phenolptalein (PP) dan dititrasi dengan KOH sampai terbentuk warna merah jambu, PP digunakan sebagai indikator untuk menentukan titik akhir titrasi yang ditandai oleh perubahan warna pada fitrat. Terbentuknya warna merah jambu setelah dititrasi menunjukkan bahwa asam lemak bebas telah habis bereaksi dengan KOH sedangkan warna merah jambu terbentuk sebagai hasil reaksi antara KOH dengan indikator. Reaksi yang terjadi antara KOH dengan asam lemak bebas ini dapat dituliskan sebagai berikut:



Bilangan asam berbagai sampel minyak ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil analisis bilangan Asam

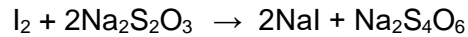
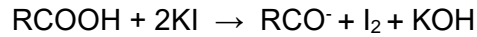
Grafik pada Gambar 6 menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kualitas minyak jelantah setelah ditambahkan dengan adsorben abu layang teraktivasi maupun tanpa aktivasi yang ditandai oleh menurunnya bilangan asam. Menurunnya angka asam tersebut disebabkan oleh teradsorpsinya asam lemak bebas oleh adsorben.

Bilangan asam minyak jelantah yang berwarna hitam tergolong tinggi yaitu 2,468 mg KOH/g. Tingginya bilangan asam ini artinya setara dengan tinggi pula kadar asam lemak bebasnya. Trigliserida yang terkandung dalam minyak sudah banyak yang terurai menjadi asam lemak bebas akibat reaksi hidrolisis. Hal ini terjadi karena proses pemanasan minyak pada suhu tinggi dan berulang-ulang¹¹. Abu layang tanpa aktivasi yang diinteraksikan dengan minyak goreng bekas secara simultan menghasilkan minyak dengan penurunan bilangan asam dari 2,468 mg KOH/g menjadi 0,561 mg KOH/g dengan persen penurunan sebesar 77,26%. Jika dibandingkan dengan abu layang teraktivasi memiliki bilangan asam lebih rendah dibandingkan dengan abu layang tanpa aktivasi yaitu dari 2,468 mg KOH/g menjadi 0,366 mg KOH/g dengan persen penurunan 85,17% namun keduanya masih memenuhi (SNI 3714: 2013) yaitu Max 0,6 mg KOH/g. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben abu layang memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi zat-zat pengotor yang ada dalam minyak jelantah seperti asam lemak bebas.

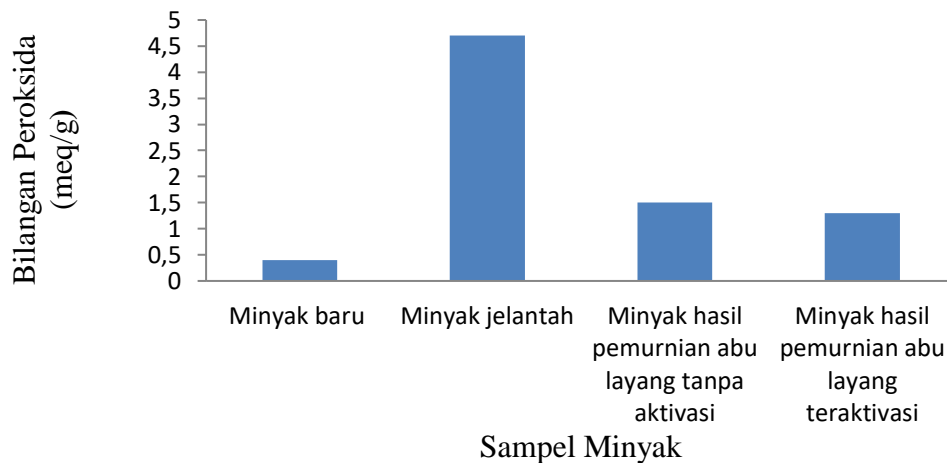
Bilangan peroksida

Bilangan peroksida merupakan produk awal terjadinya kerusakan pada minyak goreng akibat terjadinya oksidasi pada proses pemanasan¹⁰. Semakin tinggi kadar peroksida di dalam minyak maka kerusakan minyak akan berlanjut dan minyak akan semakin berbau tengik¹². Analisis bilangan peroksida dilakukan dengan cara sejumlah minyak goreng dilarutkan dalam campuran asam asetat: kloroform. Kloroform bersifat nonpolar dan asam asetat bersifat polar.

Campuran keduanya adalah campuran pelarut polar dan nonpolar yang dapat melarutkan minyak goreng. Larutan KI ditambahkan ke dalam minyak, kemudian akan terjadi reaksi antara KI dengan senyawa peroksida pada minyak. Iodin (I_2) akan dibebaskan pada reaksi tersebut selanjutnya akan dititrasikan dengan larutan natrium thiosulfat sampai warna kuning muda. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Kemudian ditambahkan larutan amilum 1 %, dan dititrasikan kembali dengan natrium thiosulfat sampai larutan menjadi jernih. Bilangan peroksida berbagai sampel dapat dilihat pada Gambar 7.

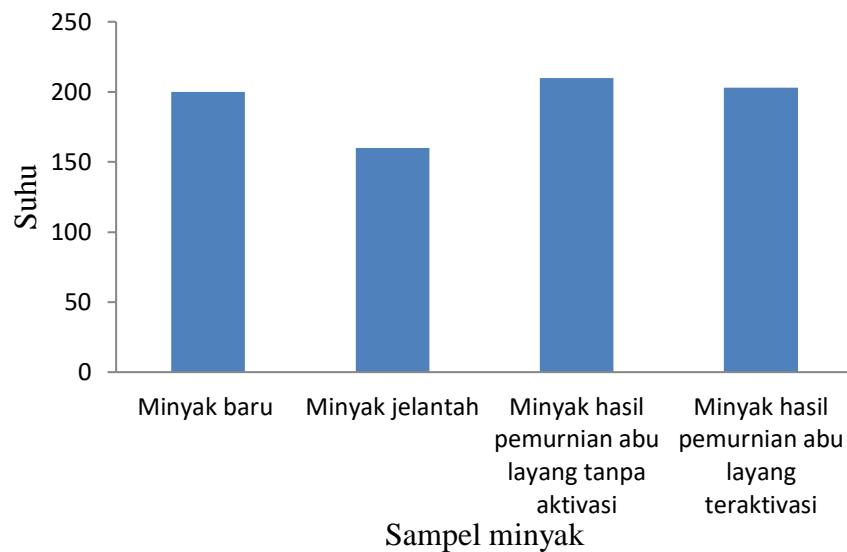


Gambar 7. Hasil analisis bilangan Peroksida

Grafik pada Gambar 7 menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan kualitas minyak jelantah setelah diinteraksikan dengan abu layang yang ditandai oleh menurunnya bilangan peroksida yang disebabkan oleh teradsorpsinya senyawa-senyawa peroksida yang terdapat dalam minyak oleh adsorben. Gambar 7 juga menunjukkan bahwa angka peroksida pada minyak jelantah sangat tinggi yaitu 9,4 *meq/g*. Tingginya angka asam pada minyak ditandai dengan rasa dan bau tengik yang terbentuk menandakan bahwa minyak jelantah tidak bisa digunakan kembali karena bersifat toksik yang dapat membahayakan kesehatan¹¹. Angka peroksida pada minyak jelantah dengan menggunakan adsorben abu layang tanpa aktivasi penurunan bilangan peroksida 3 *meq/kg* dengan persen penurunan sebesar 69,14% sedangkan adsorben abu layang teraktivasi penurunan bilangan peroksida lebih kecil dibandingkan dengan abu layang tanpa aktivasi yaitu 2,6 *meq/g* dengan persen penurunan sebesar 72,34% namun keduanya memenuhi (SNI 374, 2013).

Titik asap

Titik asap adalah suhu di mana minyak mulai mengeluarkan asap dan pada saat minyak mulai mengeluarkan asap merupakan suatu indikator bahwa minyak mulai mengalami kerusakan. Minyak yang telah rusak titik asapnya akan berkurang, semakin rendah titik asap menandakan semakin tinggi tingkat kerusakan minyak tersebut¹³. Batas minimal titik asap untuk minyak goreng adalah 200°C (SNI 3741, 1998). Berdasarkan hasil pengukuran, titik asap untuk minyak dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Analisis Titik Asap pada Minyak

Berdasarkan pada data yang diperoleh dapat dilihat bahwa titik asap pada minyak baru sangat tinggi yaitu sebesar 200°C sedangkan pada minyak jelantah lebih rendah yaitu 160°C. Rendahnya titik asap ini disebabkan karena minyak telah teroksidasi terkena udara, panas dan cahaya¹⁴. Kemudian setelah dimurnikan dengan abu layang teraktivasi dan abu layang tanpa aktivasi berturut-turut adalah 203°C dan 210°C. Peningkatan titik asap ini menandakan bahwa telah terjadi perbaikan pada kualitas minyak.

Kesimpulan

Hasil karakterisasi pada abu layang menunjukkan bahwa aktivasi abu layang dengan menggunakan HCl dapat meningkatkan nilai keasaman dan luas permukaan dari abu layang. Adapun hasil analisis FTIR pada abu layang juga menunjukkan pita absorpsi vibrasi ulur simetris $\equiv\text{Si-O}$ ($\equiv\text{Si-O-Si}\equiv$) yang membuktikan adanya Si pada abu layang sehingga dapat digunakan sebagai adsorben. Abu layang yang digunakan untuk pemurnian minyak jelantah mampu menurunkan bilangan asam 0,366 mg KOH/g pada abu layang teraktivasi dan 0,561 mg KOH/g

untuk abu layang tanpa aktivasi sedangkan bilangan peroksida dari minyak hasil pemurnian menggunakan abu layang teraktivasi turun sebesar 72,34% dibandingkan abu layang tanpa aktivasi, 69,14%. Titik asap dari minyak hasil pemurnian menggunakan abu layang teraktivasi sebesar 203°C dan tanpa aktivasi 210°C yang mendekati nilai titik asap dari minyak baru, 200°C. Minyak goreng hasil pemurnian sudah memenuhi SNI berdasarkan parameter bilangan asam (maks 0,6 mg KOH/g) dan bilangan peroksida (maks 10 meq O₂/kg). Sedangkan titik asap minyak hasil pemurnian sedikit lebih tinggi dari minyak baru.

Daftar Pustaka

1. Wardani, S.P.R., 2008, *Pemanfaatan Limbah Batu Bara (Fly Ash) untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*, Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Marinda, P. 2008, *Abu Terbang Batu Bara sebagai Adsorben*, <http://majarimagazine.com./2008/06/Abu-Terbang-Batu-Bara-sebagai-Adsorben/>, diakses tanggal 8 November 2018.
3. Haryati, K., Rahmawati, D.E., dan Sari, I.H., 2009, Potensi Bentonit sebagai Penjernih Minyak Goreng Bekas, *Seminar Nasional*.
4. Rahmawati, A., 2009, Efisiensi Filter Pasir-Zeolit dan Filter Pasir-Arang Tempurung Kelapa dalam Rangkain Unit Pengolahan Air Untuk Mengurangi Kandungan Mangan dari dalam Air, *Seminar Internasional*, Universitas Sebelas Maret, Malang.
5. Mufrodi, Z., Widiastuti, N., dan Kardika, R.C., 2008, Adsorpsi Zat Warna Tekstil dengan Menggunakan Abu Layang (*Fly Ash*) untuk Variasi Massa Adsorben dan Suhu Operasi. *Prosiding Seminar Nasional*, Program Studi Kimia Fakultas Teknologi Industri, Yogyakarta.
6. Muhammad, T., 2007, *Pemurnian Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Menggunakan Biji Kelor (Moringa Oleifera Lamk)*, Skripsi Jurusan Kimia FST UIN, Malang.
7. Noni, P.A., 2015, *Sintesis Silika Gel Terimobilisasi EDTA sebagai Adsorben Ion Pb(II)*, Skripsi, Jurusan Kimia FST Universitas Nusa Cendana, Kupang.
8. Wogo, H.E., Nitbani, F.O., dan Tjitda, P.J.P., 2013, Sintesis Lempung Terinterkalasi Anilin dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Fenol, *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 7 (1), 29-41.
9. Ghofur, A., Atikah., Soemarno., Hadi, A., 2014, *Karakterisasi Fly Ash Batubara sebagai Bahan Katalitik Konverter dalam Mereduksi Gas Buang HC dan CO Kendaraan Bermotor*, Prosiding SNST Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, Semarang.
10. Lapailaka, T., Besituba N.R., Da Cunha, T.M., 2018, Pemanfaatan Arang Aktif Tempurung Kenari (*Canarium Vulgare Leenh*) sebagai Adsorben pada Minyak Jelantah, *International Proceeding: Building Synergy on Diversity in The Borders" Embodying The Global Maritime Axis"*, Jurusan Kimia FST, Kupang.
11. Suroso, A.S., 2013, Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air, *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 3(2), 77-88.
12. Kataren, S., 1986, *Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
13. Budiyanto, Zuki. M., dan Hutazoit., M.S., 2012, Ketahanan Minyak Goreng Kemasan dan Minyak Goreng Curah pada Penggorengan Kerupuk Jalin, *Jurnal Agro Industri*, 2 (1): 34-40.
14. Winarno, F.G., 1997, *Kimia Pangan dan Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Metode

Alat dan Bahan

Bahan-bahan adalah: Abu layang (*Fly ash*) yang berasal dari PLTU Bolok, minyak jelantah, NaOH, HCl, Kertas Whatman 42, akuades, KOH, indikator PP, larutan pati, asam asetat glasial, CHCl_3 , KI, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Alkohol 95 % dan larutan Metilen Biru. Sedangkan alat yang digunakan adalah, Spektrofotometer Inframerah (FTIR), Spektrofotometer UV-Vis, oven, tanur, labu ukur, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, pengaduk magnetik, indikator universal, *hotplate*, statif dan termometer.

Prosedur

Preparasi Bahan Baku

Sebanyak 20 gram abu layang diambil, dicuci menggunakan larutan HCl 6 M sebanyak 120 mL dengan pengadukan selama 1 jam, kemudian dibilas kembali dengan aquades sampai pH netral. Hasil yang peroleh dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama ± 1 jam.

Karakterisasi Abu layang (*Fly Ash*)

Penentuan Keasaman Permukaan

Sebanyak 0,5 gr abu layang dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL yang telah berisi 25 mL NaOH 1 M yang telah dibakukan, kemudian diaduk dengan pengaduk selama 2 jam pada temperatur kamar. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada blanko yang mengandung 25 mL larutan NaOH 1 M yang telah dibakukan. Setelah 2 jam larutan disaring dan residunya dibilas dengan akuades. Ke dalam filtrat ditambahkan 2 tetes indikator pp lalu dititrasi dengan larutan standar HCl 1 M yang sudah dibakukan.

Penentuan Luas Permukaan menggunakan Metode Metilen Biru

Disiapkan larutan metilen biru 2 mg/L dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550-700 nm dengan spektrofotometer UV-VIS. Kemudian ditentukan panjang gelombang maksimum dan dibuat kurva standar metilen biru dengan variasi konsentrasi 0; 1; 1,5; 2 mg/L dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Data yang diperoleh dibuat kurva standar metilen biru. Sebanyak 0,1 gr abu layang ditambahkan ke dalam 25 mL larutan metilen biru 20 mg/L, kemudian diaduk dengan pengaduk magnet dengan waktu kontak 40, 50, 60, 70 dan 80 menit. Larutan hasil pengocokan disaring dan diukur

absorbansinya pada panjang gelombang maksimum metilen biru untuk mendapatkan berat (mg/g) teradsorpsi maksimum.

Uji Efektivitas Minyak Jelantah

Sebanyak \pm 200 mL minyak goreng bekas dimasukkan dalam gelas beker. Disaring dan ditambahkan adsorben abu layang sebanyak 10 gram diaduk selama 30 menit dengan pengaduk magnet kemudian disaring dengan kertas saring wathman No 42 hingga dihasilkan minyak hasil filtrasi yang selanjutnya digunakan untuk pengujian angka peroksida, angka asam dan titik asap.

Penentuan Angka Peroksida

5 gram sampel minyak dimasukkan ke dalam 250 mL erlenmeyer kemudian ditambahkan 30 mL larutan asam asetat-kloroform (3:2), setelah larut sempurna ditambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh. Didiamkan selama 20 menit, ditambahkan 30 mL aquades. Selanjutnya dititrasi dengan 0,01 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai terbentuk warna kuning muda. Ditambahkan 0,5 mL larutan amilum 1% dan dititrasi kembali dengan 0,01 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai jernih.

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{A \times M \times 1000}{W}$$

Penentuan Angka Asam

Sampel minyak jelantah sebanyak 2,5 gram, dimasukkan dalam erlenmeyer ditambahkan 12,5 mL alkohol 95%, kemudian dipanaskan selama 10 menit sambil diaduk. Setelah dingin ditambahkan 2 tetes indikator PP dan dititrasi dengan KOH 1 M.

$$\text{Angka asam} = \frac{A \times M \times 56,1}{W}$$

Penentuan Titik Asap

Penentuan titik asap mengacu pada penelitian yang dilakukan Benu (2015). Sebanyak 5 gram sampel minyak jelantah dipanaskan di atas papan pemanas dan diamati pada suhu berapa minyak mulai mengeluarkan asap. Suhu saat minyak mengeluarkan asap inilah yang dicatat sebagai titik asap dari minyak.