

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

¹Ilham Salim, ²Supeno, ³Jukwati, ⁴Erni Ansarulla

^{1,2}Jurusan Kimia, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

^{3,4}Mahasiswa Jurusan Kimia, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

Email: ilhamkimia@yahoo.com, supeno_supeno@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kata kunci:

Lempung, Aktivasi,
Adsorpsi, Tengik

Telah dilakukan penelitian tentang identifikasi lempung asal Merauke dan pemanfaatannya sebagai adsorben minyak kelapa. Lempung dipreparasi secara kimia dengan penambahan asam (HF, dan H₂SO₄). Selanjutnya dilakukan penentuan jenis mineral lempung dengan menggunakan XRD. Lempung yang telah diaktivasi secara kimia digunakan untuk adsorpsi minyak kelapa untuk penghilangan ketengikan dengan variasi lama penyimpanan.. Perbandingan minyak kelapa dan lempung adalah 1 : 5 (dalam gram). Penentuan kadar air dan bilangan peroksida dengan cara gravimetri. Hasil penelitian menunjukkan Kab. Merauke mengandung lempung. untuk daerah Distrik, Sota 3 urutan terbanyak terbanyak yaitu mineral Quartz, Albite dan Saponite. Lempung di Distrik Sota Merauke didominasi oleh jenis Quartz disusul Albite. Kadar air maupun bilangan peroksida meningkat setelah disimpan beberapa saat. Mendekati 1 bulan penyimpanan minyak kelapa yang tidak dilewatkan lempung atau diadsorpsi dengan lempung telah rusak atau tengik. Minyak kelapa yang dilewatkan / diadsorpsi lempung dengan aktivasi secara kimia sampai dengan disimpan 5 bulan belum tengik atau belum mengalami kerusakan, hal ini ditunjukkan dengan mengamati nilai bilangan peroksidanya yang sangat kurang dari 3 mg oksigen /100 gram minyak.

ABSTRACT

Keywords:

Clay, Activation,
Adsorption, Rancid

A study was conducted on the identification of clay from Merauke and its utilization as an adsorbent for coconut oil. The clay was chemically prepared by adding acids (HF and H₂SO₄). The mineral types in the clay were then determined using XRD. The chemically activated clay was used for the absorption of coconut oil to remove rancidity with varying storage times. The ratio of coconut oil to clay was 1:5 (in grams). The moisture content and peroxide value were determined by gravimetric methods. The results showed that Merauke Regency contains clay. In the Sota District, the three most abundant minerals were Quartz, Albite, and Saponite. The clay in Sota District, Merauke, is dominated by Quartz, followed by Albite. Both moisture content and peroxide value increased after some storage time. Approaching one month of storage, the coconut oil that was not passed through or adsorbed by the clay became rancid. However, coconut oil that was passed through or adsorbed by the clay, which had been chemically activated, remained unrancid or undamaged for up to five months of storage. This was demonstrated by the peroxide value, which remained significantly lower than 3 mg oxygen/100 grams of oil.

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Kabupaten Merauke mempunyai mineral yang khas dan masyarakat di daerah ini sering mengkonsumsi mineral ini untuk tujuan tertentu. Masyarakat setempat memberi nama mineral ini dengan nama lumpur manis yang bahasa setempat dikenal dengan nama ndave. Menurut masyarakat setempat salah satu kegunaan dari mineral ini adalah untuk menyembuhkan penyakit perut yang disebabkan keracunan makanan, oleh karena itu mineral ini perlu diteliti jenis mineralnya. Sebagai penyembuh penyakit perut maka mineral yang dimakan ini dimungkinkan mempunyai rongga / pori-pori.

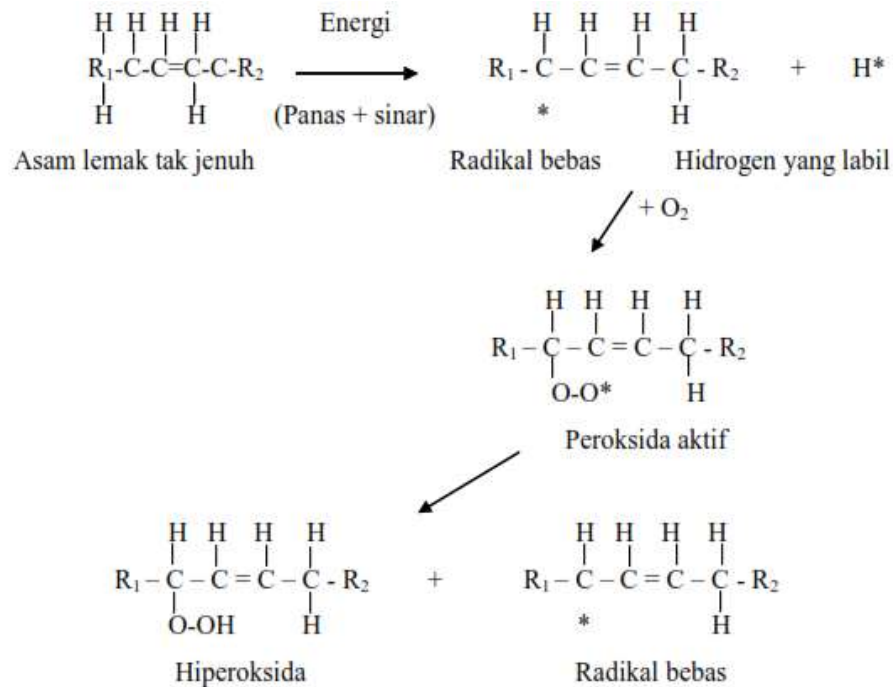
Mineral lempung cukup melimpah di bumi Indonesia, oleh karena itu perlu dicarikan alternatif penggunaannya. Zeolit alam dan lempung tidak sama kandungan pengotornya (keheterogenan penyusunnya selain kerangka dasar) antara satu tempat dengan tempat yang lain dimana zeolit alam ataupun lempung ditemukan dan pada setiap tempat dapat berbeda dan mempunyai karakteristik tersendiri terutama kandungan logam yang menyertainya selain kerangka dasarnya (*framework*). Dengan demikian dimungkinkan akan berbeda jenisnya antara satu tempat dengan tempat yang lain, dan dapat pula berbeda aktivitas serta selektivitasnya. Penyusun utama lempung adalah alumina, silika, besi dan air (Buckman dan Brandy, 1952). Dengan memodifikasi atau mengaktivasi lempung maka lempungpun dapat digunakan sebagai adsorben maupun sebagai pengemban katalis, karena mempunyai pori atau rongga yang dapat disisipi atau ditempati logam. Berdasarkan sifat hablurnya lempung dibagi menjadi tiga golongan yaitu monmorillonit, kaolit dan illit.

Penelitian yang dilakukan oleh Gurwitsch tahun 1912 dan Herbst tahun 1926 yang dikutip oleh Nazaruddin (2000) melaporkan bahwa mineral monmorillonit yang telah diasamkan dapat digunakan sebagai katalis perengkah. Hal ini disebabkan karena adanya rongga atau pori pada lempung yang karena interaksi senyawa yang terkandung di dalamnya sehingga dapat menghasilkan sifat asam yang disyaratkan untuk digunakan sebagai katalis perengkah. Untuk memperoleh lempung dengan kemampuan yang tinggi diperlukan beberapa perlakuan antara lain aktivasi dan modifikasi (Sutarti, 1994). Aktivasi secara umum ada dua yaitu aktivasi secara fisis dan aktivasi secara kimia (Sutarti dan Rahmawati, 1994). Aktivasi secara fisis yaitu berupa pemanasan dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Sedangkan aktivasi secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan asam atau basa dengan tujuan untuk membersihkan permukaan berpori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur letak atom yang dapat dipertukarkan. Lempung adalah mineral alam dari golongan silikat yang berbentuk kristal dengan struktur berlapis berukuran lebih kecil dari 2 mikrometer, bersifat liat jika basah (bersifat plastis) dan mengeras jika kering (Wijaya dan Tahir, 2001). Sedangkan menurut Oxtoby dkk (2001) dalam Ayomi (2008), lempung (*clay*) merupakan mineral yang dihasilkan melalui peristiwa pelapukan mineral primer oleh air dan panas. Komposisinya dapat sangat bervariasi sebagai akibat penggantian suatu unsur dengan unsur lain. Pada umumnya, berbentuk mikrokristal atau serbuk dan biasanya terhidrasi. Lempung sering digunakan sebagai pendukung untuk katalis, sebagai zat dan wahana penukar ion.

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Sebagai senyawa silika alumina, lempung memiliki kandungan alumina 10,10%, silika 72,02%, CaO 7,65%, MgO 0,86% dan H₂O 8,80%. Dalam berbagai percobaan dan penelitian, lempung telah dibuktikan memiliki daya adsorpsi yang tinggi sehingga lempung digunakan sebagai pengisi kolom kromatografi, sebagai penyaring, digunakan dalam proses pemucatan dan lain sebagainya (Ulpa, 2007). Selain sebagai adsorben, lempung juga dapat digunakan sebagai katalis, karena lempung memiliki pori-pori dan permukaan yang maksimum. Salah satu contoh penggunaannya, yaitu sebagai katalis perengkah hidrokarbon (Wenno, 2005).

Minyak yang dihasilkan terutama dari proses pengolahan secara tradisional cenderung kotor dan berbau sehingga tak tahan lama (mudah tengik). Akibatnya minyak yang dihasilkan mutunya rendah, sehingga secara ekonomis membuat minyak kelapa secara tradisional ini tidak menguntungkan. Minyak kelapa mempunyai ikatan tak jenuh atau ikatan rangkap. Salah satu kelemahan terdapatnya ikatan rangkap, minyak itu rentan terhadap oksidasi atmosfer, sehingga besar kemungkinannya menjadi tengik. Salah satu kelemahan terdapatnya banyak ikatan rangkap adalah minyak itu rentan terhadap oksidasi atmosfer sehingga besar kemungkinan menjadi tengik (Atkins, 1999). Bilangan peroksida merupakan suatu bilangan yang sangat penting untuk mengetahui sejauhmana tingkat kerusakan dari minyak dan lemak. Asam lemak tak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya dan membentuk peroksida. Pembentukan peroksida aktif dan hiperoksida dapat diberikan sebagai berikut :



Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Tujuan dari penelitian ini adalah identifikasi lempung asal Merauke, membuat minyak kelapa yang tahan dari ketengikan dengan memanfaatkan atau menggunakan lempung sebagai adsorben yang diaktivasi secara fisis, mengukur kadar air dan bilangan peroksida hasil adsorpsi dengan menggunakan lempung asal Merauke sebagai adsorben yang diaktivasi secara fisis.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan eksperimental di laboratorium. Penelitian dilakukan di lab. Kimia Jurusan Kimia FMIPA Uncen Jayapura. Identifikasi jenis mineral lempung asal Merauke dengan menggunakan XRD. Pembuatan minyak kelapa dengan cara pengasaman kemudian diperbanyak dengan cara pancingan. Adsorpsi dan penyaringan minyak kelapa dengan menggunakan lempung asal Merauke sebagai adsorben yang diaktivasi secara kimia. Minyak kelapa diadsorpsi dengan lempung yang telah diaktivasi (perbandingan 5 gr : 1 gr) hasil adsorpsi tanpa dipanaskan, langsung ditentukan kadar air dan bilangan peroksidanya. Penentuan kadar air dan bilangan peroksida minyak kelapa hasil adsorpsi sesaat setelah diperoleh, kemudian setelah seminggu, 1 bulan, 3 bulan, 5 bulan.

Penentuan Kadar Air

Timbang 2,5 gram minyak yang akan diuji, masukkan ke dalam cawan, penguapan yang telah diketahui beratnya, masukkan cawan ke dalam oven dan keringkan pada temperatur 1050C selama 30 menit, cawan diangkat dari oven dan didinginkan dalam desikator sampai temperatur kamar, kemudian ditimbang. Ulangi pekerjaan sampai dicapai berat konstan.

$$\text{Perhitungan: Kadar air} = \frac{\text{Bobot yang hilang (gram)}}{\text{Bobot contoh (gram)}} \times 100 \%$$

Prosedur Penentuan Bilangan Peroksida

Penentuan Bilangan peoksida berdasarkan Albati, 2003, Gunawan dkk, 2005 sebagai berikut :

Timbang 2,5 gram minyak yang akan diuji, masukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml. Tambahkan 15 ml campuran pelarut (60% asam asetat glacial dan 40 % kloroform). Setelah minyak larut tambahkan 0,3 ml larutan KI jenuh sambil dikocok, diamkan selama 2 menit, tambahkan 15 ml aquades. Tambahkan indikator amilum, kemudian titrasi larutan tersebut dengan natrium tiosulfat 0,01N sampai warna biru hilang. Dengan cara yang sama dibuat juga penentuan blanko. Titrasi blanko tidak lebih dari 0,1 ml larutan natrium tiosulfat. Hasilnya dapat dinyatakan dalam miliekivalen per 1000 gr minyak, milimol per 1000 gr minyak atau mg oksigen per 100 gr minyak.

$$\text{Miligram (mg) oksigen per 100 gr minyak} = \frac{(a - b) \times N \times 8 \times 100}{G}$$

- Dimana :
- a = jumlah ml titrasi NaS₂O₃ untuk titrasi contoh
 - b = jumlah ml titrasi NaS₂O₃ untuk titrasi blanko
 - N = Normalitas NaS₂O₃
 - 8 = setengah dari berat atom oksigen
 - G = berat contoh minyak (gr)

Aktivasi Secara Kimia

Aktivasi Secara Kimia dengan Penambahan Asam (Sutarti dan Rahmawati, 1994 Trisunaryant idkk,1996).

- 1) Lempung direndam dalam larutan HF 1% selama 30 menit, sesudah itu dicuci dengan aquades sampai tidak bersifat asam (pH netral) kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 1300C, hasilnya adalah lempung yang telah diaktivasi (lempung aktif). Kemudian digunakan untuk adsorbsi (diulang hingga 2 kali adsorbsi atau penyaringan)
- 2) Lempung direndam dalam larutan HF 1% selama 30 menit, sesudah itu dicuci dengan aquades sampai tidak bersifat asam (pH netral) kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 1300C, hasilnya adalah lempung yang telah diaktivasi (lempung aktif). Selanjutnya ditambahkan lagi H₂SO₄ 1M dibiarkan selama 1-2 jam selanjutnya disaring, dicuci sampai bersih dan pHnya netral lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur1300C selama 3 jam. Kemudian digunakan untuk adsorbsi (diulang hingga 2 kali adsorbsi / penyaringan) minyak kelapa.
- 3) Lempung ditambahkan H₂SO₄ 1M dibiarkan selama 1-2 jam selanjutnya disaring, dicuci sampai bersih dan pHnya netral lalu dikeringkan dalam oven pada temperature 1300C selama 3 jam. Kemudian digunakan untuk adsorbsi (diulang hingga 2 kali adsorbsi atau penyaringan) minyak kelapa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Mineral

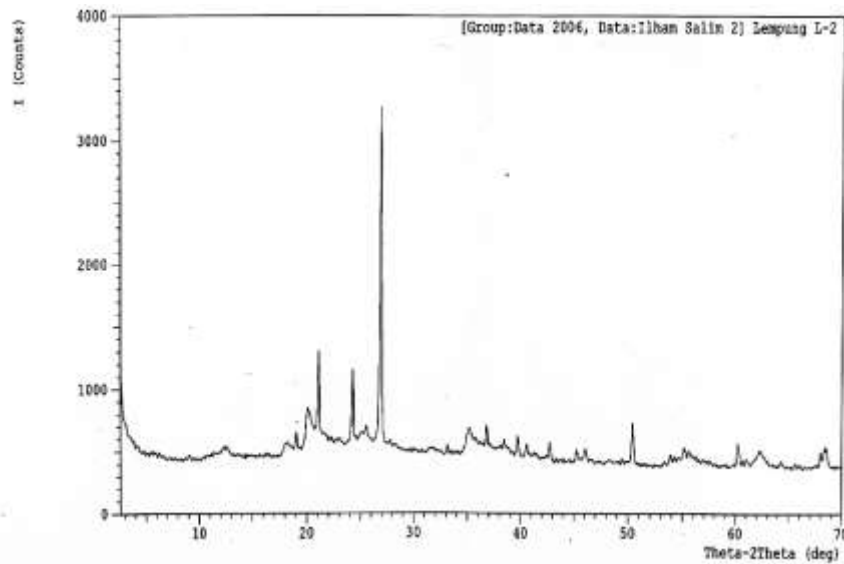
Berdasarkan data XRD (X-Ray Diffraction) untuk mineral pada ketiga lokasi pengambilan sampel dapat ditentukan jenis mineralnya. Data pada hasil pengukuran dengan XRD dibandingkan dengan MPDF (Mineral Powder Diffraction File). Tabel 1 berikut adalah perbandingan hasil difraksi sinar -X (XRD) dengan data MPDF untuk daerah Sota Merauke. Tabel 1 berikut adalah perbandingan hasil difraksi sinar -X (XRD) dengan data MPDF untuk daerah Sota.

Tabel 1. Perbandingan Hasil XRD Lempung Merauke dengan MPDF

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Sampel daerah Sota		Data dalam MPDF											
		Quartz/ kuarsa		Montmoril- lonite		Albite		Saponite		Nordstrandit e		Dickite	
d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1	d_{hkl}	I/I_1
3,3170	100	3,34	100										
3,6707	21					3,75	21						
4,2155	25	4,26	35										
4,3882	9									4,32	25		
1,8102	15	1,82	17										
4,4580	7			4,50	80								
1,5368	9							1,53	85				
2,2691	7											2,27	30
2,1167	6	2,12	9										
2,4423	7	2,45	12										
2,5322	4	Mineral sesuai dengan MPDF $d_{hkl} = 2,51$; $I/I_1 = 100$ adalah Magnetite											

Dari data tersebut di atas kemudian digunakan untuk mengidentifikasi puncak-puncak difaktogramnya pada gambar 2 dapat diidentifikasi jenis mineral pada daerah Sota adalah Quartz (SiO_2), Albite ($NaAlSi_3O_8$), Nordstrandite [$Al(OH)_3$]; Saponite [$Ca_{0,25}(Mg,Fe)_3(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2.nH_2O$], Dickite [$Al_2Si_2(OH)_2$], Montmorillonite [$(Al_{1,67}Mg_{0,33})Si_4O_{10}(OH)_2Na_{0,33}$], Magnetite (Fe_3O_4). Dengan mineral Quartz yang dominan.



Gambar .1 : Difaktogram lempung dari Sota Merauke

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Minyak kelapa mengandung asam-asam lemak yang terdiri dari asam lemak jenuh maupun tak jenuh. Asam lemak jenuh dalam minyak kelapa didominasi oleh asam laurat ($C_{11}H_{23}COOH$) dengan kandungan dalam minyak kelapa $\pm 44-52\%$, dan asam miristat ($C_{13}H_{27}COOH$) dengan kandungan $\pm 13-19\%$. Keduanya merupakan asam lemak jenuh rantai sedang yang biasa disebut *Medium Chain Fatty Acid (middle-chained fatty acid, MCFA)*. Kandungan asam lemak dalam minyak kelapa juga tergantung dari tempat dimana kelapa itu tumbuh, namun tidak akan berbeda jauh yang terdapat dalam Tabel 2.. Asam laurat sebagai komponen terbanyak dalam minyak kelapa memiliki titik didih $225\text{ }^{\circ}C$, berat molekulnya $200,3\text{ g.mol}^{-1}$. Asam ini selain larut dalam pelarut polar, misalnya air, juga larut dalam lemak karena gugus hidrokarbon (metil) di satu ujung dan gugus karboksil di ujung yang lain. Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh yang terbanyak dalam minyak kelapa. Berat molekul asam oleat $282,4614\text{ g.mol}^{-1}$, sedangkan titik didihnya $360\text{ }^{\circ}C$. Komposisi asam lemak dalam minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut diketahui bahwa asam lemak jenuh minyak kelapa $\pm 90\%$ dan asam lemak tak jenuhnya $\pm 10\%$.

Tabel 2. Kandungan asam-asam lemak dalam minyak kelapa

Asam lemak	Rumus kimia	Jumlah ikatan rangkap	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh:			
Asam kaproat	$C_5H_{11}COOH$	C6:0	0,0 – 0,8
Asam kaprilat	$C_7H_{17}COOH$	C8:0	5,5 – 9,5
Asam kaprat	$C_9H_{19}COOH$	C10:0	4,5 – 9,5
Asam laurat	$C_{11}H_{23}COOH$	C12:0	44,0 – 52,0
Asam miristat	$C_{13}H_{27}COOH$	C14:0	13,0 – 19,0
Asam palmitat	$C_{15}H_{31}COOH$	C16:0	7,5 – 10,5
Asam stearat	$C_{17}H_{35}COOH$	C18:0	1,0 – 3,0
Asam arachidat	$C_{19}H_{39}COOH$	C20:0	0,0 – 0,4
Asam lemak tidak jenuh:			
Asam palmitoleat	$C_{15}H_{29}COOH$	C16:1	0,0 – 1,3
Asam oleat	$C_{17}H_{33}COOH$	C18:1	5,0 – 8,0
Asam linoleat	$C_{17}H_{31}COOH$	C18:2	1,5 – 2,5

(Ketaren, 1986)

Identifikasi Kandungan Mineral pada Lempung Asal Merauke dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Minyak Kelapa

Tabel 3.. Hasil pengukuran Kadar Air pada Minyak Kelapa Hasil Adsorbsi

Perlakuan	Kadar Air %				
	1 hari	1 minggu	1 bulan	3 bulan	5 bulan
Minyak Hasil Tanpa Dipanaskan	0,951	1,370	2,190	3,165	3,250

Dari data pada tabel di atas minyak hasil adsorbsi pada hari pertama dan seterusnya ditinjau dari kadar air tidak memenuhi syarat mutu sesuai dengan yang disyarat oleh Departemen Perindustrian (SII.0068-75) yaitu maksimal 0,5%. Untuk minyak yang dipanaskan memenuhi yang disyaratkan namun setelah satu minggu dan seterusnya tidak memenuhi syarat. Untuk minyak yang ditambahkan yang diadsorbsi dengan lempung teraktivasi secara kimia masih memenuhi syarat sampai satu bulan menjelang tiga bulan tidak memenuhi apa yang disyaratkan. Tabel 4 berikut adalah data hasil pengukuran bilangan peroksida untuk hasil minyak kelapa yang telah dilewatkan atau teradsorbsi oleh lempung yang diaktivasi dengan cara kimia .

Tabel 4 : Hasil pengukuran Bilangan Peroksida pada Minyak Kelapa Hasil Adsorbsi.

Perlakuan	Bilangan peroksida				
	1 hari	1 minggu	1 bulan	3 bulan	5 bulan
Minyak hasil tanpa dipanaskan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Dari data pada tabel di atas minyak hasil adsorbsi pada hari pertama dan seterusnya ditinjau dari bilangan peroksida memenuhi syarat mutu sesuai dengan yang disyarat oleh Departemen Perindustrian (SII.0068-75) yaitu maksimal 3,0 mg oksigen/100 gram minyak. Juga dari pengamatan sampai bulan ke lima belum terjadi kerusakan atau ketengikan pada minyak kelapa yang telah dilewatkan lempung untuk berbagai perlakuan di atas. Hal ini sangat berbeda jika minyak kelapa belum dilewatkan lempung bilangan peroksida makin tinggi setelah selang waktu mendekati 1 bulan.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan di Kabupaten Merauke mengungkapkan adanya kandungan lempung di daerah tersebut. Secara khusus, di Distrik Sota, mineral dominan yang teridentifikasi adalah Kuarsa, Albite, dan Nordstrandite. Daerah ini juga mengandung logam-logam yang berkontribusi pada pembentukan lempung, termasuk Silikon (Si), Aluminium (Al), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Besi (Fe), dengan Kuarsa sebagai mineral yang paling dominan.

Seiring waktu, baik kadar air maupun nilai peroksida pada minyak kelapa meningkat setelah penyimpanan, yang mengindikasikan degradasi minyak tersebut. Dalam waktu sekitar satu bulan penyimpanan, minyak kelapa yang tidak dilewatkan atau diadsorbsi oleh lempung menjadi tengik dan mengalami kerusakan.

Namun, minyak kelapa yang dilewatkan atau diadsorpsi oleh lempung yang diaktivasi secara kimia tetap stabil dan bebas dari ketengikan hingga lima bulan. Stabilitas ini dibuktikan dengan nilai peroksida yang tetap jauh di bawah 3 mg oksigen per 100 gram minyak, yang menunjukkan oksidasi dan degradasi yang minimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam penelitian ini terutama pimpinan Universitas Cenderwasih yang telah menyediakan dana untuk melaksanakan kegiatan penelitian hingga artikel ini dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- , 1975. Mutu dan Cara Uji Minyak Kelapa Sawit Indonesia (SII 0068-75). Departemen Perindustrian RI
- Achmadi. S. 1990. Kimia Organik. Suatu Kuliah Singkat. Edisi Keenam. Erlangga. Jakarta
- Albaity. 2002. Analisis Kadar Air, Asam Lemak Bebas, Bilangan Yod, dan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng Curah Kuning Bening dan Kuning Keruh yang Beredar di Jayapura. Skripsi Sarjana. FKIP UNCEN. Jayapura.
- Atkins P.W. 1990. Kimia Fisika Jilid 2 Terjemahan. Edisi Keempat. Airlangga. Jakarta
- Buckman,H.A. and Brandy,N.C. 1952. The Nature and Properties of Soil,Edisi kelima. The Macmillan Co. New York. 79. 85-87
- Gunawan, G . Aloysius M.T.M , and A. Rahayu A, "Analisis Pangan: Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng," Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi, vol. 6, no. 3, pp. 13-16, Dec. 2003. <https://doi.org/10.14710/jksa.6.3.13-16>
- Ketaren, S., 1986, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, Cetakan Pertama, UI-Press, Jakarta
- Nazaruddin. 2000. Optimalisasi Kondisi Reaksi Perengkahan Katalitik Fraksi Berat Minyak Bumi dengan Katalis Nikel Zeolit Alam. Tesis 2. Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta
- Sutarti, M dan Rachmawati, M. 1994. Zeolit: Tinjauan Litelatur. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI. Jakarta
- Syahrudin, M.N. 2000. Menjernihkan Minyak Kelapa dengan Bentonit. Rubrik Teknologi Tepat Guna dari BPPT. Mingguan Tekad No. 16. Edisi Bulan Pebruari
- Trisunaryanti, W Shiba, R. Miura, M. Momura. M. Nishiyama, N. Matsukata.. 1996. Characterization and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties. For Hydrocracking of a Parafin. *Skiyu Gakkaishi*. 39(1). 20-25 Okasa.



work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License