

ADSORPSI ASAM LEMAK BEBAS MINYAK JELANTAH MENGGUNAKAN SILIKA GEL DARI ABU LAYANG KELAPA SAWIT

Sunarti*, Mayang Reubun, Samuel Unwakoly, dan Nazudin

*Chemistry Education Study Program, Faculty of Teacher Training and Educational Sciences,
Pattimura University*

[*sunartihalim835@gmail.com](mailto:sunartihalim835@gmail.com)

Received: 08 September 2023 / Accepted: 22 September 2023 / Published: 19 January 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik silika gel hasil sintesis dari abu layang kelapa sawit dan kemampuannya dalam mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah. Sintesis silika gel menggunakan metode sol gel, dan proses adsorpsi dilakukan secara *batch*. Penentuan konsentrasi asam lemak dilakukan dengan metode titrasi. Hasil analisis XRD dari silika gel hasil sintesis menunjukkan puncak melebar pada $2\theta=15-30^\circ$ dimana puncak tertinggi adalah pada $2\theta=22,40^\circ$ yang mengindikasikan silika gel hasil sintesis merupakan material yang bersifat amorf. Hasil analisis silika gel menggunakan FTIR memberikan serapan vibrasi rentang gugus OH dari gugus silanol (Si-OH) muncul pada bilangan gelombang $3495,51\text{ cm}^{-1}$. Serapan pada bilangan gelombang $1625,99\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk dari gugus Si-OH. Pada bilangan gelombang 1083 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetri Si-O dari Si-O-Si (gugus siloksan) dan adanya vibrasi ulur ini diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang $798,53\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $462,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk Si-O dari gugus fungsi Si-O-Si. Kadar asam lemak bebas minyak jelantah awal sebesar 1,024%. Setelah proses adsorpsi penurunan kadar asam lemak bebas tertinggi diperoleh pada waktu kontak 90 menit sebesar 0,59% dengan Kapasitas dan efisiensi adsorpsi sebesar 9,65 mg/g dan 42,383%. Berdasarkan hasil yang diperoleh maka proses adsorpsi menggunakan silika gel dari abu layang kelapa sawit dapat menurunkan asam lemak bebas sehingga dapat memenuhi syarat SNI 01-3741-2013 yaitu maksimal 0,6%.

Keywords: Abu layang, kelapa sawit, silika gel, asam lemak bebas

PENDAHULUAN

Minyak goreng merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan oleh masyarakat dalam mengolah makanan. Pengolahan makanan yang menggunakan minyak goreng dikenal dengan menggoreng. Menggoreng lebih disukai dibanding dengan merebus karena makanan yang dihasilkan lebih lezat sehingga lebih menggugah selera. Aktifitas penggorengan dapat dilakukan masyarakat dalam skala kecil seperti rumah tangga atau dalam skala besar seperti penjual gorengan, warung, rumah makan dan sebagainya. Kebiasaan yang banyak terjadi di masyarakat adalah penggunaan minyak goreng dalam jumlah yang banyak dan menghasilkan minyak bekas penggorengan yang dikenal dengan minyak jelantah. Minyak jelantah adalah minyak yang dihasilkan setelah proses penggorengan makanan baik bahan makanan hewani maupun nabati dalam minyak goreng (Olu, dkk., 2022). Minyak jelantah biasanya digunakan kembali untuk penggorengan selanjutnya secara berulang.

Minyak jelantah yang telah mengalami pemanasan secara berulang memiliki kualitas yang sangat rendah. Proses pemanasan menyebabkan kerusakan pada komposisi kimia minyak seperti meningkatnya asam lemak bebas yang menyebabkan minyak berbau tengik, bahan gorengan warnanya tidak menarik, rasanya tidak enak, vitamin dan asam lemak esensialnya berkurang. Selain itu, meningkatnya radikal peroksida yang mengikat oksigen dan memicu oksidasi pada jaringan sel tubuh (Ardhany dan Lamsiyah, 2018).

Ada beberapa parameter yang digunakan untuk melihat apakah minyak goreng ini telah mengalami proses penurunan kualitas. Parameter-parameter tersebut antara lain asam peroksida, asam lemak bebas, bau dan juga warna. Menurut badan standarisasi SNI 013741-2013, syarat mutu minyak goreng di Indonesia maksimal bilangan peroksida 10 meq O₂/kg, dan bilangan asam 0,6 mg, mengandung asam lemak (asam lemak jenuh: miristat 1-5%, palmitat 5-15%, stearate 5-10%; asam lemak tak jenuh: oleat 70-80%, linoleat 3-11%, palmitoleat 0,8-1,4% (Nainggolan, dkk., 2016).

Untuk menekan resiko kesehatan karena pemakaian minyak jelantah, perlu diupayakan pengolahan (regenerasi) minyak goreng jelantah. Regenerasi minyak bertujuan untuk memperbaiki kualitas minyak goreng bekas pakai, yang dapat dilakukan melalui beberapa metode, salah satunya dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu fenomena permukaan karena akumulasi suatu spesies(adsorbat) pada batas permukaan padat-cair (Widayatno, dkk., 2017). Metode adsorpsi merupakan cara yang paling sederhana meregenerasi minyak jelantah. Salah satu adsorben yang dapat digunakan adalah silika gel.

Silika gel merupakan silika amorf yang terdiri atas lembaran-lembaran SiO₂ tetrahedral yang tersusun secara teratur dan beragregasi membentuk kerangka tiga dimensi yang lebih besar (Solikha, dkk, 2021). Silika gel dapat disintesis bahan-bahan dengan kandungan silika yang tinggi diantaranya abu layang kelapa sawit. Menurut Sunarti, dkk., (2023) abu layang kelapa sawit dari PT Nusa Ina Group kabupaten Maluku Tengah memiliki komposisi oksida silika sebesar 76%, sehingga memiliki potensi yang besar untuk dijadikan bahan dasar sintesis silika gel. Sintesis silika gel dari abu layang kelapa sawit telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya diantaranya: Meidinariasty, dkk. (2020); Wimarsela, dkk.(2021) ; Sunarti, dkk., 2023; Bramanta, dkk.(2023). Karakteristik silika gel hasil sintesis dapat diketahui dengan menggunakan instrumen seperti FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang bersesuaian dengan silika gel. Selain itu, untuk mengetahui kristalinitas silika gel dapat dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, karakteristik pori menggunakan *Surface Area Analyzer (SAA)* serta morfologi pori menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Silika gel memiliki morfologi dan sifat yang unik antara lain: luas permukaan dan volume porinya yang besar serta kemampuannya untuk menyerap berbagai zat. Oleh karena itu silika gel banyak dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi diantaranya sebagai penyerap (adsorben) uap air pada bahan-bahan higroskopis.

Kemampuan silika gel sebagai adsorben disebabkan adanya situs aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang berperan sebagai ligan yang akan menyediakan elektron bebas yang akan digunakan untuk berikatan dengan ion lain (Meidinariasty, dkk., 2020). Sebagai adsorben silika gel dari abu layang telah digunakan peneliti sebelumnya untuk mereduksi asam lemak bebas pada minyak jelantah. Kheang, dkk.(2011) menggunakan beberapa adsorben diantaranya: silika gel, karbon aktif, aluminium oksida, dan bentonit teraktivasi untuk meregenerasi minyak jelantah. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa silika gel lebih efektif dalam menurunkan asam lemak bebas dari 1,30% menjadi 0,58% (efisiensi penurunan 68%), meningkatkan bilangan peroksida dari 40,04 meq/kg menjadi 84,99 meq/kg (efisiensi peningkatan 84,99%), dan bilangan asam turun dari 274 meq/kg menjadi 182meq/kg (efisiensi penurunan 33,77%).

Pada penelitian ini, abu layang kelapa sawit dari PT Nusa Ina Group dijadikan sebagai bahan untuk sintesis silika gel. Silika gel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD dan digunakan untuk mengadsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah berdasarkan perbedaan waktu adsorpsi.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitoan ini adalah: XRD, FT-IR Shimadzu, X-RF, Ayakan 100 mesh, *Magnetic stirrer*, Oven, Mikro buret, Termometer, Peralatan Gelas, *Shaker*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah: Abu layang kelapa sawit dari PT Nusa Ina Group desa Kobi Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku, Minyak Jelantah yang diambil dari KFC Urimesseng Kota Ambon, HCl 2 M & 3 M, NaOH 4 M, Akuades, Kertas saring whatman 42, Indikator fenofalein, Etanol 96%, NaOH 0,01 N.

Prosedur Kerja

Prosedur preparasi dan sintesis silika gel dari abu layang kelapa sawit mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Syukri, dkk., (2018) dan Yusrin, dkk., (2014).

Pembuatan Natrium Silikat

Abu layang kelapa sawit digerus kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Sebanyak 40 gram abu layang kelapa sawit lolos ayakan 100 mesh dicuci dengan 300 mL HCl 2M, kemudian dinetralkan dengan akuades dan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Abu layang kelapa sawit yang bersih kemudian ditambahkan dengan 158 mL NaOH 4 M. Campuran tersebut dididihkan sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Setelah cukup kering larutan dileburkan dalam temperatur 500°C selama 30 menit serta didiamkan hingga dingin. Hasil yang didapatkan berupa padatan natrium silikat ditambahkan 200 mL akuades dan dibiarkan selama semalam. Setelah campuran dibiarkan semalam, endapan disaring menggunakan kertas saring whatman 42.

Pembuatan Silika Gel

Sebanyak 40 mL larutan natrium silikat hasil ekstraksi dari abu layang kelapa sawit ditambahkan larutan HCl 3 M tetes demi tetes sambil diaduk hingga terbentuk gel dan dilanjutkan sampai pH= 7 (hidrogel). Hidrogel dipanaskan dalam oven pada temperatur 80°C selama 18 jam untuk menghasilkan gel silika kering (xerogel). Silika xerogel digerus dan dicuci dengan aquademin sampai air bekas cucinya bersifat netral. Langkah selanjutnya silika xerogel dimasukkan dalam oven dan dipanaskan pada temperature 80° C selama 9 jam sehingga terbentuk kembali gel silika kering (xerogel). Silika xerogel digerus dan diayak hingga lolos ayakan 100 mesh. Hasil ayakan yang merupakan silika gel abu layang kelapa sawit. Silika gel dikarakterisasi menggunakan XRD dan FT-IR.

Adsorpsi dengan variasi waktu kontak

Sebanyak 1 gram silika gel dimasukkan ke dalam 20 ml minyak jelantah. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengadukan dengan variasi waktu kontak selama 60, 90 dan 120 menit. Selanjutnya endapan disaring dengan kertas saring.

Penentuan Asam Lemak Bebas

10 g minyak jelantah tanpa adsorpsi dan hasil adsorpsi variasi waktu kontak ditambahkan 10 mL etanol netral 96% kemudian dipanaskan selama 10 menit. Sebanyak 1 mL minyak tersebut ditetesi dengan 1 tetes indikator fenofalein. Campuran ini dititrasi dengan NaOH 0,1 N menggunakan mikro buret. Selanjutnya dilakukan perhitungan kandungan asam lemak bebas.

Teknik Analisis Data

Penentuan asam lemak bebas

$$\text{Asam Lemak Bebas (\%)} = \frac{V_{\text{NaOH(L)}} \times N_{\text{NaOH}} \times \text{BM As.Lemak(asam palmitat)}}{\text{Bobot Sampel(g)}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Penentuan kapasitas adsorpsi

$$\text{Kapasitas Adsorpsi}(q) = \frac{(C_0 - C_a)}{m} \times V \dots\dots\dots (2)$$

Penentuan efisiensi adsorpsi

$$\text{Efisiensi Adsorpsi} (\%) = \frac{(C_0 - C_a)}{(C_0)} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

HASIL PENELITIAN

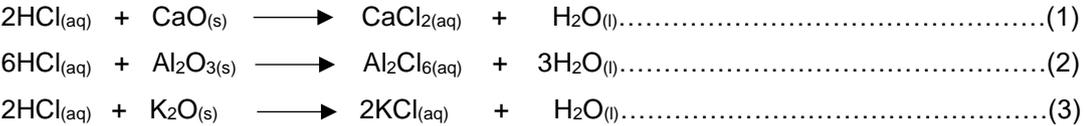
1. Preparasi dan Aktivasi Abu Sabut dan Cangkang Kelapa Sawit

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah abu layang kelapa sawit yang diperoleh dari PT Nusa Ina Group Seram Utara Timur Kobi Kabupaten Maluku Tengah. Proses preparasi sampel dimulai dengan menggerus abu dengan lumpang dan mengayaknya menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menyeragamkan ukuran partikel dan memperbesar luas permukaan. Setelah mendapatkan ukuran partikel yang seragam, abu layang kelapa sawit diaktivasi secara kimia menggunakan HCl. Proses aktivasi secara kimia dilakukan dengan HCl 2 M bertujuan untuk memisahkan senyawa pengotor selain SiO₂ di mana HCl sebagai asam kuat akan mampu melarutkan beberapa kandungan senyawa logam yang terdapat pada abu sabut dan cangkang kelapa sawit. Abu hasil aktivasi dinetralkan dengan akuades kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C hingga beratnya konstan. Pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar air pada pada abu.



Gambar 1. Abu Layang Kelapa sawit

Proses aktivasi merupakan hal yang sangat urgen dalam proses penyiapan adsorben di mana proses aktivasi dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor yang menutupi permukaan atau pori sehingga diperoleh abu dengan luas permukaan situs aktif yang lebih besar. Proses penghilangan pengotor atau pelarutan oksida lain akan meningkatkan persentase silika. Reaksi pelarutan oksida adalah sebagai berikut (Trivana, dkk., (2015):



2. Sintesis Silika Gel

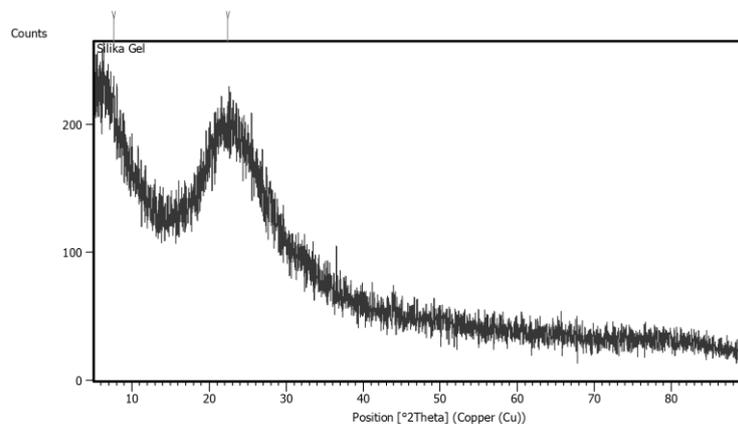
a. Pembuatan Natrium Silikat

Proses pembuatan Natrium Silikat dimulai dengan mencampurkan Abu layang kelapa sawit dengan NaOH. Proses ini dilakukan dengan menggunakan metode *Sol-gel* yang berfungsi untuk

Larutan HCl ditambahkan agar terbentuknya gel asam silikat dengan pH=7. Asam silikat bebas akan membentuk dimer, trimer dan selanjutnya sampai terbentuk polimer asam silikat serta bergabung membentuk bola polimer yang disebut *primary silica particle*. *Primary silica particle* pada ukuran tertentu akan mengalami kondensasi membentuk fasa padatan yang disebut alkogel. Alkogel yang didiamkan akan mengalami senirisis pada pelepasan NaCl sehingga dihasilkan gel kaku yang disebut hidrogel (Sriyanti dkk.2005). Hidrogel yang terbentuk dikeringkan dengan oven pada suhu 80°C selama 18 jam. Pengeringan dilakukan untuk melepaskan garam-garam natrium. Setelah itu, dilakukan pencucian dengan menggunakan aquades hingga netral membentuk serogel. Pencucian hidrogel bertujuan untuk memurnikan dari pengotor seperti garam dan mineral lain (Fathurrahman, dkk, 2020). Serogel yang telah netral dikeringkan kembali pada suhu 80°C selama 9 jam untuk mengeliminasi kandungan air dalam bahan dengan menguapkan air dari permukaan bahan sehingga dihasilkan silika gel (Yusrin, dkk, 2014).

c. Analisis kristalinitas silika gel dari abu layang kelapa sawit menggunakan X-RD

Kristalinitas silika gel abu layang kelapa sawit dianalisis menggunakan XRD. Hasil karakterisasi dengan XRD disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Difraktogram Abu Layang Kelapa Sawit

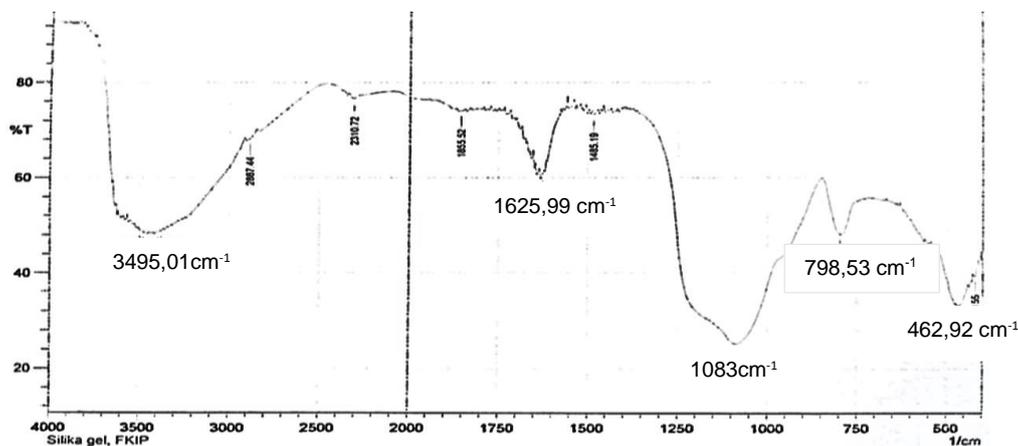
Berdasarkan difraktogram tersebut di atas terlihat puncak berupa gundukan dan melebar pada rentang $2\theta = 15-30^\circ$. Hal ini mengindikasikan bahwa silika gel hasil sintesis merupakan material yang bersifat amorf. Hal yang sama serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Fathurrahman, (2020) dimana silika gel hasil sintesis dari abu tongkol jagung memunculkan puncak melebar pada $2\theta 20 - 27^\circ$ pada difraktogramnya.

d. Analisis gugus fungsi Silika gel dari abu sabut dan cangkang kelapa sawit

Analisa gugus fungsi senyawa-senyawa yang terkandung dalam silika gel abu layang kelapa sawit menggunakan FTIR (*Fourier Transformed Infra Red*). FTIR banyak dimanfaatkan untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan menganalisis adanya gugus fungsi silanol dan siloksan dari SiO_2 pada abu layang kelapa sawit (Wulan Sari, 2018) Hasil analisis gugus fungsi silika gel abu layang kelapa sawit menggunakan FTIR, ditunjukkan melalui spektra pada Gambar 5.

Spektrum IR pada gambar 5 memperlihatkan munculnya puncak karakteristik untuk silika gel. Vibrasi rentang gugus OH dari gugus silanol (Si-OH) muncul pada bilangan gelombang $3495,51\text{cm}^{-1}$. Menurut Ananthi, (2016) vibrasi rentang gugus silanol muncul pada kisaran bilangan gelombang $3670-3000\text{ cm}^{-1}$. Serapan pada bilangan gelombang $1625,99\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk dari gugus Si-OH. Pada bilangan gelombang 1083 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetri Si-O dari Si-O-Si (gugus siloksan) dan adanya vibrasi ulur ini diperkuat

dengan adanya serapan pada bilangan gelombang $798,53\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $462,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk Si-O dari gugus fungsi Si-O-Si. Data hasil penelitian ini memiliki kemiripan dengan spektrum IR silika gel Merck, dimana vibrasi ulur OH dari gugus silanol muncul pada bilangan gelombang $3348,72\text{ cm}^{-1}$, Vibrasi tekuk OH pada bilangan gelombang $1635,64\text{ cm}^{-1}$, vibrasi ulur asimetri Si-O pada bilangan gelombang $1087,85\text{ cm}^{-1}$, vibrasi ulur simetri Si-O pada bilangan gelombang $794,67\text{ cm}^{-1}$, dan vibrasi tekuk Si-O pada bilangan gelombang $470,63\text{ cm}^{-1}$ (Sanam, dkk., 2022).



Gambar 5. Spektra IR Abu Layang Kelapa Sawit

3. Adsorpsi minyak jelantah menggunakan silika gel hasil sintesis

a. Penentuan kadar asam lemak bebas awal minyak jelantah

Sebelum dilakukan proses adsorpsi maka kandungan asam lemak bebas dalam minyak jelantah perlu dianalisis terlebih dahulu. Kadar asam lemak bebas ditentukan dengan metode titrasi asam basa. Minyak jelantah ditambahkan etanol netral 96% kemudian dipanaskan. Pemanasan dan penambahan alkohol mengakibatkan lemak dari minyak mengalami hidrolisis menjadi asam lemak. Kemudian ditetesi 1 tetes indikator fenofalein. Campuran ini dititrasi dengan NaOH 0,1 N menggunakan mikro buret sampai larutan berwarna merah muda. Selanjutnya dilakukan perhitungan kandungan asam lemak bebas. Persentase asam lemak bebas sebelum adsorpsi adalah sebesar 1,024%. Menurut SNI 01-3741-2013 tentang syarat mutu minyak goreng yang diperbolehkan untuk kadar asam lemak bebas dalam minyak sebesar 0,6% sehingga asam lemak bebas pada minyak jelantah telah melewati standar mutu minyak goreng. Untuk menurunkan kadar asam lemak bebas ini dilakukan proses adsorpsi menggunakan abu layang kelapa sawit.

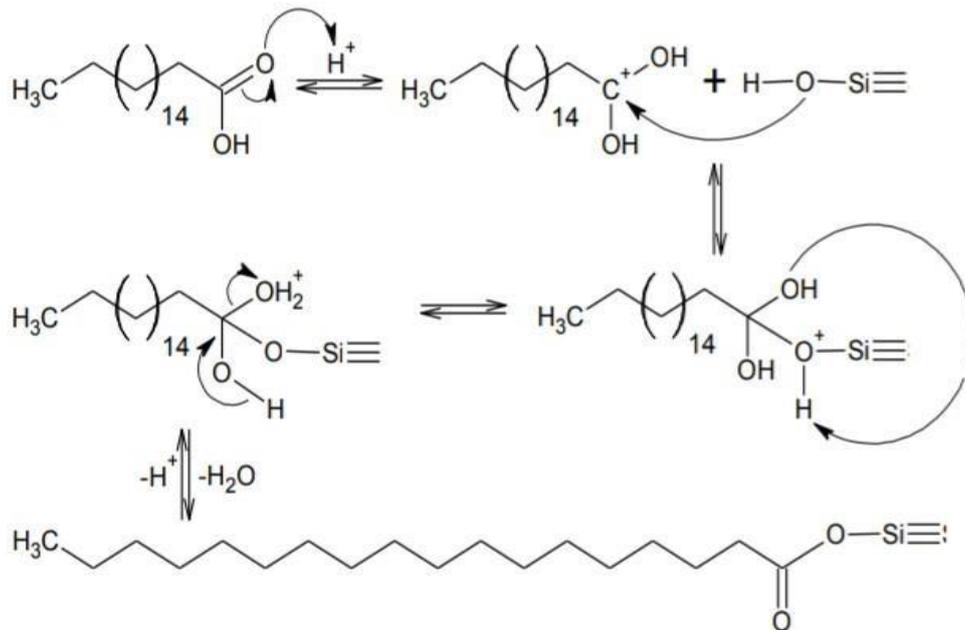
b. Analisis kandungan asam lemak bebas setelah adsorpsi

Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan *metode batch* dengan mencampurkan antara abu layang kelapa sawit dan minyak dalam pelarut etanol selama 60, 90, dan 120 menit. Selanjutnya dilakukan pengadukan agar terjadi kontak antara adsorben dengan larutan secara merata. Proses pengadukan sangatlah membantu proses adsorpsi dengan mempercepat gerak partikel dari ion-ion adsorben, sehingga tumbukan antar partikel yang semakin kuat menyebabkan partikel semakin besar untuk bereaksi (Hermanto, 2017). Setelah dilakukan titrasi diperoleh kadar asam lemak bebas yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Adsorpsi

Waktu Kontak (menit)	Massa adsorben (gram)	Presentase ALB Minyak Jelantah Sebelum Adsorpsi (%)	Presentase ALB Minyak Jelantah Setelah Adsorpsi (%)	Presentase Pengurangan Kadar ALB (%)
60	1	1,024	0,87	0,15
90	1	1,024	0,59	0,43
120	1	1,024	0,72	0,30

Berdasarkan data pada Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa adsorpsi asam lemak bebas tertinggi terjadi pada waktu kontak 90 menit dengan ditandai pengurangan asam lemak bebas sebesar 0,43%. Pada waktu kontak 120 adsorpsi asam lemak bebas pada minyak jelantah mengalami penurunan dan merupakan indikasi bahwa adsorbat mengalami kondisi jenuh. Setelah proses adsorpsi Kandungan asam lemak bebas pada minyak jelantah mengalami penurunan hingga memenuhi syarat SNI 01-3741-2013 yaitu maksimal 0,6%. Adapun mekanisme reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Gambar 6. Mekanisme Reaksi Antara Silika Gel dengan Asam Stearat (Saputra, dkk., 2014)

c. Kapasitas dan Efisiensi Adsorpsi Minyak Jelantah Menggunakan Silika Gel

Adsorpsi minyak jelantah menggunakan silika gel dilakukan dengan variasi waktu kontak. Variasi waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat sehingga dapat terjadi proses adsorpsi secara optimum.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Konsentrasi Sesudah Adsorpsi

Waktu Kontak (menit)	Konsentrasi Setelah Adsorpsi (%)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	Efisiensi Adsorpsi (%)
60	0,87	9,37	15,039
90	0,59	9,65	42,383
12	0,72	9,52	29,6875

Hasil perhitungan kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi menggunakan silika gel, terlihat bahwa kapasitas dan efisiensi adsorpsi asam lemak bebas tertinggi oleh silika gel yakni 9,65 mg/g sedangkan untuk efisiensi adsorpsinya sebesar 42,383% pada waktu kontak 90 menit dengan massa adsorben 1 gram.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Data difraktogram XRD dari silika gel menunjukkan puncak melebar pada $2\theta = 15-30^\circ$ dengan puncak tertinggi adalah pada $2\theta = 22,40^\circ$ hal ini mengindikasikan silika gel hasil sintesis merupakan material yang bersifat amorf. Hasil analisis silika gel menggunakan FTIR yaitu Vibrasi rentang gugus OH dari gugus silanol (Si-OH) muncul pada bilangan gelombang $3495,51\text{ cm}^{-1}$. Serapan pada bilangan gelombang $1625,99\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi tekuk dari gugus Si-OH. Pada bilangan gelombang 1083 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur asimetri Si-O dari Si-O-Si (gugus siloksan) dan adanya vibrasi ulur ini diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang $798,53\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $462,92\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk Si-O dari gugus fungsi Si-O-Si.
2. Kadar asam lemak bebas minyak jelantah awal sebesar 1,024%. Setelah proses adsorpsi penurunan kadar asam lemak bebas tertinggi terdapat pada waktu kontak 90 sebesar 0,59%.
3. Kapasitas dan efisiensi adsorpsi abu layang kelapa sawit terhadap asam lemak bebas minyak jelantah sebesar 9,65 mg/g dan 42,383%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananthi, A., Geetha, D., & Ramesh, P. S. 2016. Preparation and characterization of silica material from rice husk ash—an economically viable method. *Chemistry and Materials Research*, 8(6), 1-7.
- Ardhany, Syahrida Dian, Lamsiyah, 2018, Tingkat Pengetahuan Pedagang Warung Tenda Di Jalan Yos Sudarso Palangkaraya tentang Bahaya Penggunaan Minyak Jelantah Bagi Kesehatan, *Jurnal Surya Medika*, 3(2), 62-68.
- Bramanta, Arbiter Khalida., Prasetya, Dewa Made Adit., Susilowati., 2023, Pemanfaatan Limbah Sabut dan Tempurung Kelapa Sawit Sebagai Silika Gel, *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(2): 2366-2372.
- DS Syaputra, Robi Maulana., Rudiyanasyah., Wahyuni, Nelly., 2014. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Kaca Termodifikasi Asam Stearat, 3(3), 36-42.
- Fathurrahman. M, Agus Taufiq, Diana Widastuti, Fajar Dwi Fauzi Hidayat. 2020. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II), *Jurnal Kartika Kimia*, 3(2), 89-95.
- Hermanto, 2017. Pengaruh Putaran Pengadukan Pada Proses Ekstraksi Silika dari Sekam Padi. Ho Y.S. 2004. "Citation review of Lagergen Kinetic Rate Equation On Adsorption Reactions", *Scientometrics*, 59: 171-177.
- Kheang, Loh Soh., Subari, Fueziah., and A Kadir, Sharifah Aishah Syed. 2011. Pre-Treatment of Palm Olein-Derived Used Frying Oil As a Feedstock For Non-food Applications. *Journal of Oil Palm Research*, 23, 1185-1192

- Nainggolan, Bajoka, Susanti, Nora dan Juniar, Anna.2016. *Uji Kelayakan Minyak Goreng Curah dan Kemasan yang Digunakan Menggoreng Secara Berulang-ulang*. Fakultas MIPA, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Medan, pp. 45-57.
- Olu-Arotiowa O A., Odesanmi A. A., Adedotun B. K., Ajibade O. A., Olasesan I.P., Odofoin O. L. and Abass A. O. 2022. Review On Environmental Impact And Valourization Of Waste Cooking Oil, *Lautech Journal of Engineering and Technology*. 16(1), 144-1.
- Sanam, Putra Reinho Rosari., Pote, Lodowik Landi., Latumakulita, Gertreda. 2022. Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel Dari Limbah Batu Akik Asal Desa Nian Kabupaten Timor Tengah Utara Menggunakan Metode Sol Gel. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(2), 9-17.
- Sunarti, S., Mariwy, A., & Laitupa, A. N. (2023). Synthesis and Characterization of Silica Gel from Palm Shell and Coir Ash. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 11(1), 59-64.
- Syukri, I., Hindaryawati, N., dan R.R Dirgarini Julian N.S. 2017. Sintesis Silika dari Abu Sekam Padi Termodifikasi 2- Merkapto benzenotiazol Untuk Adsorpsi Ion Logam Cd²⁺ dan Cr⁶⁺. *Jurnal Atomik*, 02(2), 221-226.
- Trivana, Linda, Sri Sugiarti dan Eti Rohaeti. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na₂SiO₃) Dari Sekam Padi. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, (2), 66-77.
- Widayatno, Tri., Yuliatwati, Teti., Susilo, Agung Adi, 2017, Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dalam Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif, *Jurnal Teknologi Bahan alam*, 1(1), 17-23.
- Wimarsela, Sonia., Junaidi, Robert., Silviyati, Ida., 2021, Sintesis Silika Gel dari Abu Cangkang Serabut Kelapa Sawit Termobilisasi Difenilkarbazon dengan Metode Sol Gel, *Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*, 1(2), 165-17.
- Wulan Sari, Nindya., Yumna Fajri, Miskah., W, Anjas., 2018, Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Gorocho Merah (*Musa Acuminata* (L.)), *IJOB*, 2(1), 30-34.
- Yusri, AF., Susatyo, EB., Mahatmanti FW. 2014. Perbandingan Kemampuan Silika Gel Dari Abu Sabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Logam Cd, *Jurnal MIPA*, 37(2), 154-162.