

INOVASI LILIN AROMA TERAPI DARI MINYAK GORENG BEKAS: PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR DAN ADSORBEN

Esti Tri Kusuma Dewi¹, Malik Musthofa¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: D500190057@student.ums.ac.id mm160@ums.ac.id

Abstrak

Minyak jelantah (minyak goreng bekas) merupakan minyak goreng yang telah digunakan secara berulang sehingga mengalami penurunan kualitas Akibat dari proses penggorengan, setiap rumah tangga akan menghasilkan sisa minyak. Keadaan berulang seperti ini akan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan minyak jelantah yang telah dijernihkan dengan menggunakan adsorben karbon aktif dari serabut kelapa sebagai bahan baku lilin. Karbon aktif dipreparasi pada suhu 350°C, dan dikarakterisasi dengan SEM EDX dan BET surface analyzer. Proses pembuatan adsorben dan proses adsorpsi dilakukan dengan konsentrasi dan ukuran partikel yang bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil dari proses adsorpsi yang paling baik yaitu dengan variasi konsentrasi KOH 5 N dan ukuran partikel 20 mesh.

Kata kunci: Adsorpsi, Konsentrasi Larutan, Minyak Jelantah, Lilin

Pendahuluan

Minyak goreng jelantah merupakan minyak goreng bekas pakai yang telah digunakan berulang-ulang pemakaiannya dan telah turun kualitasnya. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan mutu minyak goreng jelantah yaitu menggunakan proses adsorpsi dengan menggunakan bahan yang dapat mengadsorpsi kotoran yang terdapat dalam minyak yang disebut dengan adsorben. Adsorben yang paling sering digunakan adalah karbon aktif, dimana karbon aktif yang digunakan telah diaktivasi terlebih dahulu untuk memperluas bagian pori-porinya sehingga daya adsorpsi menjadi lebih semakin baik. Suatu bahan jika semakin banyak kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin, maka akan semakin baik karbon aktif yang akan dihasilkan. (Puspita & Tjahjani, 2018).

Setelah dilakukan proses pemurnian ulang (*reprocessing*), minyak jelantah masih dapat dimanfaatkan kembali, namun karena keamanan pangan mengkonsumsi minyak goreng hasil *reprocessing* masih menjadi perdebatan dikarenakan adanya dugaan senyawa *acrolein*. Senyawa akrolein dapat menyebabkan keracunan bagi manusia, maka dilakukan alternatif lain dengan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku industri non pangan salah satunya yaitu pembuatan lilin. Lilin merupakan salah satu hidrokarbon jenuh dengan rantai terbuka dan merupakan senyawa alkana. Lilin terbaru dari petroleum, memiliki nilai yang paling komersial (Ahmar, Mustaqimah and Nurba, 2021).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pemurnian minyak bekas atau minyak jelantah sehingga dapat dipakai kembali. Pemurnian dilakukan dengan menggunakan adsorben yaitu serabut kelapa dengan uji mutu minyak menggunakan uji bilangan asam dan uji kadar air. Serabut kelapa merupakan bagian yang cukup besar dari buah kelapa. Sebanyak 35 % dari berat keseluruhan buah kelapa berada pada sabut kelapa. Sabut kelapa terdiri dari hubungan antara serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Pada setiap satu butir kelapa mengandung serat sebanyak 525 gram (75 % dari sabut), dan gabus 175 gram (25 % dari sabut). Rata-rata produksi buah kelapa secara keseluruhan setiap tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, jadi terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan setiap tahunnya. Pemilihan serabut kelapa sebagai adsorben dikarenakan banyaknya limbah serabut kelapa yang hanya dibuang begitu saja di lingkungan. Selain untuk mengurangi pencemaran lingkungan, hal ini juga dapat menambah nilai guna dari serabut kelapa.

Metode

Minyak jelantah diperoleh dari tempat makan ayam goreng sekitar Universitas Muhammadiyah Surakarta. Minyak tersebut kemudian disaring dan dilanjutkan dengan proses adsorpsi. Adsorben yang digunakan dalam penelitian ini berupa karbon aktif yang terbuat dari bahan dasar serabut kelapa yang di *furnace* pada suhu 350°C selama 30 menit. Selanjutnya sampel karbon yang sudah diaktivasi menggunakan larutan KOH dikarakterisasi dengan *Brunauer-Emmett-Teller* (BET) *surface analyzer* dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)-EDX.

Proses pembuatan adsorben dan proses adsorpsi dilakukan dengan konsentrasi aktivator dan ukuran partikel yang berbeda-beda. Variasi konsentrasi KOH yang digunakan yaitu 0,1 N, 0,25N, 0,5N sedangkan ukuran partikel

yang digunakan yaitu 20, 40, dan 70 mesh. Setiap variabel kemudian diukur bilangan asam dan kadar airnya untuk mengetahui mutu minyak yang telah dimurnikan. Hasil paling optimum dalam proses pemurnian (jernih, kadar air dan bilangan asam rendah) kemudian digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin.

Adsorben Karbon Aktif

Pada studi ini, adsorben yang digunakan bersumber dari serabut kelapa. Serabut kelapa yang akan menjadi adsorben mengalami proses pencucian terlebih dahulu dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari atau di dalam oven untuk mengurangi kadar air dalam serabut kelapa sebelum serabut kelapa dikarbonisasi. Setelah serabut kelapa kering, selanjutnya akan dilakukan tahap karbonisasi hingga serabut kelapa berubah menjadi arang. Arang serabut kelapa kemudian dihaluskan dengan menggunakan mortar, kemudian diayak dengan menggunakan ayakan berukuran 20, 40, dan 70 mesh. Sampel kemudian diaktivasi dengan larutan KOH 0,1, 0,25, dan 0,5N selama 24 jam. Sampel kemudian disaring, dicuci menggunakan aquadest hingga mencapai pH 7, lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C Selama 3 jam. Selanjutnya dilakukan proses uji kualitas minyak jelantah menggunakan adsorben dengan variasi konsentrasi KOH 0,1, 0,25, dan 0,5N dan variasi ukuran partikel 20, 40, dan 70 mesh.



Gambar 20 Serabut Kelapa



Gambar 21 Arang Serabut Kelapa



Gambar 22 Adsorben Arang Aktif Serabut Kelapa

Minyak Jelantah

Setelah mengalami proses adsorpsi minyak jelantah secara bertahap dapat merubah warna minyak jelantah yang awalnya berwarna coklat kehitaman menjadi coklat kekuningan yang lebih jernih dan baunya tidak tengik. Sedangkan menurut hasil penelitian dari (Yustinah and Hartini, 2011). Hasil perbandingan antara minyak murni dengan minyak bekas pakai berbeda jauh, hal ini dikarenakan minyak bekas pakai mempunyai warna yang lebih gelap dibandingkan warna aslinya, hal ini diduga sebagai akibat teroksidasinya komponen minyak seperti karotenoid dan vitamin, karena bereaksi dengan peroksida, juga kemungkinan adanya bahan yang dimasak terlarut dalam minyak.



Gambar 23 Minyak Jelantah



Gambar 24 Minyak Jelantah Setelah diadsorbsi

Hasil

Hasil Uji Bilangan Asam

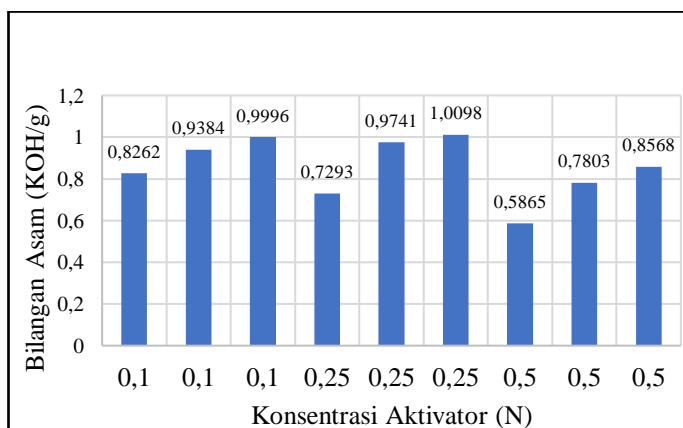
Dari hasil penelitian mengenai pengaruh variasi konsentrasi KOH dan ukuran partikel terhadap bilangan asam yang telah dilakukan didapatkan hasil bilangan asam sebelum titrasi dengan volume titrasi rata-rata sebesar 13,7 dan bilangan asam sebesar 1,3970. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi KOH dan ukuran partikel adsorben terhadap blangan asam pada proses penjernihan minyak goreng bekas dengan komposisi 10 gram adsorben dan 100 mL minyak goreng bekas dengan suhu 100°C dan massa 15 gram dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 12 Hasil Bilangan Asam Setelah Proses Adsorbsi

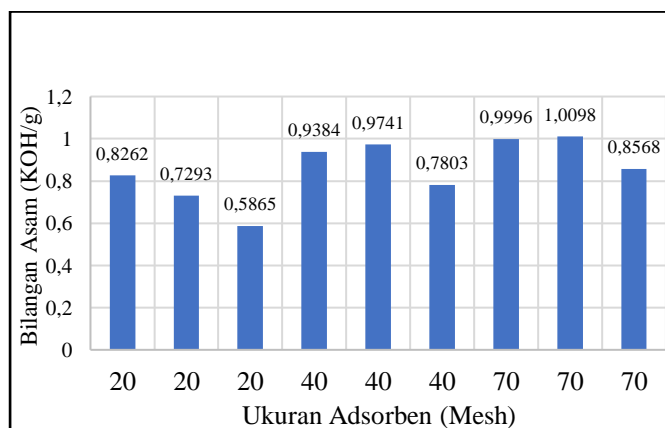
Variasi		Bilangan Asam (mg KOH/g)	Standar SNI 3741:2013
Ukuran Adsorben (Mesh)	Konsentrasi KOH (N)		
20	0,1	0,8262	Maks. 0,6 mg KOH/g
	0,25	0,7293	
	0,5	0,5865	

Variasi		Bilangan Asam (mg KOH/g)	Standar SNI 3741:2013
Ukuran Adsorben (Mesh)	Konsentrasi KOH (N)		
40	0,1	0,9384	
	0,25	0,9741	
	0,5	0,7803	
70	0,1	0,9996	
	0,25	1,0098	
	0,5	0,8568	

Tabel 1 menunjukkan hasil bilangan asam yang diperoleh pada masing masing variasi ukuran adsorben dan konsentrasi KOH. Pada ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai bilangan asam 0,8262 mg KOH/g, ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai bilangan asam 0,7293 mg KOH/g, ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai bilangan asam 0,5865 mg KOH/g, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai bilangan asam 0,9384 mg KOH/g, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai bilangan asam 0,9741 mg KOH/g, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai bilangan asam 0,7803 mg KOH/g, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai bilangan asam 0,9996 mg KOH/g, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai bilangan asam 1,0098 mg KOH/g, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai bilangan asam 0,8568 mg KOH/g. Data di atas dapat ditunjukkan pada gambar 9 dan gambar 10 sebagai berikut :



Gambar 6 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Bilangan Asam



Gambar 7 Grafik Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Bilangan Asam

Dari Gambar 6. maka diperoleh nilai bilangan asam yang menurun setelah diadsorpsi. Hasil bilangan asam paling tinggi yaitu sebesar 1,0098 mg KOH/g pada variasi ukuran konsentrasi KOH 0,25N. Sedangkan hasil bilangan asam paling rendah yaitu sebesar 0,5865 mg KOH/g pada variasi konsentrasi KOH 0,5 N. Dikarenakan semakin besar konsentrasi KOH pada adsorben, maka nilai bilangan asamnya semakin menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Khaidir et al., (2015) Bahwa perlakuan katalis KOH sangat berpengaruh terhadap nilai bilangan asam yang didapatkan. Semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai penurunan bilangan asam yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi katalis pengaktif yang digunakan maka semakin tinggi pula daya serap arang aktif yang dihasilkan

Dari Gambar 7. Maka diperoleh nilai kadar air yang menurun setelah diadsorpsi. Hasil bilangan asam paling tinggi yaitu sebesar 1,0098 mg KOH/g pada variasi ukuran partikel 70 mesh, sedangkan hasil bilangan asam paling rendah yaitu sebesar 0,5865 mg KOH/g pada variasi ukuran partikel 20 mesh. Dapat dijelaskan bahwa semakin kecil ukuran adsorben maka nilai bilangan asamnya semakin kecil. Hal ini dapat disebabkan karena serbuk arang yang lolos ayakan 70 mesh memiliki ukuran serbuk yang lebih halus daripada ukuran partikel 20 mesh dan 40 mesh, sehingga kemungkinan banyak serbuk arang yang mengalami kerusakan struktur karena ukuran yang terlalu halus sehingga menyebabkan daya serap arang menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Kuncoro Diharjo (2015), Penurunan nilai asam lemak bebas juga dipengaruhi oleh ukuran partikel dari adsorben, dimana semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin luas permukaan adsorben dan adsorben dapat menyerap asam lemak bebas lebih banyak. Hal ini terjadi juga pada penelitian (Fathurrahmaniah, Ewisahrani and Nursa'ban,

2022). Daya serap arang A₂ lebih kecil dibandingkan dengan arang A₁, hal ini dapat disebabkan karena serbuk arang yang lolos ayakan 100 mesh memiliki ukuran serbuk yang lebih halus.

Maka, dari variasi konsentrasi KOH dan ukuran adsorben yang paling optimal dalam menurunkan nilai bilangan asam adalah pada konsentrasi KOH 0,5 N dan ukuran adsorben 20 mesh, dengan nilai bilangan asam yaitu 0,5865 mg KOH/g yang mana sesuai dengan Standar SNI 3741:2013 mutu minyak goreng, dengan nilai bilangan asam maks. 0,6 mg KOH/g.

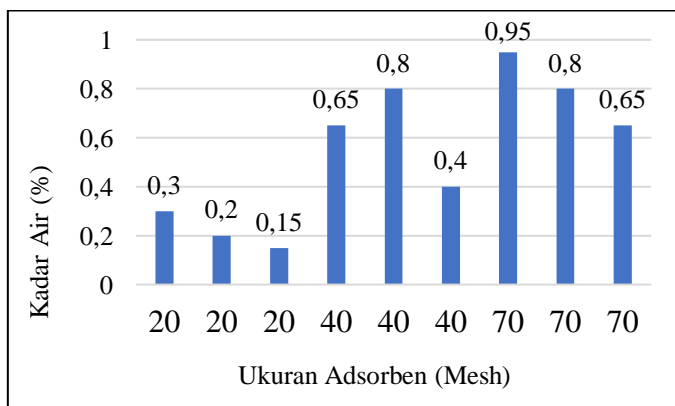
Hasil Uji Kadar Air

Hasil penelitian pengaruh konsentrasi KOH dan ukuran partikel adsorben terhadap kadar air minyak pada proses penjernihan minyak goreng bekas dengan komposisi 10 gram adsorben dan 100 mL minyak goreng bekas dengan suhu 100°C dan massa 15 gram dapat ditunjukkan pada tabel 2.

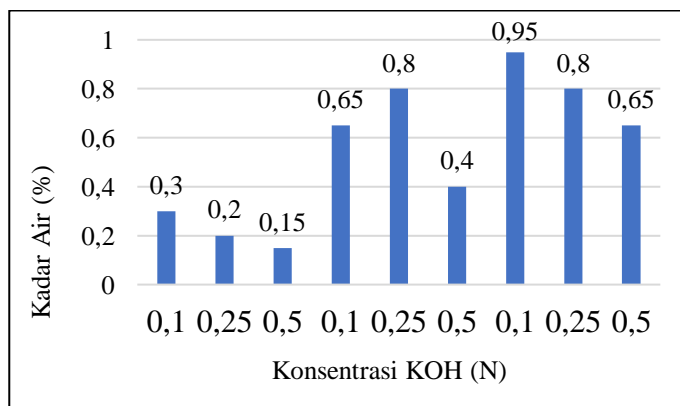
Tabel 13 Hasil Kadar Air Setelah Proses Adsorpsi

Variasi		Kadar Air (%)	Standar SNI 3741:2013
Ukuran Adsorben (Mesh)	Konsentrasi Aktivator (N)		
20	0,1	0,30	Maks. 0,15%
	0,25	0,20	
	0,5	0,15	
40	0,1	0,65	
	0,25	0,80	
	0,5	0,40	
70	0,1	0,95	
	0,25	0,80	
	0,5	0,65	

Tabel 2 menunjukkan hasil uji kadar air yang diperoleh pada masing masing variasi ukuran adsorben dan konsentrasi KOH. Pada ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai kadar air 0,30%, ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai kadar air 0,20%, ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai kadar air 0,15%, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai kadar air 0,65%, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai kadar air 0,80%, ukuran adsorben 40 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai kadar air 0,40%, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,1 N didapatkan nilai kadar air 0,95%, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,25 N didapatkan nilai kadar air 0,80%, ukuran adsorben 70 mesh dan konsentrasi KOH 0,5 N didapatkan nilai kadar air 0,65% Data di atas dapat ditunjukkan pada gambar 3 dan gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 8 Grafik Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kadar Air



Gambar 9 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH terhadap Kadar Air

Dari Gambar 8. Maka diperoleh nilai kadar air paling tinggi sebesar 0,95% pada variasi ukuran adsorben 70 mesh, dan nilai kadar air paling rendah sebesar 0,15% pada variasi ukuran adsorben 20 mesh. Dapat dijelaskan bahwa ukuran adsorben berpengaruh terhadap kadar air pada minyak jelantah, yaitu semakin kecil ukuran (mesh), maka kadar air yang terkandung dalam minyak juga semakin kecil. Hal ini sejalan dengan penelitian (Fathurrahmaniah, Ewisahrani and Nursa’ban, 2022). Bahwa semakin kecil ukuran partikel karbon aktif, maka

semakin rendah kadar air yang diperoleh. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dari karbon aktif, sehingga proses adsorpsi berjalan dengan baik dan mampu menurunkan kadar air pada minyak jelantah.

Dari Gambar 9. Maka diperoleh nilai kadar air paling tinggi sebesar 0,95% pada variasi konsentrasi KOH 0,1 N, dan nilai kadar air paling rendah sebesar 0,15% pada variasi konsentrasi KOH 0,5 N. Dapat dijelaskan bahwa konsentrasi KOH berpengaruh terhadap kadar air pada minyak jelantah. Semakin besar konsentrasi KOH yang digunakan dalam proses adsorpsi minyak, maka semakin kecil kadar airnya, yang diartikan besarnya konsentrasi bahan pengaktif akan menyebabkan bertambah luasnya permukaan karbon aktif yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Fathurrahmaniah, Ewisahrani and Nursa'ban, 2022), bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan pengaktif maka daya adsorpsi pada minyak goreng bekas semakin meningkat.

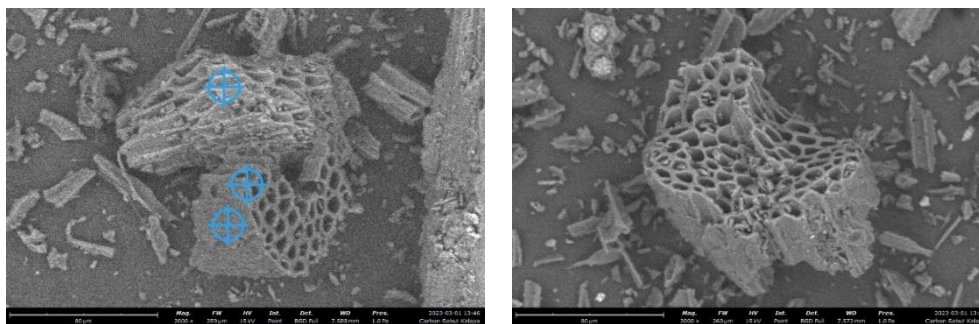
Maka, dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi KOH dan ukuran adsorben yang paling optimal dalam menurunkan kadar air pada minyak jelantah adalah pada konsentrasi KOH 0,5 N dan ukuran adsorben 20 mesh, dengan nilai kadar air yaitu 0,15 % yang mana sesuai dengan Standar SNI 3741:2013 mutu minyak goreng, dengan nilai kadar air maks. 0,15 %.

Analisis Hasil Karakterisasi Karbon Aktif

Analisis Hasil Uji SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray*)

Berdasarkan hasil SEM-EDX didapatkan bahwa persentase karbon adalah 72,12 %, untuk karbon serabut kelapa ukuran 259 μm . Dari uji SEM EDX yang telah dilakukan didapatkan hasil konsentrasi atom karbon sebesar 82,51% dan konsentrasi berat sebesar 74,8%, konsentrasi atom oksigen sebesar 15,152% dan konsentrasi berat sebesar 18,3%, serta konsentrasi atom potasium sebesar 2,338% dan konsentrasi berat sebesar 6,9%. Arang yang diaktivasi dengan KOH bertambah besar pori porinya. Hal ini disebabkan karena konsentrasi aktivator dapat menambah besaran pori dan membentuk pori baru. Morfologi arang aktif dengan aktivasi KOH memiliki struktur pori dengan ukuran : 259 μm , ukuran pori yang dihasilkan termasuk ke dalam struktur makropori.

Penambahan konsentrasi pada aktivator membuat sampel arang aktif menjadi lebih transparan atau tipis sehingga daya kontak karbon akan semakin besar. Hal tersebut mengakibatkan semakin besarnya luas permukaan aktif dari arang aktif tersebut. Luas permukaan 7.588 mm. Hal ini sejalan dengan penelitian Sartika & Hasmita, (2020), Memiliki struktur pori dengan ukuran paling besar 28,274 μm Secara keseluruhan diameter pori pada permukaan arang aktif tempurung kemiri hasil analisa SEM termasuk ke dalam struktur makropori (> 5) .



Gambar 10 Hasil Uji SEM-EDX

Analisis Hasil Uji BET (*Brunauer, Emmett dan Teller*)

Luas permukaan karbon aktif merupakan bagian terpenting dalam pemeliharaan kualitas karbon aktif yang dihasilkan. Karbon aktif dengan kualitas tinggi merupakan salah satu adsorben potensial yang digunakan dalam proses adsorpsi. Sebelum dianalisa sampel karbon di *degassing* terlebih dahulu untuk menghilangkan kontaminasi gas pada mikropori karbon aktif agar menghasilkan hasil analisis yang lebih akurat.

BET Multi-point BET results		
Isotherm Branch	Adsorption	
Slope	3379.51	
Intercept	-137.917	
Correlation coeff., r	0.940894	
C constant	-23.504	
Surface area	1.074 m ² /g	

Table - BET Multi-point BET		
Relative Pressure	Volume Adsorbed @STP cc/g	1 / [W((P/Po) - 1)]
0.0507288	-1.43626	-29.7702
0.215156	0.283081	774.8338
0.259263	0.379767	737.4120
0.300511	0.454574	756.1788

Gambar 11 Hasil Uji BET

Pada gambar 11 didapatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif sabut kelapa sebesar 1.074 m²/g. Berdasarkan hasil analisa BET Penelitian terdahulu, didapatkan hasil analisa BET didapatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif sabut kelapa sebesar 1.2516 m²/g. Menurut penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ukuran pori-pori pada luas permukaan menentukan kapasitas kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Jenis bahan karbon aktif dapat mempengaruhi kekuatan struktur dari pori-pori luas permukaan adsorben, karena struktur yang lebih kuat akan memiliki luas permukaan yang baik. Dari hasil uji *Surface Area Analyzer (SAA)*, karbon aktif sabut kelapa ini memiliki luas permukaan sebesar 53,39 m²/gram, total volume pori sebesar 0,04011 cc/gram, dan diameter pori rata-rata sebesar 2,85 nm.

Hasil Produk Lilin



Gambar 12 Hasil Produk Lilin

Pada gambar 12. Merupakan hasil lilin yang dibuat menggunakan hasil minyak jelantah yang telah dimurnikan dengan keadaan paling optimum. Menggunakan metode sebagai berikut : Paraffin sebanyak 6 gram dan 24 gram asam stearate ditimbang. Kemudian parafin dan asam stearat dipanaskan dengan menggunakan water bath dengan temperatur 50 - 60°C. Setelah parafin dan asam stearat meleleh menjadi fase cair, menambahkan minyak jelantah yang sudah dimurnikan pada cairan parafin dan asam stearate. Kemudian, larutan diaduk dan dipindahkan ke dalam cetakan. Pasang sumbu yang berasal dari benang katun pada posisi tengah cetakan. Diamkan selama semalam agar lilin memadat sempurna.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bilangan asam minyak jelantah sebelum adsorpsi sebesar 1,3974 KOH/g. Kondisi optimum adsorpsi yaitu pada ukuran adsorben 20 mesh dan konsentrasi KOH 0,5N diperoleh nilai hasil bilangan asam yang paling kecil yaitu sebesar 0,5865 mg KOH/g dengan kadar air 0,15 %. Hasil produk lilin menggunakan minyak jelantah yang sudah dimurnikan dengan kondisi paling optimum dari semua variasi penelitian didapatkan sifat fisik tidak bau tengik, warna putih kekuningan (tidak keruh) dan tidak lengket, serta warna api terang.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, Dosen pembimbing kami, Laboratorium Program Studi Teknik Kimia FT UMS, dan Laboratorium Instrumental Universitas Islam Indonesia.

Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- Ahmar, A., Mustaqimah, M. and Nurba, D. (2021) 'Kinerja Ghe Vent Dryer Dengan Menggunakan Lilin Sebagai Penyimpan Panas', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), pp. 586–593. Available at: <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18311>.
- Fathurrahmaniah, F., Ewisahrani, E. and Nursa'ban, E. (2022) 'Potensi Arang Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Goreng Bekas', *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 3(1), pp. 19–23. Available at: <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v3i1.110>.
- Khaidir, Nasruddin, & Syahputra, D. (2015). Pengolahan Ampas Kelapa Dalam Menjadi Biodiesel pada Beberapa Variasi Konsentrasi Katalis Kalium Hidroksida (KOH). *Jurnal Samudera*, 9(2), 78–92.
- Kuncoro Diharjo, S. , N. caroko ,. (2015). Pengaruh Grain Size Arang Aktif dari Bahan Limbah Industri Sagu Aren terhadap Penyerapan Polutan Limbah Batik. *Semesta Teknika*, 14(1), 86–93.