

PENGARUH SUHU DAN KECEPATAN PENGADUKAN PADA PROSES KONVERSI MINYAK GORENG BEKAS MENJADI LILIN

Adinda Dwi Wulandari¹, Malik Musthofa²

^{1,2}Jurusan 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

Abstrak

Minyak jelantah (minyak goreng bekas) merupakan minyak goreng yang telah digunakan secara berulang sehingga mengalami penurunan kualitas. Jumlah minyak jelantah sangat melimpah, yakni mencapai sekitar empat liter per bulannya dari setiap rumah. 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 adsorpsi dilakukan pada suhu dan kecepatan pengadukan yang bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil dari proses adsorpsi yang paling baik yaitu dengan variasi suhu adsorpsi 120°C dan kecepatan pengadukan 120 rpm. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu dan kecepatan pengadukan dalam adsorpsi minyak jelantah dan juga mengobservasi potensi minyak jelantah menjadi lilin dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif serabut kelapa. Penelitian ini sangat berguna bagi lingkungan dikarenakan mengurangi limbah baik padat yaitu berupa serabut kelapa dan juga cair berupa minyak jelantah serta memberikan edukasi kepada masyarakat terkait potensi minyak jelantah yang dapat diubah menjadi lilin dan dapat menghasilkan nilai jual yang cukup tinggi.

Kata kunci: Minyak Jelantah, Serabut Kelapa, Adsorpsi, Lilin

Pendahuluan

Minyak goreng jelantah merupakan minyak goreng bekas pakai yang telah digunakan berulang-ulang pemakaiannya dan telah turun kualitasnya yang berasal dari minyak goreng seperti halnya minyak sayur, minyak samin, minyak jagung dan lain sebagainya. Lemak yang terdapat pada makanan tidak boleh mengandung lebih dari 50% asam lemak bebas. (Winarsih, 2007). 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).

Dikarenakan 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. Parafin merupakan campuran dari alkana (ikatan rantai molekul atom karbon dan hidrogen yang panjang), yang terdapat di dalam minyak bumi. Lilin akan meleleh pada suhu 40 sampai 50 °C. Lilin merupakan suatu campuran dari hidrokarbon yang dipenuhi massa molekular yang tinggi, diproduksi selama penyulingan dari minyak ataupun petroleum. Lilin terbaru dari petroleum, memiliki nilai yang paling komersial (Fatimah, 2008).

Dalam penelitian ini akan dilakukan pemurnian minyak bekas atau minyak jelantah sehingga dapat dipakai kembali. Pemurnian dilakukan dengan menggunakan adsorben yaitu serabut kelapa. Sabut 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. Serat adalah bagian yang berharga dari sabut kelapa. 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 adsorpsi minyak jelantah dilakukan pada suhu dan kecepatan pengadukan, yang berbeda-beda. Variasi suhu yang digunakan yaitu 80, 100 dan 120°C sedangkan kecepatan pengadukan yang digunakan yaitu 80, 100, dan 120 rpm. Setiap variabel kemudian diukur bilangan asamnya. Hasil terbaik (jernih dan bilangan asam rendah) kemudian digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin.

Hasil

Dari hasil penelitian berdasarkan variasi suhu dan kecepatan pengadukan yang telah dilakukan didapatkan hasil bilangan asam sebelum titrasi dengan volume titrasi rata-rata sebesar 2,2 dan bilangan asam sebesar 0,935. Hasil penelitian suhu dan pengaruh kecepatan pengadukan pada proses penjernihan minyak goreng bekas dengan komposisi 10 gram adsorben dan 100 mL minyak goreng bekas dengan adsorben serabut kelapa sebesar 70 mesh dan massa 15 gram dapat ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Bilangan asam dan presentase penurunan bilangan asam setelah adsorpsi

Suhu (°C)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	V titrasi rata-rata (mL)	Bilangan Asam	Presentase penurunan bilangan asam (%)
80	80	2,2667	0,7854	14,96
	100	2,2333	0,8228	11,22
	120	1,9667	0,748	18,7
100	80	2,2	0,74052	19,448
	100	2,1667	0,6732	26,18
	120	2,1	0,7106	22,44
120	80	1,7667	0,6358	29,92
	100	1,7333	0,561	37,4
	120	1,6667	0,4862	44,88

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 70 mesh. Sampel kemudian diaktivasi dengan KOH selama 24 jam. Sampel disaring, dicuci dengan aquadest hingga mencapai pH 7, lalu dikeringkan di dalam oven pada suhu 100°C Selama 3 jam. Selanjutnya dilakukan proses uji kualitas arang aktif. Hasil pengujian kualitas arang aktif yang terbaik kemudian diaplikasikan sebagai adsorben minyak goreng bekas.



Gambar 1. Serabut Kelapa



Gambar 2. Adsorben Serabut Kelapa



Gambar 3. Adsorben Serabut kelapa setelah dihaluskan

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 sudah tidak terlalu tengik menyengat. Sedangkan menurut hasil penelitian dari Yustinah, 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 4. Minyak jelantah sebelum adsorpsi



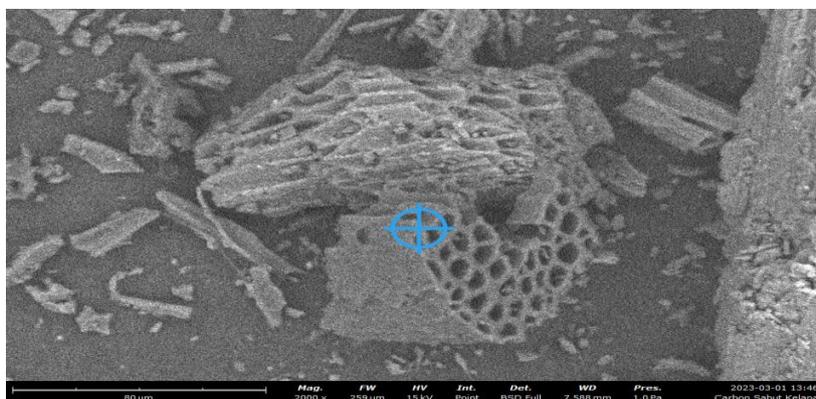
Gambar 5. Minyak jelantah sesudah minyak adsorpsi

Analisis Hasil

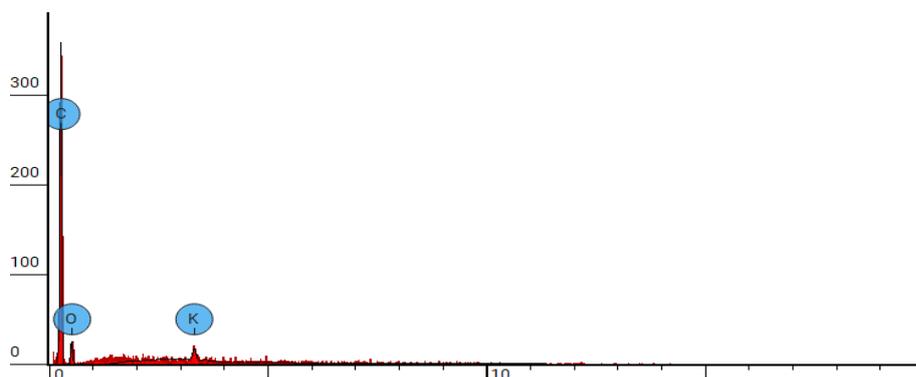
Analisis Hasil Uji SEM-EDX (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray)

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%.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Natasha, 2021 , hasil uji hasil SEM-EDX didapatkan bahwa persentase karbon adalah 67,7 %, presentase oksigen sebesar 26,00% dan konsentrasi potassium sebesar 2,55% untuk serabut kelapa ukuran 45 µm.



Element Number	Element Symbol	Element Name	Atomic Conc.	Weight Conc.
6	C	Carbon	82.510	74.800
8	O	Oxygen	15.152	18.300
19	K	Potassium	2.338	6.900



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 4. Hasil Uji BET (Braunear, Emmelt dan Teller) dari karbon aktif

Pada gambar diatas menunjukkan hasil pengujian BET dari luas permukaan pori-pori karbon aktif. Sampel berupa karbon aktif dari serabut kelapa dengan perlakuan lama aktivasi 24 jam dan konsentrasi aktivator berupa KOH sebanyak 0,5 N. Pengujian dilakukan pada suhu 300°C selama 60 menit dengan ukuran karbon aktif 70 mesh sebesar 1,074 m²/gram. Berdasarkan hasil uji diketahui bahwa luas permukaan sampel tergolong sebagai luas permukaan karbon aktif yang kecil (Mutiar dkk, 2016).

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.

Analisis Hasil Uji Bilangan Asam

Uji bilangan asam dilakukan untuk menyatakan jumlah senyawa asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak. Menurut uap air yang dihasilkan pada saat proses penggorengan menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida, menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol yang diindikasikan dengan bilangan asam. Semakin tinggi bilangan asam pada minyak menunjukkan semakin rendah kualitas minyak. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, syarat mutu pada bilangan asam minyak goreng yang baik adalah mencapai nilai maksimal 2 mg KOH/gr sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan (Syahrir et al., 2019).

Pada penelitian ini diperoleh hasil bilangan asam setelah adsorpsi ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

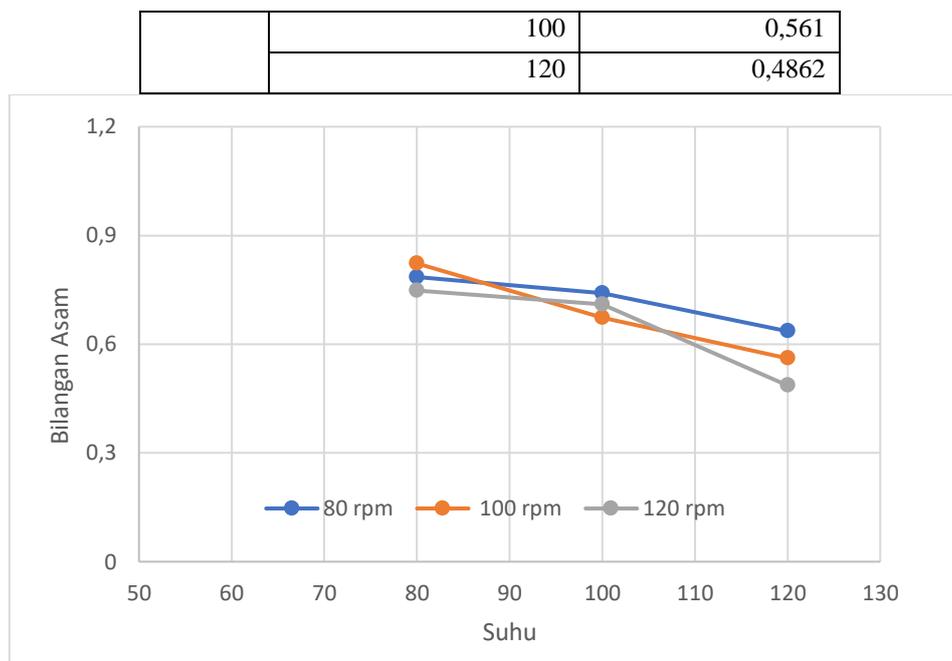
Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan bilangan asam pada minyak jelantah pada setiap penambahan suhu dan juga kecepatan pengadukannya. Semakin tinggi suhu dan semakin cepat kecepatan pengadukan yang diperlukan untuk proses penjernihan maka semakin baik pula asam lemak bebas yang terikat oleh adsorben, serta pada grafik tersebut menunjukkan semakin lama waktu kontak minyak goreng jelantah dengan adsorben maka banyak adsorben yang mengikat asam lemak bebas yang terkandung pada minyak goreng jelantah semakin banyak.

Sedangkan berdasarkan hasil penelitian dengan parameter suhu pemanasan dan kecepatan pengadukan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin cepat kecepatan pengadukan maka bilangan asam semakin turun. Hasil dimurnikan memenuhi persyaratan yaitu dengan persyaratan warna dan bau normal. Sedangkan pada penelitian ini diperoleh hasil bilangan asam sesudah adsorpsi ditunjukkan pada tabel:

Pada penelitian ini diperoleh hasil bilangan asam setelah adsorpsi ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai bilangan asam setelah adsorpsi dengan variasi

Suhu (°C)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Bilangan Asam
80	80	0,7854
	100	0,8228
	120	0,748
100	80	0,74052
	100	0,6732
	120	0,7106
120	80	0,6358



Gambar 5. Grafik Hubungan Bilangan Asam dengan Waktu Adsorpsi dan Massa Adsorben

Penelitian ini dilakukan menguji kualitas minyak goreng bekas dengan metode adsorpsi dan mempelajari pengaruh temperatur pada proses pemurnian terhadap kualitas minyak goreng bekas, sehingga dapat diketahui kondisi temperatur yang terbaik untuk memperbaiki kualitas minyak goreng bekas tersebut. Dari grafik gambar dapat dilihat bahwa penurunan bilangan asam akan semakin kecil seiring dengan penambahan suhu dan kecepatan pengadukan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi perlakuan terbaik yang digunakan untuk adsorpsi minyak jelantah menggunakan adsorben serabut kelapa terutama dalam penurunan nilai asam lemak bebas paling optimal adalah pada variasi perlakuan suhu 120 °C dan kecepatan pengadukan 120 rpm.

Analisis Hasil Uji Kadar Air

Salah satu sifat dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar air. Pengujian kadar air dilakukan dengan memanaskan karbon aktif untuk setiap suhu aktivasi sebanyak 1 gram dalam oven pada suhu 100 °C selama 2 jam. Dari pemanasan tersebut diharapkan air yang terkandung dalam arang akan menguap secara maksimal.

Pada proses pengujian kadar air, setelah sampel dipanaskan dalam oven, sampel dibiarkan selama 3 hari di dalam desikator. Dengan dibiarkannya sampel 3 hari tersebut menyebabkan sampel berinteraksi dengan udara bebas sehingga karbon aktif yang memiliki daya serap tinggi menyerap air di lingkungannya lebih besar. Hal ini mengakibatkan kadar air dalam karbon aktif pun besar. Banyaknya kadar air di dalam sample karbon aktif juga disebabkan adanya pengaruh besar kecilnya pH dari aktivator yang digunakan pada karbon aktif, karena pada saat pencucian membutuhkan air yang lebih banyak, sehingga karbon aktif menyerap air lebih banyak.

Melalui uji kadar air ini dapat diketahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif tidak menutup pori dari karbon aktif itu sendiri. Hilangnya molekul air yang ada pada karbon aktif menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif maka semakin baik kualitas dari karbon aktif tersebut.

Persentase kadar air karbon aktif yang diperoleh dengan suhu aktivasi sebesar 350°C yaitu sebesar 4,7%. Nilai kadar air dari sampel yang dihasilkan memenuhi standar kualitas karbon aktif berbentuk serbuk menurut Standar Industri Indonesia (SII No. 0258-79) yaitu maksimal dari 10 %.

Hasil Produk Lilin

Lilin adalah padatan parafin yang ditengahnya diberi sumbu tali yang berfungsi sebagai alat penerang. Sebagai bahan baku untuk pembuatan lilin adalah parafin padat, yaitu suatu campuran hidrokarbon padat yang diperoleh dari minyak mineral (bumi). 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.



Gambar 6. Hasil produk lilin

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan variasi suhu dan kecepatan pengadukan diperoleh bilangan asam minyak jelantah sebelum adsorpsi sebesar 0,935 mg KOH/g. Setelah dilakukan adsorpsi bilangan asam yang diperoleh oleh semua variasi sesuai dengan SNI 01-3741-2002 Standar Mutu Minyak Goreng. Penurunan bilangan asam paling besar yaitu sebanyak 39,27%. Sedangkan Kondisi optimum adsorpsi yaitu pada suhu adsorpsi dengan suhu 120°C dan kecepatan pengadukan 120 rpm diperoleh nilai hasil bilangan asam yang paling kecil yaitu sebesar 0,4862 mg KOH/g. Penurunan bilangan asam paling besar yaitu sebanyak 44,88%.

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

- Afdhalul Ahmar¹, Mustaqimah¹, D. N. (2021). *Kinerja Ghe Vent Dryer Dengan Menggunakan Lilin Sebagai Penyimpan Panas (Performance)*. 6(4), 586–593.
- Alamsyah, M., Kalla, R., & La Ifa, L. I. (2017). Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 2(2), 22. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v2i2.162>
- Astuti, A. Y., Linarti, U., & Indah Budiarti, G. (2021). Pengolahan Limbah Minyak Jelantah Menjadi Lilin Aromaterapi Di Bank Sampah Lintas Winongo, Kelurahan Bumijo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. *SPEKTA (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat: Teknologi Dan Aplikasi)*, 2(1), 73. <https://doi.org/10.12928/spekta.v2i1.3701>
- Delta. (2019). PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH (Waste Cooking Oil) DALAM PEMBUATAN LILIN AROMA TERAPI Utilization of Waste Cooking Oil in Making Aroma Therapy Candles. *Jurnal Kesehatan Luwu Raya*, 7(2), 37–42.
- Handayani, M., & Sulistiyono, E. (2009). UJI PERSAMAAN LANGMUIR DAN FREUNDLICH PADA PENYERAPAN ION LOGAM Cu(II) OLEH ZEOLIT. Vi, 130–136.
- Hartini, & Yustinah. (2011). Adsorpsi minyak goreng bekas menggunakan arang aktif dari sabut kelapa. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan”*, 1–5.
- Inayati, N. I., & Dhanti, K. R. (2021). Pemanfaatan Minyak Jelantah Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Lilin Aromaterapi Sebagai Alternatif Tambahan Penghasilan Pada Anggota Aisyiyah Desa Kebanggan Kec Sumbang. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <http://www.jurnal.stie-aas.ac.id/index.php/JAIM/article/view/2217/1079>
- Kane, S. N., Mishra, A., & Dutta, A. K. (2016). Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Kurniawan, I., Susanty, S., Hendrawati, T. Y., & ... (2021). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) Untuk Pemurnian Minyak Jelantah. *Prosiding ...*, November 2021, 1–7.

- <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/11460>
- Maulinda, L., Nasrul, Z., & Sari, D. N. (2015). Jurnal Teknologi Kimia Unimal Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- Ohimor, E. O., Temisa, D. O., & Ononiwu, P. I. (2021). Production of Activated Carbon from Carbonaceous Agricultural Waste Material: Coconut Fibres. *Nigerian Journal of Technology*, 40(1), 19–24. <https://doi.org/10.4314/njt.v40i1.4>
- Oktavian, R., Poerwadi, B., Pahleva, M. R., Muharyanto, M. W., & Supriyono. (2020). Synthesis and performance assessment of coconut fiber solid adsorbent for waste cooking oil purification as biodiesel feedstock. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 16(3), 374–377. <https://doi.org/10.11113/mjfas.v16n3.1522>
- Permadani, R. L., Ibadurrohman, M., & Slamet. (2018). Utilization of waste cooking oil as raw material for synthesis of Methyl Ester Sulfonates (MES) surfactant. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 105(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/105/1/012036>
- Purnama, H., Mistyanti, O., & Amin, R. K. (2014). Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Zeolit Alam : Pengaruh Massa Zeolit dan Waktu Pengadukan. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT) 2*, 17–22.
- Puspita, K. C., & Tjahjani, S. (2018). Application of activated carbon from keluwak shell (Pangium edule) as adsorben for waste cooking oil purification. *UNESA Journal of Chemistry*, 7(1), 1–7.
- Sarno, M., & Iuliano, M. (2019). Biodiesel production from waste cooking oil. *Green Processing and Synthesis*, 8(1), 828–836. <https://doi.org/10.1515/gps-2019-0053>
- Syahrir, I., Sahraeni, S., Kurniawan, A., Syaifuddin, P. F., Jurusan, D., Kimia, T., Negeri, P., Jurusan, M., Kimia, T., & Negeri, P. (2019). *EFEKTIVITAS PEMURNIAN MINYAK GORENG BEKAS DENGAN ADSORBEN ARANG* *Kebutuhan minyak goreng semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk , sehingga minyak goreng bekas yang dihasilkan akan semakin meningkat pula [2]. Penggunaan minyak. 2019*, 88–93.
- Widjajanti, E., Tutik, R., & Utomo, M. P. (2011). Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, July*, 115–122.