



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 881-895

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Mahkota Buah Nanas (*Ananas Comusus*) sebagai Bahan Dasar Sabun

Putri Elliza¹, Tuti Alawiyah², Risyda Komaliya³, Rahmadani⁴

¹Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Kesehatan Universitas Sari Mulia

²Program Studi Pendidikan Apoteker, Fakultas Kesehatan Universitas Sari Mulia

putriellizaa@gmail.com

Abstrak

Minyak jelantah mengandung kadar timbal (Pb) yang melewati ambang batas persyaratan mutu kadar timbal (Pb) pada makanan yang berbahaya jika digunakan sebelum dilakukan pengolahan. Karbon aktif mahkota nanas (*Ananas comusus*) salah satu bahan yang digunakan sebagai adsorpsi penurunan kadar timbal (Pb). Aplikasi dari minyak jelantah yang sudah diturunkan kadar timbal (Pb) sebagai bahan dasar pembuatan sabun cair. Mengetahui efektifitas penurunan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah dan melihat pengaruh perbedaan variasi kontak waktu paparan 30, 60 dan 90 menit terhadap penurunan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah serta mengetahui evaluasi sabun cair dari minyak jelantah yaitu, uji organoleptis, uji pH, dan uji tinggi busa. Jenis penelitian yang digunakan adalah true eksperimental dengan adanya perlakuan kontrol terhadap kelompok uji yaitu pemberian karbon aktif mahkota nanas terhadap minyak jelantah yang mengandung timbal (Pb). Rancangan penelitian yang digunakan Post test only control design. Uji kuantitatif menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallish. Efektifitas penurunan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah didapat waktu optimal yaitu 30 menit dengan persentase penurunan 100%. Hasil uji Kruskal Wallish tidak menunjukkan adanya pengaruh terhadap perbedaan variasi waktu. Hasil pemurnian minyak jelantah diolah menjadi sabun cair. Sabun cair dari minyak jelantah memiliki bau yang tidak tengik, jernih, pH 9,52 dan tinggi busa 71%. Karbon aktif mahkota buah nanas dapat menurunkan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah. Waktu optimal penurunan timbal (Pb) yaitu waktu 30 menit dengan persentase 100%. Minyak jelantah yang telah dimurnikan dimanfaatkan sebagai bahan dasar sabun cair.

Kata kunci: Karbon Aktif, Mahkota Nanas, Minyak Jelantah, Timbal, Spektrofotometri Serapan Atom

1. Latar Belakang

Minyak jelantah merupakan limbah yang mengandung berbagai macam karsinogenik dengan bilangan asam dan peroksida yang tinggi sehingga berbahaya bagi kesehatan jika digunakan secara terus menerus. Di Indonesia pada tahun 2019 ada sekitar 7,8 juta liter limbah dari minyak jelantah dikarenakan kebiasaan dari masyarakat setelah selesai penggunaan minyak jelantah dibuang begitu saja pada lingkungan (Kanda & Rahmawati, 2024). Minyak jelantah yang dibuang sembarangan mengalir ke saluran air hingga merubah senyawa air itu sendiri menjadi tidak layak digunakan (Garnida et al., 2022). Menurut hasil penelitian Desminarti, minyak jelantah mengandung logam berat berupa besi (Fe) ppm dan tembaga (Cu) (Desminarti & Joniarta, 2017).

Pada penelitian Hasibuan, minyak curah yang belum digunakan untuk penggorengan mengandung timbal sebesar 0,0974 ppm. Setelah dilakukan penggorengan timbal pada minyak curah meningkat menjadi 0.3859 ppm. Angka tersebut menunjukkan indikator kandungan timbal (Pb) yang dapat membahayakan kesehatan, karena batas maksimum BPOM yaitu 0.1 ppm. Faktor utama penyebab tingginya kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah dikarenakan pemakaian minyak goreng yang telah digunakan berulang. Berdasarkan hasil studi pendahuluan oleh peneliti di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Banjarbaru 2024 menggunakan metode SSA menunjukkan kadar timbal yang terkandung pada minyak jelantah sebesar 1,587 mg/ml pada 3,126 gram sampel, hal ini membuktikan bahwa sampel minyak jelantah yang berada di jalan Ahmad Yani KM 5,5 mengandung logam berat timbal (Pb). Sehingga perlu adanya upaya untuk penurunan kadar timbal tersebut.

Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Minyak Jelantah Menggunakan Karbon Aktif Mahkota Buah Nanas (*Ananas Comusus*) sebagai Bahan Dasar Sabun

Salah satu cara untuk penurunan kandungan timbal (Pb) pada minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif dari mahkota buah nanas. Karbon aktif merupakan arang yang didapat dengan cara pemrosesan menjadi bentuk tertentu yang memiliki kemampuan serapan atau adsorpsi yang besar pada material yang berwujud larutan. Karbon aktif memiliki daya serap yang tinggi karena memiliki volume pori yang dapat menyerap gas maupun residu dalam larutan (Putri et al., 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Endang 2014, karbon aktif yang digunakan dengan aktivator HCl sebagai adsorben pada penyerapan logam timbal (Pb) didapat kondisi optimal penyerapan logam timbal (Pb) pada waktu 1 jam terjadi pada konsentrasi aktivator 0,4M dan 0,6M dengan kapasitas penyerapan logam timbal (Pb) sebesar 0,15 mg/g dan pada waktu 2 jam terjadi juga pada waktu 2 jam dengan kapasitas penyerapan 0,1497 mg/g dan 0,1480 mg/g dengan kata lain kapasitas adsorpsi logam timbal (Pb) yang terjadi secara optimal terjadi pada konsentrasi HCl 0,4M dengan waktu perendaman 1 Jam (Supraptiah et al., 2014). Karbon aktif dapat berasal dari berbagai macam tumbuhan seperti kulit pisang, kulit singkong, kulit jagung, serabut kelapa dan mahkota nanas.

Menurut Penelitian Sirajuddin dkk (2019), mahkota nanas mengandung unsur-unsur karbon seperti selulosa sebanyak 69,5-71,5%, pentosan 17,0-17,8%, lignin 4,4-4,7%, dan abu 0,71-0,87%, protein dan lain sebagainya sehingga dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif melalui proses aktivasi dan karbonisasi. Berdasarkan penelitian sebelumnya karbon aktif yang terbuat dari mahkota nanas dapat menyerap secara maksimum kadar logam timbal sebesar 81,15 % pada sampel yang diuji yaitu MN2M (Putri et al., 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya mengolah minyak jelantah menjadi produk daur ulang yang bisa dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari salah satunya menjadi lilin aroma terapi (Darmana et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa limbah minyak jelantah dapat dimanfaatkan kembali.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *true experimental* untuk mengevaluasi efektivitas karbon aktif dari mahkota nanas dalam menurunkan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Universitas Sari Mulia untuk preparasi sampel, pembuatan karbon aktif, dan pembuatan sabun, sedangkan analisis kadar timbal menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Banjarbaru. Sampel minyak jelantah diperoleh dari pedagang kaki lima di Jalan Ahmad Yani KM 5,5 Banjarmasin selama periode November 2024 hingga Juli 2025. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Post Test Only Control Design* dengan dua kelompok, yaitu kelompok kontrol tanpa perlakuan dan kelompok eksperimen dengan perlakuan karbon aktif pada variasi waktu kontak 30, 60, dan 90 menit (Notoatmodjo, 2018). Karbon aktif dibuat melalui tahap dehidrasi, karbonisasi pada suhu 400°C, dan aktivasi kimia menggunakan KOH 25% untuk meningkatkan porositas karbon, kemudian diuji kualitasnya berdasarkan SNI No. 06-3730-1995 melalui pengujian kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin (Aryani, 2019; Rahmadani & Kurniawati, 2017).

Proses pemurnian minyak dilakukan dengan menambahkan karbon aktif sebanyak 3 gram ke dalam 30 ml minyak jelantah dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan variasi waktu kontak, kemudian disaring dan dianalisis kadar Pb-nya menggunakan SSA sesuai prosedur SNI 8776:2019. Larutan standar timbal disiapkan bertingkat untuk membentuk kurva kalibrasi dan memastikan linearitas metode dengan nilai koefisien korelasi memenuhi kriteria AOAC (Fajar Nugraha et al., 2021). Validasi metode dilakukan melalui pengujian linearitas, *Limit Of Detection* (LOD), *Limit Of Quantitation* (LOQ), presisi, dan akurasi guna menjamin keandalan hasil pengukuran (Apriliyani et al., 2018; Ramadhan & Musfiroh, 2021). Data dianalisis secara univariat dan bivariat menggunakan uji *one way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan penurunan kadar Pb antar variasi waktu kontak karbon aktif (Sukma Senjaya et al., 2022). Populasi penelitian berupa minyak jelantah dari pedagang pinggir jalan, dengan sampel sebanyak 5 liter yang dipilih secara purposive berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi tertentu (Sugiyono, 2019; Ani et al., 2021). Setelah proses pemurnian, minyak jelantah dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan sabun cair yang selanjutnya diuji secara organoleptis, tinggi busa, dan pH untuk memastikan kualitas produk (Agustina & Tarigan, 2021; Mopangga et al., 2021; Usman & Baharuddin, 2023).

Instrumen utama penelitian adalah SSA yang telah diuji validitas dan reliabilitasnya sehingga mampu menghasilkan data yang konsisten dan dapat dipercaya (Asiva Noor Rachmayani, 2015). Analisis akhir meliputi perhitungan persentase penurunan kadar Pb dengan membandingkan konsentrasi awal dan akhir, serta pengujian hipotesis pada taraf signifikansi 5% untuk menentukan pengaruh signifikan karbon aktif mahkota nanas terhadap

penurunan kadar timbal pada minyak jelantah (Notoatmodjo, 2018). Penelitian ini tidak memerlukan *ethical clearance* maupun *informed consent* karena tidak melibatkan makhluk hidup, namun tetap memperhatikan prinsip manfaat dan keadilan dalam pelaksanaannya (Handayani, 2018; Ilmu et al., 2016).

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Deskripsi Lokasi penelitian

Mahkota buah nanas diambil dari penjual nanas dipinggir jalan Ahmad Yani, Kayu Bawang, Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Sampel minyak jelantah yang digunakan diambil dari pedangan lalapan pinggir Jalan Ahmad Yani KM. 5,5 Banjarmasin. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Kesehatan Universitas Sari Mulia yang berada di jalan Pramuka kemudian pengujian dilanjutkan di Laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Banjarbaru.

3.2. Hasil Penelitian

1. Pembuatan Karbon Aktif Mahkota Nanas

Pembuatan karbon aktif mahkota buah nanas melalui 3 proses yaitu proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Limbah mahkota buah nanas sebanyak 5000 gram didehidrasi sehingga mendapatkan simplisia kering mahkota buah nanas sebanyak 450 gram.

Proses selanjutnya yaitu karbonisasi menggunakan *furnace* dengan suhu 400°C selama 3 jam. Karbon aktif yang telah difurnace dihaluskan menggunakan blender kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Berat karbon aktif yang dihasilkan setelah proses karbonisasi sebanyak 103,27 gram.

Tahap aktivasi merupakan tahapan terakhir dalam pembuatan karbon aktif. Pada proses ini menggunakan aktivasi kimia yaitu mencampurkan arang dengan KOH 25%. Karbon aktif yang telah tercampur KOH 25% diaduk menggunakan stirer diatas hotplate dengan suhu 80°C selama 1 jam. Setelah pemanasan karbon aktif didiamkan selama 24 jam.

Setelah proses aktivasi karbon aktif disaring menggunakan saringan vacum selanjutnya dilakukan proses netralisasi menggunakan HCl 0,5 N dan aquadest panas. Netralisasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan KOH yang bersifat basa agar pH karbon aktif kembali ke pH netral yaitu pH 7. Karbon aktif yang didapatkan setelah proses aktivasi sebanyak 70,1 gram



Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

Gambar 3 Proses Aktivasi Mahkota Buah Nanas

2. Uji Karakteristik Karbon Aktif Mahkota Buah Nanas

Uji karakteristik karbon aktif mahkota nanas dapat berupa uji kadar air, uji kadar abu dan uji daya serap iodine. Hasil uji karakteristik karbon aktif mahkota nanas ditunjukkan pada tabel berikut

Tabel 1 Uji Kadar Air, Uji Kadar Abu dan Uji Daya Serap Iodin

No.	Uji Karakteristik	Hasil	SNI	Keterangan
1.	Kadar Air	3%	Mak. 15%	Memenuhi syarat
2.	Kadar Abu	8%	Mak. 10%	
3.	Daya Serap Iodine	1.864 mg/g	Min. 750 mg/g	

Sumber: Dokumentasi pribadi, 2025

3. Pemurnian Minyak Jelantah

Proses pemurnian minyak jelantah yang mengandung timbal (Pb) dilakukan menggunakan karbon aktif mahkota buah nanas menggunakan perbandingan 1:10. Karbon aktif mahkota nanas yang digunakan sebanyak 3 gram untuk 30 ml sampel minyak jelantah, selanjutnya diaduk menggunakan stirer sambil dipanaskan menggunakan hotplate dengan suhu 100° C dengan waktu yang telah ditentukan yaitu 30, 60 dan 90 menit. Kemudian saring menggunakan saringan penghisap untuk memisahkan antara filtrat dan residu. Filtrat yang dihasilkan dilakukan pengujian menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk mengetahui penurunan kadar timbal yang terdapat pada minyak jelantah.

4. Hasil Uji Kuantitatif

a. Kurva Kalibrasi Timbal (Pb)

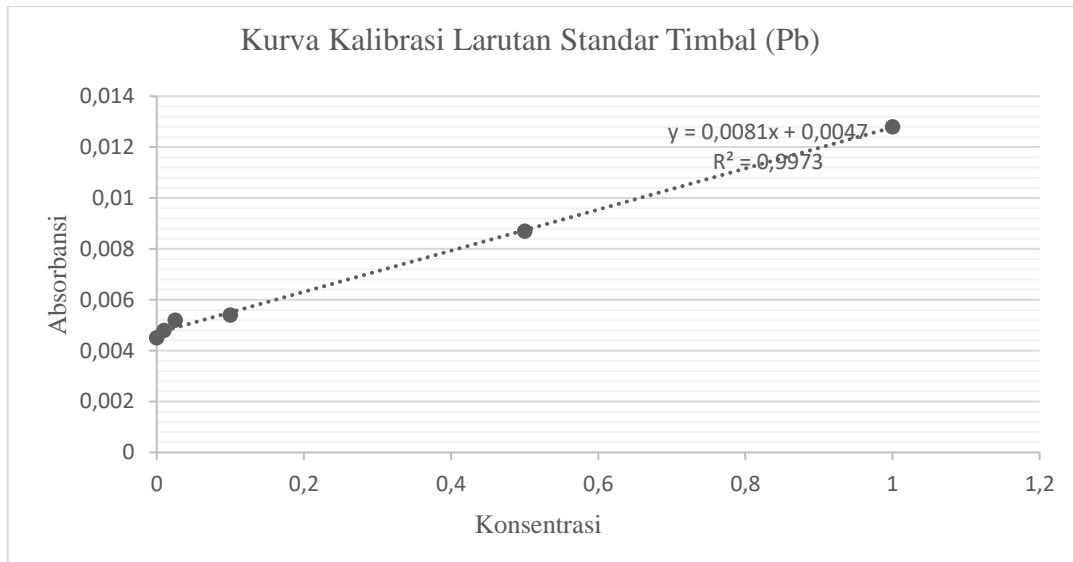
Kurva Kalibrasi timbal (Pb) dapat ditentukan menggunakan seri deret standar yaitu 0,0 ppm, 0,01 ppm, 0,025 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm dan 1 ppm yang kemudian diukur dengan panjang gelombang lampu katoda timbal (Pb) 284,25 nm. Penentuan nilai absorbansi pada penelitian ini memperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 2 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Timbal

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,0000	0,0045
2	0,0100	0,0048
3	0,0250	0,0052
4	0,1000	0,0054
5	0,5000	0,0087
6	1,0000	0,0128

Sumber: BSPJI, 2025

Bedasarkan hasil pengukuran larutan deret standar timbal (Pb) dengan variasi ppm 0,0 ppm, 0,01 ppm, 0,025 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm, dan 1 ppm sehingga mendapatkan nilai persamaan regresi linier yaitu, a (*intersept*) = 0,0047; b (*slope*) = 0,0081 dan r (koefisien korelasi) = 0,9973. Nilai regresi linier yang dihasilkan mendapatkan kurva kalibrasi larutan standar timbal (Pb) sebagai gambar berikut :



Sumber: BSPJI, 2025

Gambar 4 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Timbal (Pb)

b. Pengukuran Kadar Timbal (Pb) pada Minyak Jelantah

Pengukuran kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), dengan membandingkan antara kelompok tanpa perlakuan dan kelompok dengan perlakuan paparan karbon aktif mahkota nanas yang memiliki konsentrasi waktu yang berbeda yaitu 30, 60 dan 90 menit. Untuk mengetahui kadar timbal (Pb) yang terdapat pada sampel minyak jelantah dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus ppm} : y = bx + a$$

Keterangan:

- a : Intersep
- b : Slope
- y : Absorbansi
- x : Konsentrasi sampel

Diperoleh hasil pengukuran kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah sebagai berikut :

Tabel 3 Pengukuran Kadar Timbal (Pb) Pada Minyak Jelantah

Kontak Paparan	Waktu	Absorbansi	Kadar ppm	Bobot (g)	Kadar (mg/kg)
Kontrol		0,0992	186,596	3,126	1,587
	30	-0,854	-105,987 (0)	2,0071	-21,269 (0)
	60	-0,829	-102,925 (0)	2,0081	-20,641 (0)
	90	-0,879	-109,037 (0)	2,0087	-21,867 (0)

Sumber : BSPJI, 2025

Berdasarkan hasil pengukuran timbal yang terdapat pada tabel diatas dapat dilihat bahwa kandungan timbal (Pb) pada kelompok kontrol memiliki angka yang paling tinggi hal ini disebabkan karena kelompok kontrol merupakan kelompok yang tidak diberikan perlakuan sedangkan pada kelompok uji yaitu waktu 30, 60, dan 90 menit terlihat penurunan kadar timbal (Pb).

c. Hasil Persentase Penurunan Kadar Timbal (Pb) pada Minyak Jelantah

Persentase kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah setelah diberikan perlakuan yaitu filtrasi menggunakan karbon aktif mahkota nanas dengan konsentrasi waktu 30, 60 dan 90 menit dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus ppm : } X = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100 \%$$

Keterangan:

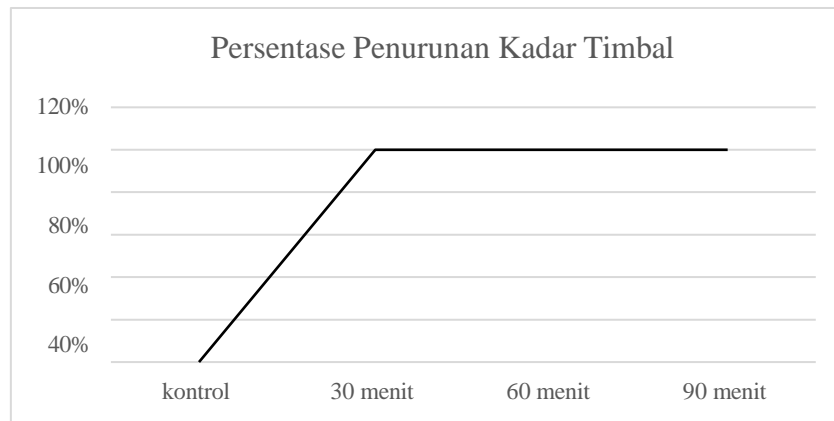
- X : Penurunan kadar
- C0 : Konsentrasi awal
- C1 : Konsentrasi akhir

Tabel 4 Persentase Penurunan Kadar Timbal (Pb) Pada Minyak Jelantah

No.	Paparan Waktu Kontak	% Penurunan Timbal (Pb)
1	Kontrol	0 %
2	30	100 %
3	60	100 %
4	90	100 %

Sumber : BSPJI, 2025

Berdasarkan hasil yang terdapat pada tabel diatas dapat dilihat pada kelompok kontrol tidak ada terdapat perubahan dikarenakan tidak ada diberikan perlakuan. Sedangkan pada kelompok uji dapat terlihat adanya penurunan kadar timbal dimulai dari menit 30. Hasil persentase penurunan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



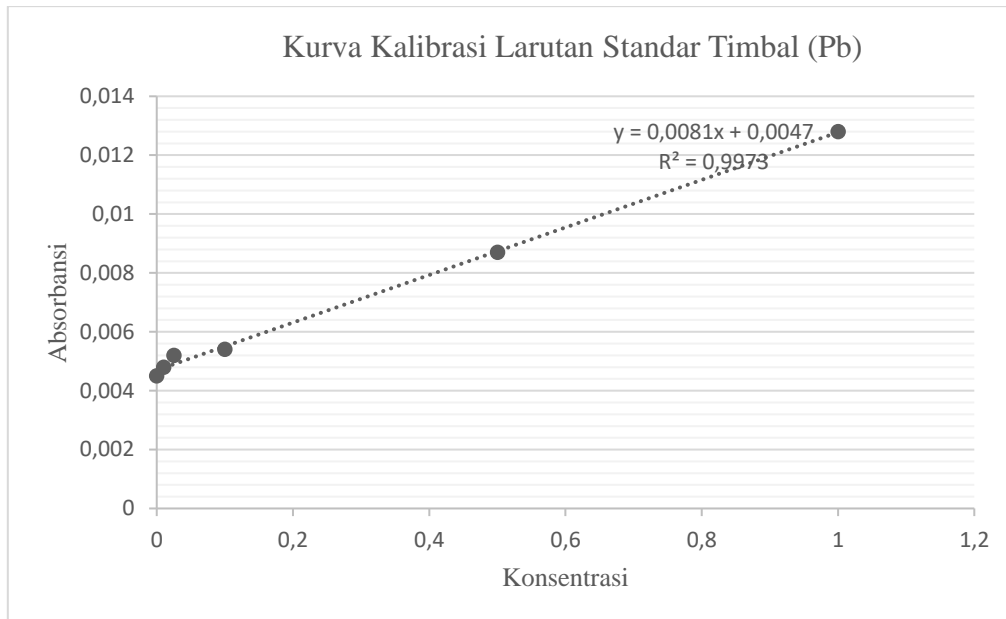
Sumber: Data Primer, 2025

Gambar 5 Persentase Penurunan Kadar Timbal (Pb)

d. Uji Validitas Intrumen Penelitian

1) Uji linearitas

Uji linearitas ditentukan dengan mengukur deret standar timbal (Pb) menggunakan konsentrasi 0,0 ppm, 0,01 ppm, 0,025 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm, dan 1 ppm. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang 384, 25 nm. Hasil pengukuran deret standar timbal dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Sumber: BSPJI, 2025

Gambar 6 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Timbal (Pb)

Berdasarkan dari hasil persamaan regresi linier yang telah diperoleh selanjutnya dihitung nilai koefisien korelasi (r^2) sehingga memperoleh nilai garis lurus yaitu $y = bx + a$ yaitu, nilai a (intersept) adalah 0,0047, b (slope) = 0,0081, dan r (koefisien korelasi) = 0,996.

2) Uji Presisi dan Akurasi

Uji presisi dan akurasi dilakukan dengan menggunakan larutan standar timbal (Pb) dan sampel secara statistik. Selanjutnya ditentukan beberapa kriteria yaitu standar deviasi, berikut tabel uji presisi dan akurasi.

Tabel 5 Perhitungan Uji Presisi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	0,1611
2	0,1611
3	0,1611
4	0,1611
5	0,1487
6	0,1487
7	0,1487
Jumlah	1,0905
Rata -rata	0,155785714
SD	0,000000751
RSD %	4,2546 %

Sumber : Data Primer, 2025

Tabel 6 Perhitungan Uji Akurasi

CI	C2	C3	% Recovery	Hasil
0,4829	0	0,4953	100%	97,496
0,4829	0	0,4953	100%	97,496
0,4705	0	0,4953	100%	94,993
0,4829	0	0,4953	100%	97,496
0,4953	0	0,4953	100%	100
0,4953	0	0,4953	100%	100
0,4953	0	0,4953	100%	100
Rata – rata % (Recovery)				98,2 %

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan dari hasil uji presisi dan akurasi yang dapat dilihat pada tabel diatas didapatkan nilai RSD% sebesar 4,254% setelah dilakukan replikasi sebanyak 7 kali. Selanjutnya Nilai recovery didapatkan sebesar 98,2% setelah dilakukan 7 kali replikasi.

3) Uji *Limit of Detection (LoD)* dan *Limit of Quantitation (LoQ)*

Pengujian LOD dan LOQ dilakukan dengan menggunakan deret standar timbal (Pb) secara statistik yang kemudian didapatkan nilai LOD dan LOQ. Perhitungan uji LOD dan LOQ dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6 Perhitungan Uji LOD dan LOQ

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (y)	Yi (b.x)+ a)	(y-yi)	(y-yi) ²
1	0	0,0045	0,0047	-0,0002	0,00000004
2	0,01	0,0048	0,004781	0,00019	0,000000361
3	0,025	0,0052	0,0049025	0,0002975	0,00000009
4	0,1	0,0054	0,00551	-0,00011	0,00000001
5	0,5	0,0087	0,00875	-0,00005	0,00000025
6	1	0,0128	0,0128	0	0
$\sum (y-y_i)^2$					0,000000751
Persamaan regresi linier					0,0081x+0,0047
SD					0,000000751
LOD (mg/L)					0,160481
LOQ (mg/L)					0,534939

Sumber : Data Primer, 2025

Berdasarkan hasil dari uji yang terdapat pada tabel diatas, diperoleh nilai LOD 0,160481 mg/L dan nilai LOQ sebesar 0,534939 mg/L, pengujian ini berdasarkan pendekatan pada nilai slope (b) yang didapatkan dari persamaan linier larutan standar timbal (Pb).

e. Hasil Analisis Data

1) Uji Normalitas

Uji normalitas adalah pengujian dilakukan untuk mengetahui normal atau tidak dari suatu distribusi data, adapun uji yang digunakan dalam analisis ini yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* atau uji *Shapiro Wil* (Quraisy & Hasni, 2021). Pada penelitian ini uji normalitas didapatkan nilai sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov “			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig
Kadar Pb	.442	4	.	.671	4	.005

Berdasarkan hasil Tabel 7 mengatakan bahwa pada normalitas kadar Timbal (Pb) diperoleh nilai signifikan (Sig) < 0,05 yang artinya data menyebar tidak normal.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas bahan acuan untuk menentukan apakah varian dari dua atau lebih kelompok data adalah sama atau tidak (Zulkifli *et al.*, 2025). Dasar atau pedoman pengambilan keputusan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

1. Jika nilai signifikan atau Sig. < 0,05, maka dikatakan bahwa varian dari dua atau lebih kelompok populasi data tidak homogen.
2. Jika nilai signifikan atau Sig. > 0,05, maka dikatakan bahwa varians dari dua atau lebih kelompok populasi data adalah homogen.

Berdasarkan hasil pengujian menyatakan tidak homogen yang mengakibatkan data terlalu kecil sehingga tidak dapat diproses

1. Uji Anova

Pengujian One Way ANOVA tidak dapat dilanjutkan dikarenakan data tidak homogen dan tidak memenuhi syarat maka alternatif menggunakan pengujian Kruskal Wallish.

2. Uji Kruskal Wallish.

Uji Kruskal Wallish merupakan pengujian nonparametrik dari Analisa varian satu jalur (One Way ANOVA) dimana nilai untuk kondisi beberapa persyaratan tidak bisa terpenuhi untuk analisis parametris (Quraisy & Hasni, 2021). Perhitungan dilakukan dengan menggunakan SPSS 17, dan diketahui hasil dari uji Kruskall Wallis adalah apabila nilai signifikansi $a < 0,05$ maka H_a diterima dan sebaliknya bila $a > 0,05$ maka H_o tidak diterima. Adapun hasil dari pengujian Kruskal Wallish dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 8 Hasil Uji Kruskal Wallish

	Kadar Pb
Chi-Square	3.000
Df	3
Asymp. Sig.	.392

Berdasarkan hasil Tabel diatas didapatkan bahwa pada uji Kruskal Wallish kadar timbal (Pb) diperoleh nilai signifikan (Sig) $0.392 > 0.05$ dimana artinya tidak ada perbedaan antara pengaruh konsentrasi perbedaan waktu terhadap penurunan kadar timbal (Pb).

f. Pembuatan Sabun

Pada penelitian ini minyak jelantah yang telah dimurnikan menggunakan karbon aktif mahkota nanas yang telah dilakukan uji kuantitatif dimana kandungan timbal (Pb) yang terdapat pada minyak jelantah dapat terserap habis oleh karbon aktif mahkota nanas selanjutnya hasil pemurnian minyak jelantah dimanfaatkan menjadi sabun cair. Dalam pembuatan sabun cair menggunakan sampel minyak jelantah yang diberi perlakuan pada menit pertama yaitu di menit 30. Adapun hasil evaluasi sabun yang meliputi uji organoleptis, uji pH dan uji tinggi busa.

Hasil uji organoleptis pada sabun memiliki warna orange, penampilannya tidak keruh, dan bau tidak tengik. Uji pH pada sabun memiliki pH normal yaitu berada pada pH 9,52. Selanjutnya uji tinggi busa yaitu 71 %.

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk melihat penurunan kadar timbal yang terkandung didalam sampel minyak jelantah yang memiliki bahan dasar dari kelapa sawit dan merupakan sisa penggorengan yang didapatkan dari pedagang lalapan dipinggir Jalan Ahmad Yani KM. 5,5 Banjarmasin menggunakan karbon aktif dari limbah mahkota buah nanas yang didapatkan dipedagang nanas dipinggir jalan Ahmad Yani, Kayu Bawang, Kecamatan Gambut Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan dengan melihat konsentrasi waktu yang berbeda sehingga hasil dari pemurnian minyak jelantah dapat digunakan kembali menjadi sabun.

1. Pembuatan Karbon Aktif

Pembuatan karbon aktif limbah mahkota buah nanas melalui tiga tahap yaitu proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Sebagai berikut

a. Proses dehidrasi

Limbah mahkota buah nanas yang telah dikumpulkan dipotong menjadi bagian kecil-kecil selanjutnya dicuci menggunakan air mengalir dan dijemur dibawah sinar matahari selama 1 hari. Tujuan dari tahap dehidrasi untuk memisahkan kotoran yang menempal pada bahan baku (Dishadewi & Ritonga, 2018)

b. Tahap karbonisasi

Tahap karbonisasi ini merupakan tahap pembakaran dimana pada tahap ini terjadi pelepasan sebagian besar komponen volatil yang merupakan hasil dari pemecahan selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tujuan dari tahap karbonisasi ini untuk memperbanyak kadungan karbon yang terdapat pada karbon aktif (Lubis et al., 2020). Karbon aktif yang dihasilkan pada proses ini selanjutnya dihaluskan menggunakan blender kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

c. Tahap aktivasi

Proses aktivasi pada penelitian ini yaitu aktivasi kimia dengan menggunakan agen pengaktivasi KOH. Proses aktivasi dilakukan dengan merendam karbon aktif menggunakan KOH diaduk menggunakan stirer selama 1 jam kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah proses aktivasi selama 24 jam karbon aktif mahkota nanas selanjutnya dicuci dari pengotor menggunakan HCl 0,5 N sambil dicek pH dari karbon aktif hingga memiliki pH normal yaitu pH 7.

Aktivasi menggunakan KOH atau Kalium Hidroksida merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat basa kuat. Larutan KOH dapat bereaksi dengan karbon aktif yang dapat mengeluarkan air (dehidrasi) pada karbon aktif karena KOH merupakan *dehydrating agent*. Reaksi dehidrasi ini dapat membuat karbon terkikis dan terjadi peningkatan luas permukaan karbon aktif karena pembentukan pori-pori yang lebih banyak sehingga efisiensi adsorpsinya terhadap timbal (Pb) akan meningkat. Pori-pori tersebut yang akan menyerap timbal (Pb) pada saat proses penyaringan (Nurfitria et al., 2019). Selain itu KOH merupakan aktivator kimia yang baik pada karbon aktif karena dapat meningkatkan luas permukaannya hingga 3000 m²/g dan juga KOH dapat menghilangkan zat pengotor dalam karbon aktif hasil pengarangan yang kurang sempurna seperti zat volatil dan tar (Nurfitria et al., 2019).

2. Karakteristik Karbon Aktif Menurut SNI No. 06-3730-1995

Adapun uji karakteristik pada karbon aktif mahkota buah nanas yang dilakukan hanya 3 uji karakteristik. Dimana menurut penelitian (Dishadewi & Ritonga, 2018) menyebutkan bahwasanya pengujian utama karakteristik karbon aktif yang wajib diujikan yaitu uji kadar air, uji kadar abu dan uji daya serap iodine dimana hal ini dapat mengetahui kelayakan dari karbon aktif itu sendiri.

a. Uji Kadar Air

Menurut penelitian (Dishadewi & Ritonga, 2018) kadar air pada karbon aktif mahkota nanas yaitu sebesar 5%, hal ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 kadar air maksimal suatu karbon aktif yaitu sebesar 15%. Pengujian kadar air karbon aktif mahkota nanas yang diperoleh sebesar 3% sehingga dapat dikatakan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 dimana kadar air maksimal pada karbon aktif sebesar 15%.

b. Uji Kadar Abu

Kadar abu pada karbon aktif dapat mempengaruhi daya serap terhadap gas maupun larutan. Semakin besar kadar abu yang dimiliki oleh karbon aktif dapat membuat pori-pori karbon aktif tersumbat karena kandungan mineral seperti kalsium, magnesium, kalium dan natrium akan menyebar dan menutup pori-pori sehingga daya serap pada karbon aktif berkurang (M. I. Sari *et al.*, 2021). Pada penelitian ini uji kadar abu pada karbon aktif mahkota nanas diperoleh sebesar 9%. Hasil pengujian yang telah diperoleh dapat dikatakan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 dimana kadar abu maksimal pada suatu karbon aktif sebesar 10%.

c. Uji Daya Serap Iodin

Pengujian daya serap iodine bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari suatu karbon aktif dalam menyerap suatu larutan yang berwarna dan memiliki ukuran molekul kurang dari 10 \AA (angstrom) atau 1 nm. Daya serap iodine karbon aktif sangat berpengaruh terhadap penyerapan suatu logam berat sehingga semakin besar daya serap iodine maka karbon aktif semakin bagus sebagai adsorben logam berat (Rahman *et al.*, 2020).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 daya serap iodine pada suatu karbon aktif minimal 750 mg/g. Pada penelitian ini uji daya serap iodine pada karbon aktif mahkota nanas diperoleh yaitu sebesar 1.865 mg/g, sehingga hasil daya serap iodine pada penelitian ini dapat dikatakan sudah memenuhi SNI 06-3730-1995.

d. Penurunan Kadar Timbal

Penurunan kadar timbal (Pb) pada minyak jelantah dilakukan dengan cara merendam atau diberikan paparan karbon aktif mahkota nanas kepada minyak jelantah. Karbon aktif mahkota nanas memiliki kemampuan yaitu dapat mengikat logam berat timbal (Pb) yang terdapat pada minyak jelantah dikarenakan mahkota nanas merupakan salah satu bahan dari alam yang memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Kandungan selulosa tinggi yang dimiliki ini dapat menandakan bahwa struktur yang dimiliki oleh mahkota nanas memiliki rongga yang dapat menyerap logam timbal (Pb) dengan baik (Reyra, dkk 2017).

Konsentrasi waktu yang digunakan pada proses penyerapan ini memiliki 3 konsentrasi waktu yang berbeda yaitu, 30, 60 dan 90 menit tujuan dari perbedaan konsentrasi waktu untuk melihat perbedaan penyerapan kadar timbal (Pb) yang terdapat pada sampel disetiap konsentrasi waktu. Sebelum proses perendaman karbon aktif mahkota nanas dipanaskan selama 30 menit menggunakan oven guna mengoptimalkan karbon aktif mahkota nanas dalam proses penyerapan.

Proses selanjutnya pengukuran kadar menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) untuk melihat penurunan kadar timbal (Pb) yang ada pada minyak jelantah yang telah dilakukan pemurnian menggunakan karbon aktif mahkota nanas. Hasil pada pengujian ini dapat dilihat sampel minyak jelantah yang tidak mendapatkan perlakuan mengandung timbal sebesar 1,587 mg/L. Sedangkan kadar timbal (Pb) yang terdapat pada minyak jelantah yang telah diberikan perlakuan dengan konsentrasi waktu yang berbeda yaitu, 30, 60 dan

90 menit dapat terserap habis yaitu, 100%. Hasil konsentrasi waktu yang optimal pada penyerapan kadar timbal (Pb) terdapat pada menit pertama yaitu pada waktu 30 menit dikarenakan kadar timbal (Pb) pada konsentrasi ini sudah dapat terserap habis dalam waktu yang cepat. Menurut penelitian (Nafi'ah, 2016) Adsorpsi timbal (Pb) mengalami penurunan setelah desorpsi selama 30 menit. Waktu interaksi optimum terjadi pada menit ke-30, yang menunjukkan banyaknya timbal (Pb) teradsorpsi pergram adsorben arang aktif sabut siwalan dengan nilai Q sebesar 0,083 mg/g. M

Selanjutnya dilakukan pengujian analisis data. Analisis data pada penelitian ini dimulai dari uji normalitas yaitu pengujian untuk mengetahui apakah suatu data yang dimiliki berasal dari populasi distribusi normal atau bukan. Untuk melihat hasil uji normalitas data penelitian ini menggunakan Shapiro-Wilk. Dimana jika nilai signifikan $< 0,05$ maka distribusi data tidak normal dan jika nilai signifikan $> 0,05$ maka distribusi data normal. Hasil uji normalitas data dengan uji Shapiro – Wilk pada penelitian ini yaitu nilai sig $0,005 < 0,05$ dimana data yang menyebar tidak normal. Hal ini bisa disebabkan nilai data yang digunakan sangat kecil sehingga hasil pengujian normalitas tidak normal. Selanjutnya uji homogenitas jika data pengujian normalitas yang diperoleh tidak normal dapat menyebabkan pengujian homogenitas tidak dapat dilakukan sehingga pada penelitian ini hasil uji nilai homogenitas yang diperoleh karena data yang digunakan sangat kecil sehingga tidak dapat diproses. Begitupun selanjutnya untuk pengujian One Way ANOVA jika data tidak normal dan tidak homogen maka alternatif yang digunakan dengan melakukan uji non-parametrik yaitu Kruskal Wallish.

Kruskal Wallish merupakan pengembangan dari metode anova satu arah untuk kondisi dimana beberapa persyaratan tidak bisa terpenuhi untuk analisis parametris. Uji Kruskal Wallis adalah salah satu uji statistik non parametrik yang dapat digunakan untuk menguji apakah ada perbedaan yang signifikan antara kelompok variabel independen dengan variabel dependennya (Quraisy & Hasni, 2021). Berdasarkan hasil pengujian Kruskal Wallis yang didapatkan Nilai Sig $Ho\ 0.392 > 0.05$ yang artinya tidak ada perbedaan yang signifikan antara konsentrasi waktu yang digunakan dalam penyepan kadar logam timbal (Pb).

e. Pengujian Validasi Metode

Pengujian validitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu instrumen yang digunakan pada penelitian dapat mendeteksi analit yang akan dianalisis serta dapat memberikan hasil yang konsisten (Asiva Noor Rachmayani, 2015).

Uji validitas pertama yaitu uji linearitas, tujuan dari uji linearitas lakukan untuk mengetahui kemampuan metode analisis dalam memberikan linear terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Uji linearitas dilakukan dengan menggunakan kurva kalibrasi yang menggunakan batas untuk menentukan kurva kalibrasi valid, harga analisis koefisien korelasi yang baik dalam hubungan linearitas menurut AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) memiliki nilai ($r \geq 0,990$) atau mendekati 1 (Fajar Nugraha *et al.*, 2021). Pada penelitian uji linearitas ini dilakukan menggunakan deret standar timbal (Pb) dengan konsentrasi 0,0 ppm, 0,01 ppm, 0,025 ppm, 0,1 ppm, 0,5 ppm, dan 1 ppm. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang 384, 25 nm. Berdasarkan dari hasil persamaan regresi linier yang telah diperoleh yaitu, nilai $a = 0,0047$, $b = 0,0081$, dan $r = 0,996$. Berdasarkan hasil yang diperoleh terdapat hubungan yang proporsional antara absorbansi dan konsentrasi karena hasil tersebut memenuhi persyaratan linearitas.

Selanjutnya uji presisi yang disebut sebagai keterulangan (*repeatability*) atau ketertiruan (*reproducibility*). Keterulangan merupakan metode yang dilakukan berulang kali pada kondisi yang sama dalam jangka waktu yang pendek. Menentukan nilai presisi dapat menggunakan persamaan standar deviasi dan relative standar deviation (%RSD). RSD menunjukkan ketelitian dari metode uji yaitu jika $RSD \leq 1\%$ artinya sangat teliti, jika $1\% < RSD \leq 2\%$ artinya teliti, jika $2\% < RSD \leq 5\%$ artinya ketelitian sedang dan jika $RSD > 5\%$ artinya tidak teliti (Sulistiyani *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil % RSD yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebesar 4,2546 %, hasil % RSD pada penelitian ini masuk kedalam kategori ketelitian sedang hal ini sudah sesuai dengan teori yang telah disebutkan yaitu jika $2\% < RSD \leq 5\%$ artinya ketelitian sedang.

Pengujian selanjutnya yaitu uji akurasi, tujuan dilakukan pengujian akurasi adalah untuk mengetahui apakah metode analisis yang digunakan mampu berikan nilai perolehan kembali (*recovery*) yang baik. Hasil dari uji akurasi juga dapat digunakan untuk melihat ketelitian dari suatu metode analisis. Akurasi ditentukan dengan metode adisi. Hasil pengujian dari akurasi yang memenuhi kriteria memiliki persen dari 80-110% (Sulistiyani *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengujian akurasi pada penelitian mendapatkan nilai *recovery* sebesar 98,2%,

hasil pengujian ini sudah dapat dikatakan sesuai dengan teori, yaitu nilai *recovery* yang memenuhi kriteria yaitu 80-110%.

Pengujian validitas yang terakhir yaitu pengujian LOD dan LOQ. *Limit of Detection* (LoD) adalah jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi yang masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blangko sedangkan *limit of Quantitation* (LoQ) adalah parameter yang menunjukkan jumlah terkecil dari analit yang terkandung dalam sampel yang dapat dikuantifikasi (Sulistiyani et al., 2021). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan diperoleh nilai LOD sebesar 0,160481 dan nilai LOQ sebesar 0,534939.

f. Pembuatan Sabun

Minyak jelantah yang telah melewati proses pemurnian menggunakan karbon aktif mahkota nanas selanjutnya dimanfaatkan kembali menjadi sabun cair. Pada pembuatan sabun konsentrasi waktu pemurnian yang digunakan adalah pada menit ke 30 hal ini dikarenakan setelah dilakukan uji kuantitatif kadar timbal (Pb) yang terkandung pada minyak jelantah pada menit pertama dapat terserap habis oleh karbon aktif mahkota nanas. Pada proses pembuatan sabun tidak lepas dari beberapa evaluasi yaitu uji organoleptis, uji pH dan uji tinggi busa.

Evaluasi pertama yaitu uji organoleptis tujuan dari pengujiannya ini untuk melihat seberapa larut dan homogenya dari suatu sediaan sabun cair. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) menyatakan dimana suatu sediaan sabun cair tidak boleh terdapat endapan atau butiran yang tidak homogen (Yardani et al., 2023). Berdasarkan hasil dari pembuatan sabun pada penelitian ini sudah dapat dikatakan memenuhi persyaratan dikarenakan sabun cair yang dihasilkan tidak ada terbentuk endapan yang dapat menyebabkan sabun tidak homogen.

Selanjutnya uji pH dilakukan menggunakan pH meter. Tujuan dari pengukuran pH untuk mengetahui pH dari sediaan sabun cair sudah memenuhi standar yaitu berkisar dari 8-11. pH sabun yang tidak sesuai baik terlalu basa atau terlalu asam dapat mempengaruhi kinerja dan efektivitas dari sabun cair terhadap kulit (Dewi et al., 2023). Berdasarkan hasil pengujian pH sediaan sabun cair pada penelitian dapat dikatakan sudah memenuhi persyaratan dikarenakan sabun cair yang dihasilkan memiliki pH 9,52.

Evaluasi sabun yang terakhir yaitu pengujian tinggi busa. Pengujian tinggi busa dilakukan menggunakan cara manual yaitu menggunakan tabung reaksi yang digojok lalu didiamkan selama 1 jam. Berdasarkan SNI, syarat tinggi buih atau busa dari sabun cair yaitu 13-220 mm dan stabilitas busa selama 5 menit harus bertahan 60-70% (Fatkhil haque et al., 2022). Pada penelitian ini tinggi busa yang dihasilkan yaitu sekitar 71%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa karbon aktif mahkota nanas memiliki potensi dalam penurunan kandungan kadar timbal (Pb) yang terdapat pada minyak jelantah. Waktu optimal dalam penurunan kadar timbal (Pb) yaitu terdapat pada waktu 30 menit dengan persentase penurunan 100%. Hasil dari pengujian Kruskal Wallish pada penelitian ini tidak terdapat pengaruh perbedaan dari konsentrasi waktu yang digunakan dalam penyerapan timbal (Pb) pada minyak jelantah. Minyak jelantah yang telah dilakukan pemurnian dapat dimanfaatkan kembali untuk dijadikan sabun. Dari hasil pembuatan sabun minyak jelantah memiliki bau yang tidak tengik, warna jernih, pH 9,52 dan memiliki tinggi busa 71%.

Referensi

1. Agustina, N. A., & Tarigan, T. A. (2021). Pengaruh Variasi Larutan Koh Terhadap Kualitas Sabun Berbahan Minyak Jelantah Dan Ekstrak Bunga Cengkeh. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(6), 1000–1012.
2. Alamsyah, M., Kalla, R., & La Iffa, 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>
3. Ali, M. M., Hariyati, T., Pratiwi, M. Y., & Afifah, S. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif Dan Penerapannya Dalam Penelitian. *Education Journal*.2022, 2(2), 1–6.
4. Ani, J., Lumanauw, B., & Tampenawas, J. L. A. (2021). Pengaruh Citra Merek, Promosi Dan Kualitas Layanan Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Pada E-Commerce Tokopedia Di Kota Manado The Influence Of Brand Image, Promotion And Service Quality On Consumer Purchase Decisions On Tokopedia E-Commerce In Manado. *663 Jurnal Emba*, 9(2), 663–674.
5. Anwar, C., Wonggo, Djuhria, & Mongi, E. (2022). Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Beberapa Jenis Ikan Demersal Di Perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10(3), 198–202. <https://doi.org/10.35800/Mthp.10.3.2022.43879>

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.6271>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

6. Apriyanti, S. A., Martono, Y., Riyanto, C. A., Mutmainah, M., & Kusmita, K. (2018). Validation Of Uv-Vis Spectrophotometric Methods For Determination Of Inulin Levels From Lesser Yam (*Dioscorea Esculenta* L.). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21(4), 161–165. <https://doi.org/10.14710/Jksa.21.4.161-165>
7. Ardillah, Y. (2016). Risk Factors Of Blood Lead Level. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 7(3), 150–155. <https://doi.org/10.26553/Jikm.2016.7.3.150-155>
8. Aryani, F. (2019). Aplikasi Metode Aktivasi Fisika Dan Aktivasi Kimia Pada Pembuatan Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera* L.). *Indonesian Journal Of Laboratory*, 1(2), 16. <https://doi.org/10.22146/Ijl.V1i2.44743>
9. Asiva Noor Rachmayani. (2015). *Teknik Penyusunan Instrumen*.
10. Candini, A. R., Ginting, D., Syahputra, R. F., Piza, P., & Nurhamiyah, L. (2024). Aplikasi Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Sebagai Pigmen Toner Hitam Pada Elektrofotografi Dengan Polimer Stirena Akrilik-Vinil Pirrolidone. *Positron*, 14(1), 37. <https://doi.org/10.26418/Positron.V14i1.70064>
11. Darmana, A., Faradilla, P., Nst, Z., Dalimunthe, M., & Nasution, H. A. (2024). Inovasi Pemanfaatan Minyak Jelantah Menjadi Lilin Aromaterapi Berbasis Kulit Jeruk Di Man Binjai. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 5(3), 668–679. <https://doi.org/10.38048/Jailcb.V5i3.4046>
12. Desminarti, S., & Joniarta, E. (2017). Upaya Peremajaan Dan Penyerapan Logam Minyak Goreng Bekas Industri Makanan Tradisional Dengan Memanfaatkan Bioadsorben Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 9(2), 85–93. <https://doi.org/10.31186/Jipi.9.2.85-93>
13. Dewi, I. N. K., Rahmadani, A., Lestari, S., Putri, N. A., Fatah, M., & Nurjamah, S. I. (2023). Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Sabun Cair Minyak Atsiri Minyak Zaitun (*Olea Europaea* Var. *Europaea*). *Indonesian Journal Of Health Science*, 3(2a), 229–236. <https://doi.org/10.54957/Ijhs.V3i2a.456>
14. Dimpudus, S. A., Yamlean, P. V. Y., & Yudistira, A. (2017). Formulasi Sediaan Sabun Cair Antiseptik Ekstrak Etanol Bunga Pacar Air (*Impatiens Balsamina* L.) Dan Uji Efektivitasnya Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro. *Pharmacojournal Ilmiah Farmasi-Unsrat*, 6(3), 209–215.
15. Dishadewi, P., & Ritonga, S. (2018). Pemanfaatan Limbah Mahkota Nenas (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Dalam Limbah Laundry Sebagai Sumber Belajar Kimia. *Jurnal Konfigurasi*, 1(1), 4549–1679.
16. Fajar Nugraha, Apridamayanti, P., Kurniawan, H., Fajriaty, I., Nurbaeti, S. N., Pratiwi, L., & Anggraeni, S. (2021). Analisis Kadar Kalium Ekstrak Kombinasi Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca* L.) Dan Kulit Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(6), 846–852. <https://doi.org/10.25026/Jsk.V3i6.791>
17. Fatkhil Haque, A., Mulyani, E., & Hendick, J. (2022). Formulasi Sabun Cair Cuci Tangan Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Cabe Rawit (*Solanum Frutescens* L.). *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Education*, 2(2), 152–160. <https://doi.org/10.37311/Ijpe.V2i2.15510>
18. Febri Juita Anggraini, Arsapita, R., & Yasdi, Y. (2023). Efektivitas Karbon Aktif Dari Batu Bara Muda Dalam Menurunkan Cod Pada Air Limbah Industri Tahu. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), 327–339. <https://doi.org/10.55123/Insologi.V2i2.1822>
19. Garnida, A., Rahmah, A. A., Sari, I. P., & Muksin, N. N. (2022). Sosialisasi Dampak Dan Pemanfaatan Minyak Goreng. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1–6.
20. Ghifari, H. S., & Utaminigrum, F. (2022). Klasifikasi Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Fitur Warna Dan Kejernihan Dengan Metode K-Nearest Neighbour Berbasis Arduino Uno. *Universitas Brawijaya*, 6(7), 3269–3274.
21. Hamsina, Abriana, A. M., T., & Paniago, H. T. (2016). *Karakteristik Fisika Kimia Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Dengan Menggunakan Adsorben Kitosan Dan Arang Aktif Buah Pinus*. 1–23.
22. Handayani, L. T. (2018). Kajian Etik Penelitian Dalam Bidang Kesehatan Dengan Melibatkan Manusia Sebagai Subyek. *The Indonesian Journal Of Health Science*, 10(1), 47–54. <https://doi.org/10.32528/The.V10i1.1454>
23. Hatina, S., & Winoto, E. (2020). Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Serbuk Kayu Merbau Dan Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Untuk Pengolahan Limbah Cair Aas. *Jurnal Redoks*, 5(1), 32. <https://doi.org/10.31851/Redoks.V5i1.4027>
24. Ilmu, I., Bhakti, K., & Kediri, W. (2016). Komisi Etik Penelitian Kesehatan Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri. *Institut Ilmu Kesehatan Bhakti Wiyata Kediri*, 1i–24.
25. Instituto Nacional De Estadística. (2021). Available On-Line At: 48(2), 39–62. www.ine.es
26. Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). Logam Berat & Kesehatan. *Buku Logam Berat & Kesehatan*, 1–131.
27. Jasmine, K. (2014). In *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*.
28. Jaya, F., Guntarti, A., & Kamal, Z. (2013). Penetapan Kadar Pb Pada Shampoo Berbagai Merk Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Pharmaciana*, 3(2). <https://doi.org/10.12928/Pharmaciana.V3i2.425>
29. Kanda, A. S., & Rahmawati, A. D. (2024). Efektivitas Pengolahan Limbah Minyak Rumah Tangga Terhadap Peningkatan Ekonomi Sebagai Pencegahan Pencemaran Air Dan Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Research Student*, 1(3), 933–941.
30. Kesehatan Bakti Tunas Husada, J., Ilmu Ilmu Keperawatan, J., Kesehatan Dan Farmasi, A., Vidia Amelia, K., Tuslinah, L., & Yuliana, A. (2023). Pengaruh Ukuran Partikel Bioadsorben Akar Alang-Alang (*Imperata Cylindrica* L) Terhadap Kualitas Minyak Jelantah The Influence Of The Size Of The Bioadsorbent Of Reeds *Imperata Cylindrica* L To The Quality Of Used Cooking Oil. *Jurusan Farmasi, Universitas Bakti Tunas Husada*, 23, 1–13.
31. Linda, R. (2018). Respon Pertumbuhan Tunas Mahkota Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr) Dengan Penambahan Benzyl Amino Purine (Bap) Dan Naphthalene Acetic Acid (Naa). *Pratobiont*, 7(1), 69–74.
32. Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production Of Activated Carbon From Natural Sources For Water Purification. *Indonesian Journal Of Chemical Science And Technology (Ijcsst)*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.24114/Ijcsst.V3i2.19531>
33. Mopangga, E., Yamlean, P. V. Y., & Abdullah, S. S. (2021). Formulasi Sediaan Sabun Mandi Padat Ekstrak Etanol Daun Gedi (*Abelmoschus Manihot* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. *Jurnal Pharmacon*, 10(3), 1017–1024.
34. Munira, M., Arman, M., Syarif, T., Gusnawati, G., & Darnengsih, D. (2022). Karakterisasi Dan Modifikasi Karbon Aktif Dari Mahkota Nanas Sebagai Bioadsorben. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 7(2), 123–129. <https://doi.org/10.33536/Jcpe.V7i2.1410>
35. Nafi'ah, R. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan. *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis*, 1(2), 28–37.
36. Notoatmodjo, S. (2018). *Metodologi Penelitian Kesehatan* (Revisi Cet). Pt. Rineka Cipta, Jakarta.
37. Nurfitriah, N., Febriyantiningrum, K., Utomo, W. P., Nugraheni, Z. V., Pangastuti, D. D., Maulida, H., & Ariyanti, F. N. (2019). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (Koh) Pada Karbon Aktif Dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb Dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya. *Akta Kimia Indonesia*, 4(1), 75. <https://doi.org/10.12962/J25493736.V4i1.5071>
38. Purnama, R. C., Retnaningsih, A., & Putri, H. R. (2021). Penetapan Kadar Timah (Sn) Pada Susu Kemasan Kaleng Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (Ssa). *Jurnal Analis Farmasi*, 5(1), 51–58. <https://doi.org/10.33024/Jaf.V5i1.3979>

39. Putri, M. S. D., Awitdrus, A., & Manullang, R. K. (2020). Penyerapan Logam Berat Pb Dan Cu Menggunakan Karbon Aktif Berbasis Mahkota Nanas Dengan Variasi Konsentrasi Kalium Hidroksida. *Komunikasi Fisika Indonesia*, 17(1), 30. <https://doi.org/10.31258/Jkfi.17.1.30-34>
40. Quraisy, A., & Hasni, N. (2021). Analisis Kruskal-Wallis Terhadap Kemampuan Numerik Siswa. *Variansi: Journal Of Statistics And Its Application On Teaching And Research*, 3(3), 156–161. <https://doi.org/10.35580/Variansiunm29957>
41. Rahmadani, N., & Kurniawati, P. (2017). Sintesis Dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam Dan Basa Berbasis Mahkota Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya 2017, November*, 154–161.
42. Rahman, A., Aziz, R., Indrawati, A., & Usman, M. (2020). Pemanfaatan Beberapa Jenis Arang Aktif Sebagai Bahan Absorben Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Tanah Sedimen Drainase Kota Medan Sebagai Media Tanam. *Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 1(1), 42–54.
43. Ramadhan, S. A., & Musfiroh, I. (2021). Review Artikel: Verifikasi Metode Analisis Obat. *Farmaka*, 19, 87–92. <https://doi.org/10.24198/Farmaka.V19i3.32328>
44. Rumaisa, D., Christy, E., & Hermanto, H. (2019). Fungsi Dinas Lingkungan Hidup Surakarta Dalam Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Pada Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta). *Jurnal Hukum Media Bhakti*, 3(2), 128–141. <https://doi.org/10.32501/Jhmb.V3i2.88>
45. Sari, D. R., Wardhana, Y. W., & Rusdiana, T. (2022). Jurnal Farmasi Etam. *Jurnal Farmasi Etam*, 1(2019), 92–107. <https://doi.org/10.52841/Jfe.V1i2>
46. Sari, M. I., Markasiwi, M. G., & Putri, R. W. (2021). U Uji Karakteristik Fisik Pembuatan Karbon Aktif Dari Limbah Daun Nanas (Ananas Comosus) Menggunakan Aktivator H₃po₄. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 12(02), 4–11. <https://doi.org/10.52506/Jtpa.V12i02.129>
47. Solikha, F. D. (2019). Penentuan Kadar Tembaga (Ii) Pada Sampel Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (Ssa) Perkin Erlmer Analyst 100 Metode Kurva Kalibrasi. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, Volume 4(2), 1–11.
48. Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Fajar, U. (N.D.). *Nama : Alexander Bara ' Padang Nim : 1720423001*.
49. Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif* (Setiyawami (Ed.)). Alfabeta.
50. Sukma Senjaya, Aat Sriati, Indra Maulana, & Kurniawan, K. (2022). Dukungan Keluarga Pada Odha Yang Sudah Open Status Di Kabupaten Garut. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(3), 1003–1010. <https://doi.org/10.53625/Jcijurnalcakrawalailmiah.V2i3.4037>
51. Sulistyani, M., Kusumastuti, E., Huda, N., & Mukhayani, F. (2021). Method Validation On Functional Groups Analysis Of Geopolymer With Polyvinyl Chloride (Pvc) As Additive Using Fourier Transform Infrared (Ft-Ir). *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 10(3), 198–205. <http://journal.unnes.ac.id/Sju/Index.Php/Ijcs>
52. Supraptiah, E., Ningsih, A. S., Fatria, & Amalia, U. (2014). Penyerapan Logam Pb Dengan Menggunakan Karbon Aktif Cangkang Kemiri. In *Kinetika* (Vol. 5, Pp. 9–13).
53. Usman, Y., & Baharuddin, M. (2023). Uji Stabilitas Dan Aktivitas Sabun Mandi Cair Ekstrak Etanol Daun Alpukat (Persea Americana Mill.). *Jurnal Mipa*, 12(2), 43–49. <https://doi.org/10.35799/Jm.V12i2.44775>
54. Wathoni, M., Susanto, A., Kirana, A., & Putri, D. (2019). Pemanfaatan Bahan Rumah Tangga Dalam Pembuatan Sabun Cair Dari Sabun Batang Di Masa Pandemi. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat Lppm Umj*, 1–6.
55. Widowati, E., Reva, D. S. N., Anwar, S. H. N., & Chasanah, N. R. (2022). Upaya Penanaman Kesadaran Masyarakat Tentang Bahaya Minyak Jelantah Melalui Pengolahan Pembuatan Lilin Aromaterapi Di Desa Windusari. *Jurnal Puruhita*, 4(2), 48–52. <https://doi.org/10.15294/Puruhita.V4i2.63473>
56. Yardani, J., Ulimaz, A., & Awalina, R. (2023). *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-35 Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan . " Smart Agriculture In Providing Food To Prevent Stunting " Uji Homogenitas Dan Viskositas Sabun Cair Dengan Penambahan Ekstrak Bunga Rosella Mer*. 106–113.
57. Zulkifli, A., Gusniati, J., Zulefni, M. S., & Afendi, R. A. (2025). *Dengan Tutorial Uji Normalitas Dan Menggunakan Aplikasi Spss Uji Homogenitas*. 1(2), 55–68.