



ARTIKEL PENELITIAN

Optimasi Kondisi Operasi Pembuatan Adsorben Ampas Singkong untuk Pemurnian Minyak Jelantah dan Aplikasinya sebagai Sabun Cair Cuci Tangan

Elsa Vira Safitri^{1,*} and Rizka Amalia¹

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia

Disubmit 27 Juli 2022; direvisi 10 Oktober 2022; diterima 11 Oktober 2022



OBJECTIVES Cassava pulp is a waste from the tapioca flour industry that has not been used properly. In cassava pulp there are still many chemical compositions that can be utilized, one of which is lignocellulosic fiber containing cellulose (36.6%), hemicellulose (21.3%) and lignin (17.3%). In this study, cassava pulp will be made into an adsorbent because the high cellulose content in cassava pulp has the potential to reduce free fatty acid levels in used cooking oil. **METHODS** In this case, the adsorbent will be used to purify used cooking oil and the results from the purification of used cooking oil will be used as a basic ingredient in the manufacture of liquid hand washing soap. In this study, the effect of drying time and temperature and particle size on the yield of free fatty acids and the adsorption capacity of the adsorbent will be studied. **RESULTS** The experiment show that particle size of adsorbent is the most influential independent variable on the adsorption capacity of free fatty acids. The optimum conditions to obtain the adsorption capacity of the adsorbent and the free fatty acid content with the best value were obtained in the 8th experiment with an oven temperature of 120 °C, an oven time of 5 hours and a particle size of 120 mesh where the value of the adsorption capacity of the adsorbent was 238.93 mg/g and fatty acid content. free of 0.1024%. **CONCLUSIONS** The quality of hand washing liquid soap produced from the optimal results of refining used cooking oil in accordance with SNI standards is obtained a pH value of 9.07, foam height 35.5 mm and the results of organoleptic tests are homogeneous liquid

form, distinctive odor such as a mixture of oil and KOH and color clear yellow.

KEYWORDS adsorbent; cassava pulp; cellulose; used cooking oil

TUJUAN Ampas singkong merupakan limbah dari hasil industri pembuatan tepung tapioka yang belum dimanfaatkan dengan baik. Di dalam ampas singkong masih banyak komposisi kimia yang dapat dimanfaatkan, salah satunya yaitu serat lignoselulosa yang mengandung selulosa (36,6%), hemiselulosa (21,3%) dan lignin (17,3%). Pada penelitian ini ampas singkong akan dibuat menjadi adsorben karena kandungan selulosa yang tinggi pada ampas singkong berpotensi untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah. **METODE** Dalam hal ini, adsorben akan digunakan untuk memurnikan minyak jelantah dan hasil dari pemurnian minyak jelantah akan dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan sabun cair cuci tangan. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai pengaruh waktu oven, suhu oven dan ukuran partikel terhadap hasil kadar asam lemak bebas dan kapasitas adsorpsi adsorben. **HASIL** Hasil percobaan menunjukkan bahwa variabel bebas yang paling berpengaruh adalah ukuran partikel adsorben terhadap kapasitas adsorpsi asam lemak bebas, Hal ini dibuktikan dari hasil nilai efek variabel bebas yang paling besar yaitu 96 terhadap kapasitas adsorpsi adsorben dan 0,144 terhadap kadar asam lemak bebas. Kondisi optimum untuk mendapatkan kapasitas adsorpsi adsorben dan kadar asam lemak bebas dengan nilai terbaik didapat pada percobaan ke 8 dengan suhu pengeringan 120 °C, waktu pengeringan 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh dimana nilai kapasitas adsorpsi adsorben sebesar 238,93 mg/g dan kadar asam lemak bebas sebesar 0,1024 %. **KESIMPULAN** Kualitas sabun cair cuci tangan yang dihasilkan dari hasil optimal pemurnian minyak jelantah sesuai dengan standar SNI yaitu diperoleh nilai pH 9,07, tinggi busa 35,5 mm dan hasil uji organoleptik yaitu bentuk cairan homogen, bau yang khas seperti campuran minyak dan KOH serta warna kuning bening.

KATA KUNCI adsorben; ampas singkong; minyak jelantah; selulosa

1. PENDAHULUAN

Minyak goreng adalah bahan yang sering dipakai oleh masyarakat untuk memasak. Di Indonesia minyak goreng yang dikonsumsi dan banyak dipasarkan berupa minyak goreng sawit. Total penggunaan minyak goreng sawit di Indonesia mencapai 1,09 juta ton dan selalu meningkat hingga tahun 2017 total penggunaan minyak goreng sawit mencapai 2,45 juta ton. Negara penyedia minyak goreng sawit terbesar didunia adalah Indonesia, dimana pada tahun 2013 sampai 2017 total penyediaan minyak goreng sawit di Indonesia mencapai 35,78 juta ton per tahun (Yuliawati Rohmah 2016). Seiring dengan konsumsi minyak goreng yang terus meningkat, maka minyak jelantah yang dihasilkan dari bekas penggorengan juga semakin meningkat. Limbah minyak jelantah dapat mencemari lingkungan apabila tidak didaur ulang dan membahayakan kesehatan. Penjernihan minyak jelantah dengan adsorben dapat meminimalisir dampak negatif yang ditimbulkan dari konsumsi limbah minyak jelantah oleh manusia maupun pembuangan ke lingkungan. Hasil dari penjernihan minyak jelantah dengan adsorben akan menghasilkan minyak yang sudah murni seperti minyak baru, sehingga minyak hasil pemurnian ini salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan sabun.

Bahan dalam pembuatan adsorben harus memiliki pori-pori untuk mempercepat proses adsorpsi. Menurut Rahayu dkk. (2014) bahan adsorben yang mengandung selulosa tinggi dapat menurunkan bilangan peroksida dan asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak jelantah. Salah satu sumber selulosa dalam pembuatan adsorben adalah limbah ampas. Pemanfaatan limbah ampas dalam pembuatan adsorben dapat mengurangi dampak negatif bagi masyarakat sekitar dan meminimalisir pencemaran lingkungan, seperti misalnya limbah padat ampas singkong apabila dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan, sesak nafas, sakit kepala dan buang air kecil yang tidak lancar, hal ini karena didalam limbah ampas singkong masih mengandung sianida. Selain itu limbah cair dari ampas singkong apabila dialirkan ke sungai maka banyak makhluk hidup didalamnya yang akan mati keracunan sianida (Hariyanto dan Larasati 2016). Beberapa bahan berupa ampas yang mengandung selulosa dapat digunakan untuk memurnikan minyak jelantah antara lain : ampas pati aren (Rahayu dan Purnavita 2014), ampas tebu (Ramdja dkk. 2011) dan ampas tahu (Ma'rifah dkk. 2018).



GAMBAR 1. Rancangan alat pemurnian minyak jelantah dan pembuatan sabun cair cuci tangan

TABEL 1. Komposisi kimia ampas singkong (Pandey dkk. 2000).

Komposisi kimia ampas singkong	Jumlah
Kelembapan	5,02
Protein	1,57
Lemak	1,06
Serat	50,55
Abu	1,10

Pada penelitian ini akan digunakan ampas singkong sebagai bahan dalam pembuatan adsorben. Ampas singkong mengandung 36,6% selulosa, 21,3% hemiselulosa dan 17,3% lignin (Firdausia dkk. 2017). Dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi, maka ampas singkong dapat digunakan untuk menjernihkan minyak jelantah. Pada penelitian sebelumnya ampas singkong sudah digunakan sebagai adsorben, akan tetapi oleh Karunawan dkk. (2017) diaplikasikan untuk penjernihan air. Pembuatan adsorben ampas singkong dilakukan dengan metode pirolisis dan proses pemurnian air dilakukan dengan mengontakkan karbon dari ampas singkong dan *methylene blue* yang terkandung dalam air pada waktu yang sudah ditentukan. Sedangkan oleh Wahyuningsih dkk. (2019) ampas singkong digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan adsorben untuk menyerap *remazol brilliant blue R*. Metode pembuatan adsorben ampas singkong pada penelitian ini yaitu dengan proses pengeringan dan penghalusan. Sedangkan untuk proses adsorpsi *remazol brilliant blue R* dilakukan dengan mengontakkan adsorben ampas singkong dengan larutan *remazol brilliant blue R* pada pH tertentu. Pada penelitian ini akan dilakukan pembaharuan yaitu adsorben ampas singkong digunakan untuk menjernihkan minyak jelantah dan diaplikasikan sebagai bahan sabun cair cuci tangan. Ampas singkong memiliki kandungan selulosa yang tinggi. Menurut Rahayu dkk. (2014), bahan yang mengandung selulosa tinggi dapat digunakan sebagai adsorben tanpa diarrangkan. Maka dari itu pembuatan adsorben ampas singkong akan dilakukan dengan proses pengeringan dan penghalusan tanpa diarrangkan, lalu dilakukan aktivasi kimia untuk menaikkan energi pada permukaan adsorben sehingga dapat meningkatkan tarikan terhadap molekul adsorbat. Aktivasi dilakukan dengan menggunakan larutan H_3PO_4 1M. Menurut Marina Olivia Esterlita dan Netti Herlina (2015), bahan yang memiliki kandungan lignoselulosa maka oksigen yang terkandung didalamnya akan tinggi, aktivator yang memiliki sifat asam dapat bereaksi dengan cepat terhadap gugus fungsi yang mengandung oksigen, maka dari itu pada penelitian ini digunakan aktivator bersifat asam.

Pada penelitian ini ampas singkong akan dikeringkan dan diaktivasi untuk dijadikan adsorben dan dilihat kemampuannya dalam menyerap asam lemak bebas didalam minyak jelantah. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh suhu oven, waktu oven dan ukuran partikel yang paling optimum pada proses pembuatan adsorben ampas singkong agar dihasilkan minyak jelantah murni yang dapat diaplikasikan sebagai bahan sabun cair cuci tangan yang sesuai dengan standar SNI.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan penelitian

Bahan pembuatan adsorben yaitu ampas singkong dan Larutan H_3PO_4 1M, lalu bahan untuk memurnikan minyak jelantah yaitu adsorben ampas singkong dan Minyak jelantah. Sedangkan bahan untuk membuat sabun cair cuci tangan antara lain : Minyak hasil pemurnian, Texapon 2%, KOH 36%, Pewarna 0,5% dan Pewangi 0,5%. Untuk lebih jelasnya, berikut merupakan komposisi kimia ampas singkong.

2.2 Alat penelitian

Pada penelitian ini menggunakan oven sebagai alat utama yang berfungsi untuk memanaskan dan mengeringkan ampas singkong dan rangkaian alat yang terdiri dari *hot plate magnetic stirrer*, gelas beker, *thermometer*, *statif* dan *clamp* sebagai alat utama pemurnian minyak jelantah dan pembuatan sabun cair cuci tangan yang terdapat pada Gambar 1 di bawah ini.

2.3 Cara penelitian

Cara Penelitian akan mengikuti tahapan-tahapan pada Gambar 2.

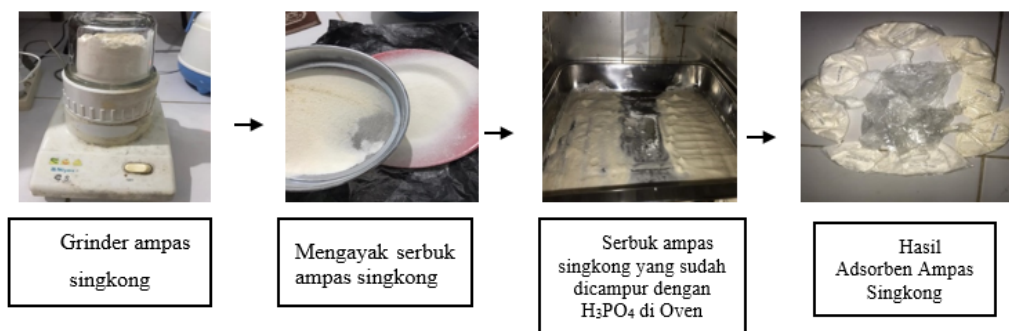
2.3.1 Analisa hasil pemurnian minyak jelantah dan sabun cair cuci tangan

Menghitung kapasitas adsorpsi adsorben dengan rumus berikut:

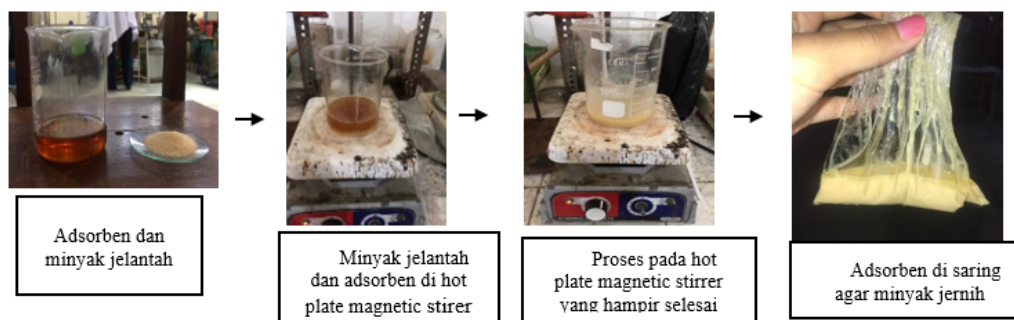
$$Q_e = \frac{C_o - C_e}{m} \times V \quad (1)$$

Keterangan :

1. Q_e = jumlah adsorbat yang dijerap oleh adsorben ampas singkong (mg/g),
2. C_e = kadar asam lemak bebas minyak jelantah akhir (mg/l)
3. C_o = kadar asam lemak bebas minyak jelantah awal (mg/l)
4. V = volume minyak jelantah (L)



(a) Pembuatan adsorben ampas singkong



(b) Pemurnian minyak jelantah



(c) Pembuatan sabun cair cuci tangan dari minyak hasil pemurnian

GAMBAR 2. Tahapan-tahapan penelitian (a) Pembuatan adsorben ampas singkong (b) Pemurnian minyak jelantah (c) Pembuatan sabun cair cuci tangan dari minyak hasil pemurnian

TABEL 2. Hasil penelitian.

Run	Ukuran Partikel (Mesh)	Waktu Pengerangan (jam)	Suhu Pengerangan (°C)	Kapasitas Adsorpsi Adsorben (mg/g)	Kadar Asam Lemak Bebas minyak (%)
1	100	3	100	85,33	0,3328
2	120	3	100	187,73	0,1792
3	100	5	100	119,47	0,2816
4	120	5	100	221,87	0,128
5	100	3	120	110,93	0,2944
6	120	3	120	204,8	0,1536
7	100	5	120	153,6	0,2304
8	120	5	120	238,93	0,1024

5. m = jumlah berat adsorben (g)

Analisis asam lemak bebas dilakukan sesuai standar (SNI 7709:2012) yaitu menentukan volume KOH menggunakan metode titrasi. Kadar asam lemak bebas dihitung menggunakan rumus berikut :

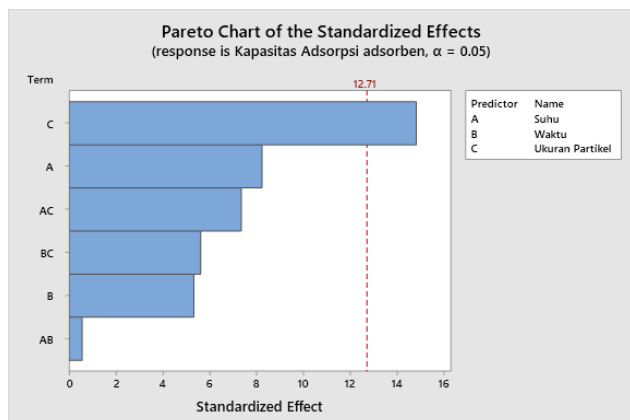
$$\text{Asam lemak bebas} = \frac{256 \times V_{KOH} \times N_{KOH}}{\text{Bobot sampel (gr)} \times 1000} \times 100\% \quad (2)$$

Analisa sabun cair cuci tangan dilakukan melalui beberapa pengujian sebagai berikut:

- Uji pH sabun** (SNI 2588:2017).
Sabun diuji pH nya menggunakan pH meter.
- Uji Organoleptik sabun** (SNI 06408:1996).
Uji organoleptik pada sabun hasil penelitian antara lain : bentuk, warna dan bau yang akan diujikan pada 25 panelis.
- Uji Tinggi Busa** (SNI 06-3532:1994).
Memasukkan 1gram sabun cair cuci tangan kedalam gelas ukur berisi 10 ml aquades, lalu tutup dan kocok selama 20 detik, kemudian ukur tinggi busa.

Metode analisis statistik pada data hasil penelitian ini adalah analisis regresi, data diolah menggunakan Microsoft excel dan minitab 19.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

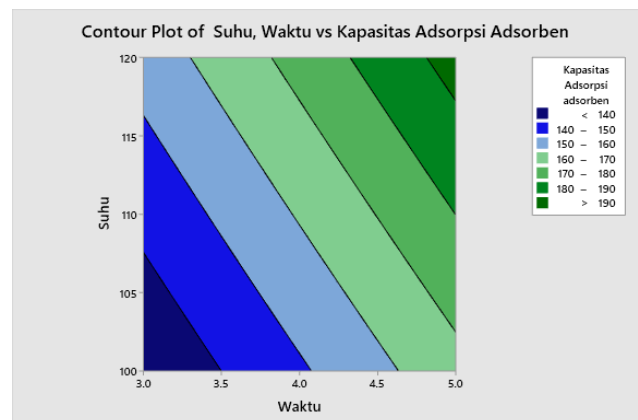


GAMBAR 3. Diagram Pareto dari efek standar untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong

3.1 Analisa Minyak Hasil Pemurnian Menggunakan Adsorben Ampas Singkong

Penelitian ini mengkaji mengenai proses pembuatan adsorben dari ampas singkong untuk memurnikan minyak jelantah dan diaplikasikan sebagai bahan pembuatan sabun cair cuci tangan. Adsorpsi minyak jelantah perlu dilakukan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas karena asam lemak bebas merupakan salah satu kandungan berbahaya pada minyak goreng, yang dihasilkan dari proses hidrolisis dan oksidasi pada minyak goreng yang berulang kali dipakai. Proses oksidasi ditandai dengan perubahan warna minyak menjadi gelap, sedangkan proses hidrolisis terjadi saat didalam bahan pangan yang digoreng terkandung air. Penelitian ini mengkaji pengaruh waktu pengeringan, suhu pengeringan dan ukuran partikel pada proses pembuatan adsorben ampas singkong terhadap hasil kapasitas adsorpsi adsorben dan hasil kadar asam lemak bebas. Dan hasil pemurnian minyak jelantah menggunakan adsorben ampas singkong akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun cair cuci tangan. Hasil penelitian terdapat pada tabel 2.

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi terbesar adalah pada percobaan ke-8 yaitu sebesar 238,93 mg/g pada suhu oven 120 °C, waktu oven 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh. kapasitas adsorpsi terkecil adalah pada percobaan ke-1 yaitu sebesar 85,33 mg/g pada suhu oven 100 °C, waktu oven 3 jam dan ukuran partikel 100 mesh. Sedangkan kadar asam lemak bebas terbesar adalah pada percobaan ke-1 yaitu sebesar 0,3328 % pada suhu oven 100 °C, waktu oven 3 jam dan ukuran partikel 100 mesh. kadar asam lemak bebas terkecil adalah pada percobaan ke-8 yaitu sebesar



GAMBAR 4. Analisis pengaruh suhu dan waktu terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong.

TABEL 3. Perhitungan efek variabel terhadap Kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong.

NO	U	W	S	Kapasitas Adsorpsi	-1	-2	-3	Pembagi	Efek	Hasil	
1	-	-	-	85,33	273,06	614,4	1322,66	8	RATA	165,333	
2	+	-	-	187,73	341,34	708,26	384	4	U	96	Efek Utama
3	-	+	-	119,47	315,73	204,8	145,08	4	W	36,27	
4	+	+	-	221,87	392,53	179,2	-8,54	4	UW	-2,135	
5	-	-	+	110,93	102,4	68,28	93,86	4	S	23,465	
6	+	-	+	204,8	102,4	76,8	-25,6	4	US	-6,4	Efek Interaksi
7	-	+	+	153,6	93,87	0	8,52	4	WS	2,13	
8	+	+	+	238,93	85,33	-8,54	-8,54	4	UWS	-2,135	

U = Ukuran Partikel; W = Waktu pengeringan; S = Suhu pengeringan

0,1024 % pada suhu oven 120 °C, waktu oven 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh.

Pengaruh waktu oven dan suhu oven terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong dan kadar asam lemak bebas adalah semakin tinggi penggunaan suhu oven dan semakin lama penggunaan waktu oven dapat menghasilkan produk dengan kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong yang semakin besar sekaligus kadar asam lemak bebas yang semakin rendah. Hal ini karena waktu oven dan suhu oven berpengaruh terhadap hasil kadar air pada adsorben. Menurut Kusumawardani (2016), kadar air dalam adsorben yang melebihi standar maka adsorben menjadi berkurang kemampuannya dalam mengadsorpsi suatu adsorbat. Karena pori-pori adsorben akan terhalang oleh molekul air sehingga adsorben akan sulit untuk mengadsorpsi adsorbat. Penggunaan suhu oven dan waktu oven yang lebih tinggi dan lebih lama dapat menghasilkan adsorben yang lebih kering sehingga dapat dihasilkan pori-pori adsorben yang lebih besar karena berkurangnya molekul air yang dapat menghalangi pori-pori adsorben. Karena pori-pori adsorben yang dihasilkan lebih besar maka adsorben akan lebih mudah dalam mengadsorpsi dan mengikat molekul asam lemak bebas dalam minyak jelantah, maka daya jerap adsorben semakin besar dan kadar asam lemak bebas semakin kecil.

Sedangkan pengaruh ukuran partikel terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong dan kadar asam lemak bebas yaitu ukuran partikel adsorben yang semakin kecil dapat menghasilkan produk dengan kapasitas adsorpsi yang semakin besar (Asip dkk. 2008) dan kadar asam lemak bebas yang semakin kecil (Nurdiani dkk. 2021), karena ukuran partikel yang semakin kecil maka semakin luas permukaan adsorpsi sehingga jumlah asam lemak bebas yang dapat dijerap semakin banyak (Nurdiani dkk. 2021). Interaksi yang terjadi antara adsorbat dengan adsorben hanya di permukaan adsorben. Apabila semakin luas permukaan adsorben maka pori-pori juga banyak sehingga molekul asam lemak bebas akan teradsorpsi dengan mudah kedalam pori-pori. Selain itu ukuran partikel yang lebih kecil mempunyai gaya *intermolekuler* yang lebih kuat sehingga molekul adsorbat lebih mudah dijerap (Siskayanti Rini, Kosim Muhamad

TABEL 4. Tabel *Summary* dari rancangan faktorial *regression* untuk kapasitas adsorpsi adsorben.

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0762692	99,98%	99,89%	98,96%

Engkos 2020). Gaya *intermolekuler* yang dimaksud pada penelitian ini yaitu gaya antara molekul asam lemak bebas dengan adsorben ampas singkong. Apabila gaya tarik menarik antara molekul asam lemak bebas dan pelarutnya lebih besar dari gaya tarik menarik antara adsorben ampas singkong dan molekul asam lemak bebas, maka asam lemak bebas akan mudah diadsorpsi pada permukaan adsorben ampas singkong. Adsorben ampas singkong dapat menyerap molekul asam lemak bebas karena asam lemak bebas mempunyai gugus karboksilat (-COOH) yang bersifat asam, polar dan elektropositif yang dapat berinteraksi dengan gugus hidroksil (-OH) dari selulosa yang terdapat pada adsorben ampas singkong yang bersifat elektronegatif, basa dan polar (Rahayu dan Purnavita 2014) sehingga asam lemak bebas dapat diadsorpsi oleh adsorben ampas singkong.

3.2 Pengaruh Variabel Bebas Terhadap Kapasitas Adsorpsi Adsorben

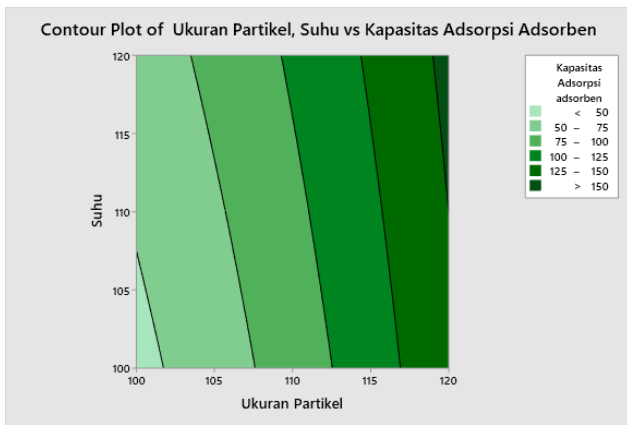
3.2.1 Perhitungan Efek Variabel Terhadap Kapasitas Adsorpsi Adsorben

Efek utama dan efek interaksi terhadap kapasitas adsorpsi adsorben pada proses pembuatan adsorben ampas singkong untuk pemurnian minyak jelantah dan aplikasinya sebagai sabun cair cuci tangan disajikan pada tabel 3. Dari tabel 3 dapat dibuat diagram pareto untuk mengetahui faktor yang paling signifikan terhadap kapasitas adsorpsi adsorben yang dihasilkan.

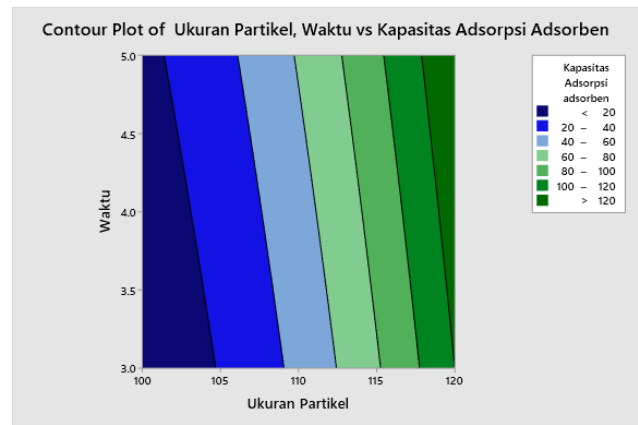
Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa variabel ukuran partikel merupakan titik terjauh dengan nilai sebesar 96. Dengan de-

TABEL 5. Tabel *analysis of variance* dari rancangan faktorial *regression* untuk nilai kapasitas adsorpsi adsorben.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	6	35,9260	5,98766	1029,34	0,024
Suhu	1	0,3957	0,39566	68,02	0,077
Waktu	1	0,1651	0,16505	28,37	0,118
Ukuran Partikel	1	1,2793	1,27927	219,92	0,043
Su-hu ² Waktu	1	0,0018	0,00183	0,32	0,674
Su-hu ² Ukuran Partikel	1	0,3147	0,31474	54,11	0,086
Waktu ² Ukuran Partikel	1	0,1841	0,18412	31,65	0,112
Error	1	0,0058	0,00582		
Total	7	35,9318			



GAMBAR 5. Analisis pengaruh suhu dan ukuran partikel terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong.



GAMBAR 6. Analisis pengaruh waktu dan ukuran partikel terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong.

mikian variabel ukuran partikel adalah variabel paling berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi, karena ukuran partikel adsorben dan luas permukaan terjadinya adsorpsi saling berhubungan, dimana ukuran partikel adsorben yang semakin kecil maka permukaan adsorpsi semakin luas sehingga jumlah asam lemak bebas yang dapat dijerap semakin banyak (Nurdiani dkk. 2021). Interaksi yang terjadi antara adsorbat dengan adsorben hanya di permukaan adsorben. Apabila semakin luas permukaan adsorben maka pori-pori akan lebih banyak sehingga molekul asam lemak bebas akan teradsorpsi dengan mudah kedalam pori-pori. Selain itu ukuran partikel juga berhubungan dengan gaya *intermolekuler*, karena semakin kecil ukuran partikel adsorben ampas singkong maka gaya *intermolekuler* yang dihasilkan semakin kuat sehingga molekul adsorbat lebih mudah dijerap (Siskayanti Rini, Kosim Muhamad Engkos 2020). Gaya *intermolekuler* yang dimaksud pada penelitian ini yaitu gaya antara molekul asam lemak bebas dengan adsorben ampas singkong. Apabila gaya tarik menarik antara molekul asam lemak bebas dan pelerutnya lebih besar dari gaya tarik menarik antara adsorben ampas singkong dan molekul asam lemak bebas, maka asam lemak bebas akan mudah diadsorpsi pada permukaan adsorben ampas singkong. Maka dapat disimpulkan bahwa ukuran partikel adsorben yang lebih kecil memiliki daya jerap adsorben yang lebih baik (Asip dkk. 2008). Hal ini dibuktikan dari hasil tabel 4.1 yaitu variabel ukuran partikel 120 mesh menghasilkan kapasitas adsorpsi adsorben lebih besar dibandingkan dengan variabel ukuran partikel 100 mesh.

3.2.2 Efek Antar Variabel terhadap Kapasitas Adsorpsi Adsorben

Untuk menganalisa efek antar variabel dapat digunakan *contour plot* seperti pada Gambar 4. Pada Gambar 4 Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kapasitas adsorpsi terbesar menurut gambar 4 ditandai dengan warna hijau tua yaitu terdapat pada suhu oven 120 °C dan waktu oven 5 jam. Suhu oven yang semakin besar dan waktu oven yang semakin lama akan menghasilkan kapasitas adsorpsi adsorben yang lebih besar.

Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kapasitas adsorpsi terbesar menurut gambar 5 ditandai dengan warna hijau tua yaitu terdapat pada suhu 120 °C dan ukuran partikel 120 mesh. Semakin besar suhu oven maka kapasitas adsorpsi adsorben juga semakin besar. Sedangkan ukuran partikel adsorben yang semakin kecil akan dihasilkan kapasitas adsorpsi adsorben yang semakin besar.

Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kapasitas adsorpsi terbesar menurut gambar 6 diatas ditandai dengan warna hijau tua yaitu terdapat pada waktu 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh. Penggunaan waktu oven yang semakin lama akan dihasilkan kapasitas adsorpsi adsorben yang semakin besar. Sedangkan untuk ukuran partikel adsorben yang semakin kecil akan dihasilkan kapasitas adsorpsi adsorben yang semakin besar.

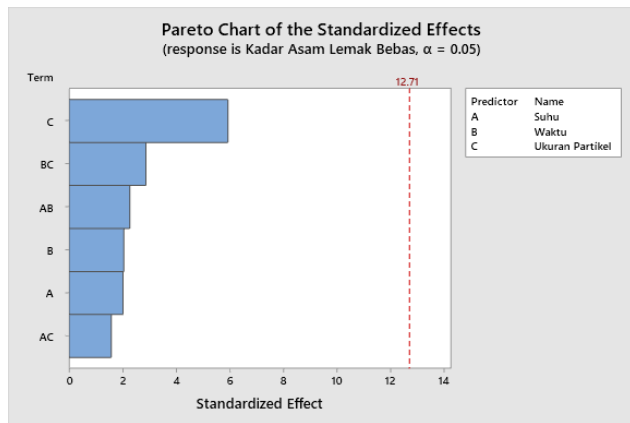
3.2.3 Analisis percobaan terhadap kapasitas adsorpsi adsorben ampas singkong

Untuk menganalisa hasil penelitian antara kapasitas adsorpsi dengan variabel bebas dapat menggunakan rancangan

TABEL 6. Perhitungan efek variabel terhadap kadar asam lemak bebas.

NO	U	W	S	ALB	-1	-2	-3	Pembagi	Efek	Hasil	
1	-	-	-	0,3328	0,512	0,9216	1,7024	8	RATA	0,2128	
2	+	-	-	0,1792	0,4096	0,7808	-0,576	4	U	-0,144	Efek Utama
3	-	+	-	0,2816	0,448	-0,3072	-0,2176	4	W	-0,0544	
4	+	+	-	0,128	0,3328	-0,2688	0,0128	4	UW	0,0032	
5	-	-	+	0,2944	-0,1536	-0,1024	-0,1408	4	S	-0,0352	
6	+	-	+	0,1536	-0,1536	-0,1152	0,0384	4	US	0,0096	Efek Interaksi
7	-	+	+	0,2304	-0,1408	0	-0,0128	4	WS	-0,0032	
8	+	+	+	0,1024	-0,128	0,0128	0,0128	4	UWS	0,0032	

U = Ukuran Partikel; W = Waktu pengeringan; S = Suhu pengeringan



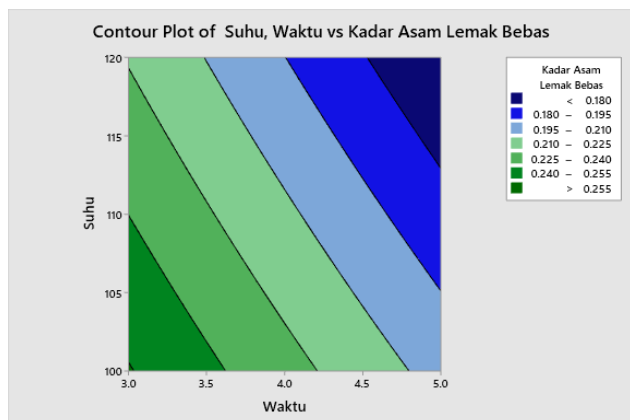
GAMBAR 7. Diagram pareto dari efek standar untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap kadar asam lemak bebas.

faktorial pada aplikasi minitab-19 dan model *summary* dari kapasitas adsorpsi adsorben.

Dari output tabel model *summary*, analisa data dilihat dari nilai *R-square adjust* ($R-sq(adj)$) nilai tersebut sangat peka terhadap perubahan variabel bebas dan selalu konstan. Pada tabel 3 diatas dapat kita lihat hasil *R-square adjust* sebesar 99,89%. Yang artinya 99,89% dari kapasitas adsorpsi adsorben dipengaruhi variabel bebas yang terdapat dalam penelitian (suhu oven, waktu oven dan ukuran partikel adsorben) dan 0,02% dari kapasitas adsorpsi adsorben dipengaruhi oleh faktor lain.

Dari tabel 4 diketahui nilai *P-value* untuk regression sebesar 0,024, nilai ini kurang dari $\alpha = 0,05$ yang artinya rancangan factorial ini sudah memenuhi keseluruhan data. Dan untuk masing-masing variabel didapatkan nilai *P-value* pada ukuran partikel sebesar 0,043 nilai ini lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ yang artinya ukuran partikel merupakan variabel yang memberi pengaruh terhadap nilai kapasitas adsorpsi adsorben. Lalu untuk variabel waktu oven dan suhu oven didapatkan nilai *P-value* lebih besar dari $\alpha = 0,05$ yaitu sebesar 0,118 untuk variabel waktu oven dan 0,077 untuk variabel suhu oven, yang artinya variabel suhu oven dan waktu oven tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil kapasitas adsorpsi adsorben.

Persamaan regresi tanpa satuan dari model rancangan factorial ini dituliskan dengan:



GAMBAR 8. Analisis pengaruh suhu oven dan waktu oven terhadap kadar asam lemak bebas.

TABEL 7. Tabel *summary* dari rancangan factorial *regression* untuk kadar asam lemak bebas.

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0035317	99,98%	99,86%	98,70%

TABEL 8. Tabel *analysis of variance* dari rancangan factorial *regression* untuk nilai kadar asam lemak bebas.

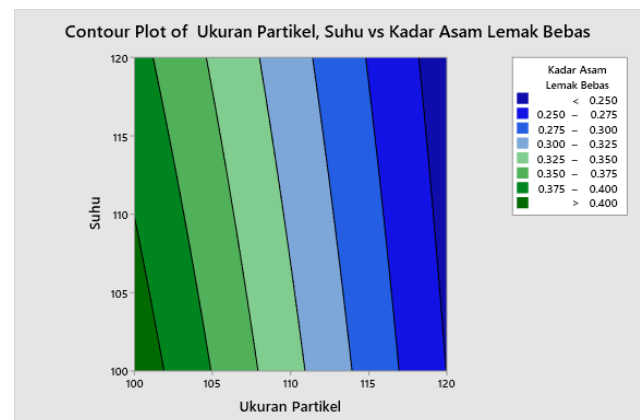
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	6	0,061491	0,010248	821,66	0,027
Suhu	1	0,000051	0,000051	4,08	0,293
Waktu	1	0,000052	0,000052	4,19	0,289
Ukuran Partikel	1	0,000439	0,000439	35,20	0,106
Su-hu ² Waktu	1	0,000065	0,000065	5,18	0,264
Su-hu ² Ukuran Partikel	1	0,000031	0,000031	2,50	0,359
Waktu ² Ukuran Partikel	1	0,000103	0,000103	8,23	0,214
Error	1	0,000012	0,000012		
Total	7	0,061503			

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Adsorpsi Adsorben} = & -46,68 + 0,2612.(\text{Temperatur}) \\ & +2,239.(\text{Waktu}) + 0,4698.(\text{Ukuran Partikel}) \\ & +0,00151.(\text{Temperatur} \times \text{Waktu}) \\ & -0,001983.(\text{Temperatur} \times \text{Ukuran Partikel}) \\ & -0,01517.(\text{Waktu} \times \text{Ukuran Partikel}) \end{aligned} \quad (3)$$

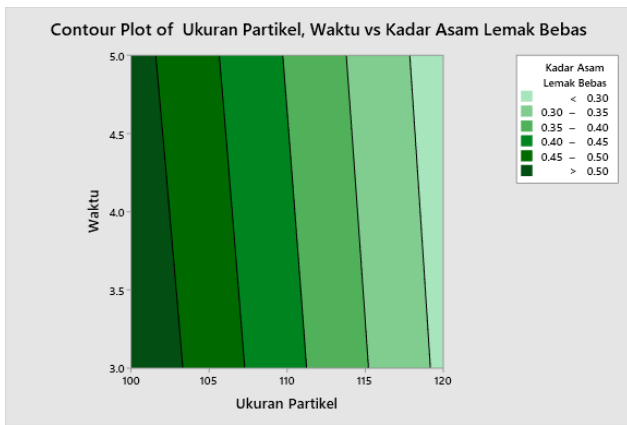
3.3 Analisis pengaruh variabel bebas terhadap kadar asam lemak bebas

3.3.1 Perhitungan efek variabel terhadap kadar asam lemak bebas

Efek utama dan efek interaksi terhadap kadar asam lemak bebas pada proses pembuatan adsorben ampas singkong untuk pemurnian minyak jelantah dan aplikasinya sebagai sabun cair cuci dapat dilihat pada tabel 6. Dari tabel 6 dapat dibuat diagram pareto untuk mengetahui faktor yang paling signifikan terhadap kadar asam lemak bebas yang dihasilkan.



GAMBAR 9. Analisis pengaruh suhu oven dan ukuran partikel terhadap kadar asam lemak bebas.



GAMBAR 10. Analisis pengaruh waktu dan ukuran partikel terhadap kadar asam lemak bebas.

Dari tabel 6 dapat diketahui variabel ukuran partikel merupakan titik terjauh dengan nilai sebesar 0,144. Dengan demikian variabel ukuran partikel adalah variabel paling berpengaruh terhadap kadar asam lemak bebas, karena luas permukaan terjadinya adsorpsi saling berhubungan dengan ukuran partikel adsorben, dimana ukuran partikel adsorben yang semakin kecil maka permukaan adsorpsi semakin luas sehingga jumlah asam lemak bebas yang dapat diserap semakin banyak (Nurdiani dkk. 2021). Interaksi yang terjadi antara adsorbat dengan adsorben hanya di permukaan adsorben. Apabila permukaan adsorben semakin luas maka pori-pori akan lebih banyak sehingga molekul asam lemak bebas akan teradsorpsi dengan mudah kedalam pori-pori. Selain itu ukuran partikel juga berhubungan dengan gaya *intermolekuler*, karena semakin kecil ukuran partikel adsorben ampas singkong maka gaya *intermolekuler* yang dihasilkan semakin kuat sehingga molekul adsorbat lebih mudah diserap (Siskayanti Rini, Kosim Muhammad Engkos 2020). Gaya *intermolekuler* yang dimaksud pada penelitian ini yaitu gaya antara molekul asam lemak bebas dengan adsorben ampas singkong. Apabila gaya tarik menarik antara molekul asam lemak bebas dan adsorben ampas singkong lebih besar dari gaya tarik menarik molekul asam lemak bebas dengan pelarut, maka asam lemak bebas akan mudah diadsorpsi pada permukaan adsorben ampas singkong. Maka didapat kesimpulan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka kadar asam lemak bebas semakin kecil pula (Nurdiani dkk. 2021). Hal ini dibuktikan dari hasil tabel 4.1 dimana variabel ukuran partikel 120 mesh kadar asam lemak bebasnya lebih kecil dibanding dengan variabel ukuran partikel 100 mesh.



GAMBAR 11. Sabun cair cuci tangan.

3.3.2 Efek antar variabel terhadap kadar asam lemak bebas

Untuk menganalisa efek antar variabel dapat digunakan *contour plot* pada Gambar 8. Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kadar asam lemak bebas paling rendah menurut gambar 8 ditandai dengan warna biru tua yaitu terdapat pada suhu oven 120 °C dan waktu oven 5 jam. Suhu oven yang semakin besar dan waktu oven yang semakin lama akan dihasilkan penurunan kadar asam lemak bebas semakin besar.

Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah menurut gambar 9 ditandai dengan warna biru tua yaitu terdapat pada suhu oven 120 °C dan ukuran partikel 120 mesh. Semakin besar suhu oven maka akan dihasilkan penurunan kadar asam lemak bebas yang semakin besar pula. Sedangkan untuk ukuran partikel adsorben yang semakin kecil akan dihasilkan penurunan kadar asam lemak bebas yang semakin besar.

Variabel yang sangat berpengaruh dan menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah menurut gambar 10 ditandai dengan warna hijau muda yaitu terdapat pada waktu oven 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh. Semakin lama waktu oven maka akan dihasilkan penurunan kadar asam lemak bebas yang semakin besar pula. Sedangkan untuk ukuran partikel adsorben yang semakin kecil akan dihasilkan penurunan kadar asam lemak bebas yang semakin besar.

3.3.3 Analisis percobaan terhadap kadar asam lemak bebas

Untuk menganalisa hasil penelitian antara kadar asam lemak bebas dengan variabel bebas dapat menggunakan rancangan faktorial pada aplikasi minitab-19 dan model *summary* dari kadar asam lemak bebas

TABEL 9. Hasil analisa sabun cair cuci tangan.

No.	Parameter	Standar SNI	Hasil Penelitian
1.	pH	4 – 10 *	9,07
2.	Tinggi Busa	13 mm – 220 mm *	35,5 mm
3.	Uji Organoleptik:		
-	Bau	Campuran KOH dan minyak**	Campuran KOH dan minyak
-	Warna	Kuning bening **	Kuning bening
-	Bentuk	Cairan homogen **	Cairan homogen

*: SNI 2588:2017; **: SNI 06-4085-1996

Dari output tabel model *summary*, analisa data dilihat dari nilai *R-square adjust (R-adj)* nilai tersebut sangat peka terhadap perubahan variabel bebas dan selalu konstan. Pada tabel 7 diatas dapat kita lihat hasil *R-square adjust* sebesar 99,86%. Yang artinya 99,86% dari kadar asam lemak bebas dipengaruhi variabel bebas yang terdapat dalam penelitian (suhu oven, waktu oven dan ukuran partikel adsorben) dan 0,14% dari kadar asam lemak bebas dipengaruhi oleh faktor lain.

Dari tabel 8 diketahui nilai *P-value* untuk regression sebesar 0,027 nilai ini kurang dari $\alpha = 0,05$ yang artinya rancangan factorial ini sudah memenuhi keseluruhan data. Dan untuk masing-masing variabel didapatkan nilai *P-value* untuk ukuran partikel 0,106, suhu 0,293 dan waktu 0,289, nilai dari ketiga variabel tersebut lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$ artinya ketiga variabel tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil kadar asam lemak bebas. Akan tetapi variabel ukuran partikel memiliki nilai *P-value* paling kecil diantara variabel lainnya, yang artinya variabel ukuran partikel memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap kadar asam lemak bebas dibanding variabel bebas lainnya.

Persamaan regresi tanpa satuan dari model rancangan factorial ini dituliskan dengan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Asam Lemak Bebas} = & 1,620 - 0,00296.(\text{Temperatur}) \\ & +0,0399.(\text{Waktu}) - 0,00870.(\text{Ukuran Partikel}) \\ & -0,000284.(\text{Temperatur} \times \text{Waktu}) \\ & +0,000020.(\text{Temperatur} \times \text{Ukuran Partikel}) \\ & -0,000358.(\text{Waktu} \times \text{Ukuran Partikel}) \end{aligned} \quad (4)$$

3.4 Analisa sabun

Kondisi operasi optimal pemurnian minyak jelantah pada penelitian ini dihasilkan pada percobaan ke 8 yaitu pada kondisi operasi suhu oven 120°C, waktu oven 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh. Produk pemurnian minyak jelantah pada percobaan ke 8 digunakan sebagai bahan pembuatan sabun cair cuci tangan. Selanjutnya sabun yang dihasilkan dilakukan analisa terhadap nilai pH, tinggi busa dan uji organoleptik kepada 25 panelis. Hasil analisa sabun cair cuci tangan terdapat pada tabel 9 dan produk sabun cair cuci tangan terdapat pada gambar 11.

4. KESIMPULAN

Kondisi optimum untuk mendapatkan kapasitas adsorpsi adsorben dan kadar asam lemak bebas dengan nilai terbaik didapat pada percobaan ke 8 yaitu pada suhu oven 120 °C, waktu oven 5 jam dan ukuran partikel 120 mesh dimana nilai kapasitas adsorpsi adsorben sebesar 238,93 mg/g dan kadar asam lemak bebas sebesar 0,1024 %. Dari penelitian ini dapat diketahui variabel bebas yang memberikan pengaruh besar terhadap hasil kapasitas adsorpsi adsorben dan kadar asam lemak bebas yaitu ukuran partikel, hal ini dibuktikan dengan semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka hasil penurunan kadar asam lemak bebas dan nilai kapasitas adsorpsi adsorben semakin besar serta ditinjau dari hasil efek variabel bebas yang paling besar yaitu kapasitas adsorpsi adsorben sebesar 96 dan kadar asam lemak bebas sebesar 0,144. Kualitas sabun cair cuci tangan yang dihasilkan dari hasil op-

timal pemurnian minyak jelantah dengan adsorben ampas singkong yaitu pada percobaan ke-8 sesuai dengan standar SNI yaitu diperoleh hasil nilai pH 9,07, tinggi busa 35,5 mm dan hasil uji organoleptik sabun cair cuci tangan sudah sesuai dengan standar SNI yaitu bentuk cairan homogen serta bau yang khas seperti campuran minyak dan KOH serta warna kuning bening. Jadi dapat disimpulkan dalam penelitian pembuatan adsorben ampas singkong untuk memurnikan minyak jelantah ini layak untuk digunakan dan diaplikasikan sebagai bahan dalam pembuatan sabun cair cuci tangan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing atas waktu, tenaga, segala arahan dan bimbingan sehingga penelitian ini dapat selesai dan berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asip F, Afrizal R, Rosa SS. 2008. Pembuatan oil adsorbant dari enceng gondok. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(4):44–49. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk>.
- Firdausi FK, Santoso AB, Handayani W. 2017. Ekstraksi xilan dari limbah ampas singkong dan pemanfaatannya sebagai substrat endo-B-1,4-D-xilanase. *Berkala Sainstek*. 5(1):50–54. doi:10.19184/bst.v5i1.5376.
- Hariyanto B, Larasati DA. 2016. Dampak pembuangan limbah tapioka terhadap kualitas air tambak di kecamatan Margoyoso kabupaten Pati. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS*:357–369. <http://hdl.handle.net/11617/8575>.
- Karunawan J, Wati AL, Rahmawati I, Sulhadi S, Priyanto A, Aji MP. 2017. Pemanfaatan limbah ubi kayu dari sisa pengolahan tepung tapioka di kecamatan Margoyoso kabupaten Pati menjadi bahan adsorben untuk penjernihan air. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*. 6:43–48. doi:10.2109/03.snf2017.02.ere.06.
- Kusumawardani. 2016. Pemanfaatan limbah nasi aking sebagai adsorben untuk menurunkan kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah. [[Doctoral thesis]]: .
- Ma'rifah M, Jamaluddin J, Yuyun Y, Widodo A. 2018. Pengaruh penambahan aktivator dalam pembuatan karbon aktif ampas tahu sebagai adsorben minyak jelantah. *KOVALLEN: Jurnal Riset Kimia*. 4(1):88–97. doi:10.22487/kovalen.2018.v4.i1.9363.
- Marina Olivia Esterlita, Netti Herlina. 2015. Pengaruh penambahan ativator ZnCl₂, KOH, dan H₃PO₄ dalam pembuatan karbon aktif dari pelepah aren (arenga pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(1):47–52. doi:10.32734/jtk.v4i1.1460.
- Nurdiani I, Suwardiyono S, Kurniasari L. 2021. Pengaruh ukuran partikel dan waktu perendaman ampas tebu pada peningkatan kualitas minyak jelantah. *Inovasi Teknik Kimia*. 06(ISSN 2527-614X, e-ISSN 2541-5891):28–36. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/inteka/article/view/4451>.
- Pandey A, Soccol CR, Nigam P, Soccol VT, Vandenberghe LP, Mohan R. 2000. Biotechnological potential of agro-industrial residues. II: cassava bagasse. *Bioresource Technology*. 74(1):81–87. doi:10.1016/S0960-8524(99)00143-1.

- Rahayu L, Purnavita S. 2014. Pengaruh suhu dan waktu adsorpsi terhadap sifat kimia fisika minyak goreng bekas hasil pemurnian menggunakan adsorben ampas pati aren dan bentonit. *Jurnal Momentum UNWAHAS*. 10(2):115187. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/1058>.
- Rahayu L, Purnavita S, Sriyana H. 2014. Potensi sabut dan tempurung kelapa sebagai adsorben untuk meregenerasi minyak jelantah. *Jurnal Momentum UNWAHAS*. 10(1):138279. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/view/964>.
- Ramdja AF, Febrina L, Krisdianto D. 2011. Pemurnian minyak jelantah menggunakan ampas tebu sebagai adsorben. *Jurnal Teknik Kimia*. 17(1):7–14. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk>.
- Siskayanti Rini, Kosim Muhamad Engkos RD. 2020. Efektivitas arang aktif dari tempurung kelapa dalam mengadsorpsi logam Fe pada pelumas motor bekas pakai. *Jurnal Universitas PGRI Palembang*. 5:108–115. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/redoks/article/view/4990/4438>.
- Wahyuningsih AWK, Ulfin I, Suprpto S. 2019. Pengaruh pH dan waktu kontak pada adsorpsi remazol brilliant blue R menggunakan adsorben ampas singkong. *Jurnal Sains dan Seni Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. 7(2):7–9. doi:10.12962/j23373520.v7i2.30070.
- Yuliatwati Rohmah. 2016. Pusat data dan sistem informasi pertanian kementerian pertanian. *Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian*:1–68. <https://pusdatin.setjen.pertanian.go.id/>.