

Refining Used Cooking Oil with Adsorption Column

Pemurnian Minyak Jelantah dengan Kolom Adsorpsi

Amsalinus Suranto Malau*, Mohammad Prasanto Bimantio¹, Herawati Oktavianty¹

¹ Agricultural Technology Faculty, STIPER Institute of Agriculture

Jl. Nangka II, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Indonesia

* e-mail: amsalinusmalau@gmail.com



INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Diterima :

Direvisi :

Diterbitkan :

Keywords

Adsorption,
Zeolite,
silica gel,
rice husk,
oil.

Kata kunci:

Adsorpsi,
Zeolit,
Silica gel,
Arang sekam padi,
Minyak.

ABSTRACT

Adsorption is the event of collecting molecules of a substance on the surface of another substance by an imbalance and because it has a force of attraction between atoms or molecules on the surface of a solid substance. The purpose of this study is to determine the combination of adsorbent and the amount of circulation in the adsorption column that produces the best quality oil and knowing the characteristics of the oil after being adsorbent with adsorbent (zeolite, silica gel, and rice husks) and the amount of circulation in the adsorption column. This study used a complete block experiment design with 2 factors. The first factor is the number of adsorbents used including F1: 500 gr zeolite +250gr silica gel +250 gr rice husks, F2: 250 gr Zeolite +500gr silica gel +250 gr rice husks, F3 : 250 gr Zeolite +250gr silica gel +500 gr rice husks and the second factor is the amount of circulation used includes G1= 5, G2 = 10, G3 = 15 . The purification of the resulting oil is then analyzed such as water content, free fatty acids, odor, peroxide number, color, smoke point, and density. The results of the influence of the combination of adsorbent and circulation that have been carried out were obtained F3G3 as the best sample with zeolite as the dominant adsorbent and carried out as much as 15 circulations with ALB results of 3.7883%, density 0.8796kg / m³, water content 0.0225%, peroxide number 6.9006mek O₂ / kg, smoke point 224oC, odor 3.6500 (slightly not rancid), color (L) 28.0750, color (a) 13.0000, color (b) 6.4000.

ABSTRAK

Adsorpsi merupakan peristiwa pengumpulan molekul-molekul dari suatu zat pada permukaan zat lain oleh ketidakseimbangan dan karena memiliki gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan zat padat. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan kombinasi Adsorben dan jumlah sirkulasi pada kolom adsorpsi yang menghasilkan minyak dengan kualitas terbaik dan Mengetahui karakteristik minyak setelah diadsorpsi dengan adsorben (zeolit, silica gel, dan sekam padi) dan jumlah sirkulasi pada kolom adsorpsi. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan blok lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama yaitu jumlah adsorben yang digunakan meliputi F1 : 500 gr Zeolit +250gr silica gel +250 gr sekam padi, F2 : 250 gr Zeolit +500gr silica gel +250 gr sekam padi, F3 : 250 gr Zeolit +250gr silica gel +500 gr sekam padi dan faktor kedua yaitu jumlah sirkulasi yang digunakan meliputi G1= 5, G2 =10, G3 = 15. Pemurnian minyak yang dihasilkan kemudian dilakukan analisis seperti kadar air, asam lemak bebas, bau, bilangan peroksida, warna, smoke point, dan densitas. Hasil pengaruh kombinasi adsorben dan sirkulasi yang telah dilakukan di peroleh F3G3 sebagai sampel terbaik dengan zeolit sebagai adsorben dominan dan dilakukan sebanyak 15 kali sirkulasi dengan hasil ALB 3,7883%, densitas 0,8796kg/m³, kadar air 0,0225%, bilangan peroksida 6,9006mek O₂/kg, smoke point 224oC, bau 3,6500(agak tidak tengik), warna (L) 28,0750, warna (a) 13,0000, warna (b) 6,4000.

1. Introduction

Minyak goreng adalah bahan makanan yang penggunaannya tidak dapat terlepas dari aktivitas manusia dan berkaitan dengan konsumsi bahan pangan. Minyak yang telah digunakan untuk menggoreng oleh sebagian besar masyarakat, umumnya tidak dibuang meskipun telah dipakai berulang-ulang, tetapi digunakan kembali untuk menggoreng atau mengolah makanan. Padahal minyak yang digunakan berulang-ulang dapat membahayakan kesehatan (Rahayu and Purnavita, 2014).

Minyak goreng yang telah digunakan lebih dari dua atau tiga kali penggorengan biasa disebut minyak jelantah, minyak ini dapat dikategorikan sebagai limbah karena dapat merusak lingkungan dan orang-orang yang mengonsumsi makanan yang di olah dengan minyak jelantah akan lebih beresiko menimbulkan penyakit seperti tekanan darah tinggi dan kanker dibanding mereka yang sering mengganti minyak goreng dalam memasak.

Berdasarkan hasil analisa kandungan bilangan peroksida pada minyak jelantah, apabila frekuensi penggorengan semakin tinggi, nilai bilangan peroksida juga akan semakin tinggi, dan bilangan peroksida pada minyak jelantah bekas yang digunakan berulang kali ternyata jauh lebih tinggi. Pemanasan minyak jelantah yang berulang-ulang dan dalam suhu yang tinggi (lebih dari 170o-200oC) menyebabkan minyak jelantah mengalami proses-proses perubahan kandungan minyak. Minyak akan mengalami proses oksidasi sehingga kandungan asam lemak tidak jenuh struktur (Cis) akan berubah struktur (Trans) (Alamsyah et al., 2017).

Penelitian pemurnian minyak jelantah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh adsorpsi kolom dengan menggunakan beberapa variasi jumlah sirkulasi dan kombinasi adsorben terhadap karakteristik minyak yang akan dihasilkan dan juga memanfaatkan arang sekam padi sebagai adsorben guna memurnikan minyak jelantah. Adsorpsi merupakan salah satu cara memurnikan minyak jelantah dengan memisahkan molekul yang tidak dibutuhkan. Adsorpsi adalah suatu bentuk sorption operation. Ada dua komponen yang penting pada adsorpsi yaitu fase bergerak (adsorbate) dan fase penjerap (adsorbent). Proses adsorpsi pada dasarnya merupakan proses penjerapan yang terjadi pada permukaan padatan. Proses perpindahan massa terjadi pada permukaan yang aktif. Mula-mula molekul mendifusi melalui pori-pori (macropore). Kemudian melalui mesopore. Selanjutnya molekul akan terjerap dalam pori-pori kecil (micropore) dan tertahan didalamnya (Bimantio, 2017).

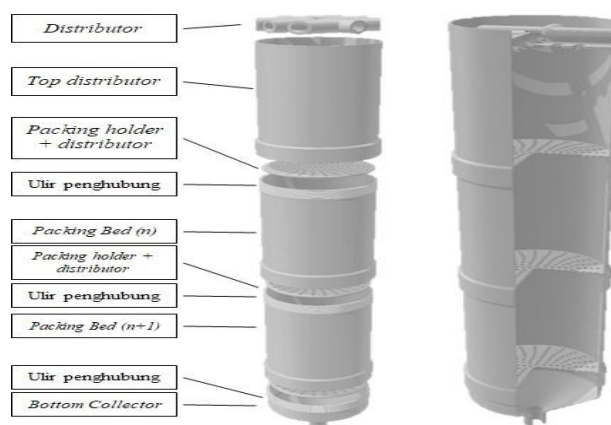
Adapun penelitian terdahulu yang di yang telah dilaksanakan menggunakan adsorben yang berbeda memperoleh hasil yang kurang memuaskan. Pada penelitian Rahayu (2014) dengan menggunakan ampas pati aren dan bentonit sebagai adsorben memperoleh nilai bilangan peroksida sebesar 5,0403 mek O₂/kg dengan bilangan peroksida pada SNI tidak boleh melebihi 10 mek O₂/kg, nilai bilangan asam sebesar 0,8385 mg KOH/g yang mana nilai ini belum memenuhi standar SNI dengan nilai maksimal 0,6 mg KOH/g.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan kualitas minyak yang lebih baik dengan dimurnikan menggunakan metode adsorpsi kolom dengan zeolit, Silica gel, dan arang sekam padi sebagai adsorben dan kualitas minyak yang dihasilkan dari penelitian ini akan dibandingkan dengan standar minyak goreng sebagai pembanding.

2. Methods

Minyak jelantah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari “Erista Garden” sebuah restoran di Yogyakarta. Peralatan utama dalam penelitian ini adalah Alat pemurnian berbentuk kolom, dengan beberapa pelat sebagai bahan pengisi, yang meningkatkan waktu tinggal, sehingga proses pemurnian dapat dilakukan dengan sempurna. Alat terdiri dari 3 bagian, yaitu: top distributor, packing bed, dan bottom collector. Prinsip pada ketiga bagian tersebut sama seperti puzzle yang dapat diatur jumlah packing bed-nya sesuai dengan kebutuhan pemurnian yang dilakukan.

Pemurnian dilakukan dengan kombinasi adsorben sebagai faktor pertama. Kombinasi adsorben yang digunakan terdiri dari 3 taraf faktor yaitu 500 gr zeolit + 250 gr silica gel + 250 gr arang sekam padi (kode sampel F1), 250 gr zeolit + 500 gr silica gel + 250 gr arang sekam padi (kode sampel F2), 250 gr zeolit + 250 gr silica gel + 500 gr arang sekam padi (kode sampel F3). Faktor kedua dalam penelitian ini adalah jumlah sirkulasi minyak jelantah ketika pemurnian. Sirkulasi ini terdiri dari 3 taraf faktor yaitu 5 (kode sampel G1), 10 (kode sampel G2) dan 15 (kode sampel G3) kali sirkulasi. Dari kedua faktor tersebut akan diperoleh 18 sampel. Parameter yang dianalisis meliputi: kadar asam lemak bebas, warna, bau, kadar air, smoke point, densitas, bilangan peroksida dan GC-MS. Parameter ini dibandingkan dengan minyak jelantah sebelum dimurnikan dan minyak goreng baru yang menggunakan uji statistik seperti uji-t dan ANOVA menggunakan perangkat lunak SPSS. Pada adsorben yang dilakukan akan dilakukan pengujian SEM dan daya jerap iod.



Gambar 1. Skema Alat pemurnian minyak jelantah dengan kolom adsorpsi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. T-test

Untuk mengetahui apakah pemurnian minyak jelantah menggunakan metode adsorpsi kolom dapat menghasilkan kualitas minyak jelantah yang lebih baik, maka dilakukan uji T antar sampel sebelum dan sesudah proses adsorpsi dan antar sampel dengan minyak goreng baru untuk mengetahui apakah kualitas minyak jelantah hasil pemurnian sudah mendekati kualitas minyak goreng baru. Adapun karakteristik yang diamati adalah asam lemak bebas (ALB), densitas, kadar air, bilangan peroksida, smoke point, bau, dan warna yang terdiri dari kecerahan (L), kecenderungan warna merah-hijau (a), dan kecenderungan warna biru-kuning (b). Adsorben yang digunakan adalah zeolit, Silica gel dan arang sekam. Hasil T-test dari seluruh parameter yang diamati dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Munculnya asam lemak bebas pada lipida seperti minyak diakibatkan karena minyak sudah mengalami hidrolisis oleh suhu, air maupun enzim. Munculnya ketengikan hidrolitik bisa menyebabkan putusya ikatan ester pada trigliserida yang akan membentuk asam lemak bebas yang mengakibatkan terjadi perubahan bau, aroma dan karakteristik lain. Aroma yang dihasilkan dari pembentukan asam lemak bebas ini tergantung pada komposisi minyaknya (Mulyani and Sujarwanta, 2017). Uji T menunjukkan bahwa rerata asam lemak bebas minyak jelantah sebelum dan sesudah dimurnikan terdapat perbedaan yang signifikan. Begitupun dengan rerata asam lemak bebas antara minyak jelantah hasil pemurnian dengan minyak goreng baru tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Berdasarkan data yang didapatkan asam lemak bebas mengalami kenaikan. Adanya kenaikan asam lemak bebas dikarenakan pada proses pemurnian minyak mengalami oksidasi yang dapat mengakibatkan pemecahan ikatan rangkap pada minyak oleh udara, hal inilah yang mengakibatkan kenaikan asam lemak bebas pada minyak jelantah.

Berat jenis adalah salah satu faktor yang penting ketika menentukan kualitas dan kemurnian minyak. Nilai berat jenis minyak didefinisikan sebagai perbandingan antara berat minyak dengan berat air pada volume air yang sama dengan volume minyak pada yang sama pula (Juliana et al., 2015). Proses pemurnian minyak jelantah tidak menghasilkan perbedaan densitas atau massa jenis yang berbeda secara signifikan antara minyak jelantah sebelum dan sesudah pemurnian. Sedangkan rerata minyak goreng baru dan minyak hasil pemurnian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa rerata densitas minyak jelantah sebelum pemurnian lebih kecil dibandingkan setelah pemurnian. Kenaikan densitas minyak diakibatkan oleh ukuran adsorben yang terlalu kecil lolos penyaringan

sehingga mempengaruhi berat jenis dari minyak jelantah hasil pemurnian.

Kadar air minyak jelantah sebelum dan sesudah dilakukannya pemurnian mengalami penurunan. Penurunan rerata kadar air minyak jelantah sebelum dan sesudah pemurnian memiliki perbedaan yang signifikan. Begitupun rerata kadar air minyak goreng baru dan minyak hasil pemurnian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Penurunan kadar air ini diakibatkan oleh terjerapnya air dari minyak jelantah pada adsorben yang digunakan pada penyaringan. Menurut Pardede (2020) penurunan kadar air dipengaruhi oleh jumlah adsorben dan panjang kontak. Menurut Chandra (2012) Sekam padi memiliki kandungan silika yang cukup tinggi yaitu sebesar 18-22%. Hal tersebut mendukung hasil penelitian yang menunjukkan bahwa hasil adsorpsi menunjukkan kadar air pada kombinasi adsorben arang sekam padi dengan jumlah lebih banyak memiliki jumlah paling sedikit.

Peroksida pada minyak jelantah terbentuk karena adanya pemanasan pada minyak ketika digunakan, angka peroksida ini menunjukkan ketengikan pada minyak. Pemurnian minyak jelantah menghasilkan perbedaan yang signifikan pada bilangan peroksida. Sedangkan rerata biangan peroksida minyak goreng baru dan minyak jelantah hasil pemurnian tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Tingkat bilangan peroksida sebelum pemurnian lebih tinggi dibandingkan setelah pemurnian. Penurunan angka peroksida dikarenakan melekatnya senyawa peroksida pada adsorben ketika dilakukan adsorpsi, hal ini didukung oleh Aisyah (2010) yang mengatakan Interaksi antara peroksida dengan karbon aktif polong buah kelor pada penelitian yang telah dilakukan terjadi adsorpsi secara fisika diakibatkan oleh setiap pertikel-pertikel adsorbat yang mulai mendekat ke permukaan adsorben dengan gaya van der Waals maupun ikatan hidrogen, hal ini diakibatkan oleh perbedaan energi potensial pada permukaan adsorben dengan adsorbat.

Standar titik asap terendah 170°C, ini menunjukkan bahwa minyak goreng telah mengalami kerusakan sehingga tidak baik untuk digunakan lagi. Beberapa negara mendefinisikan minyak yang tidak layak pakai bila titik asap dibawah 170°C, bau yang sangat tengik, dan asam lemak yang teroksidasi diatas 1% (Berger, 2005). Rerata smoke point minyak jelantah sebelum dan sesudah pemurnian menunjukkan nilai yang signifikan. Begitupun rerata smoke point minyak goreng baru dan minyak jelantah hasil pemurnian adanya perbedaan yang signifikan. Berdasarkan tabel 3 smoke point mengalami kenaikan. Kenaikan smoke point ini menandakan perbaikan kualitas minyak yang telah dimurnikan.

Minyak yang mengalami oksidasi membentuk peroksida kemudian terpecah menjadi aldehid dan ester aldehid sehingga untuk mendeteksi oksidasi pada minyak

dapat dilakukan dengan mencium baunya. Minyak yang teroksidasi memiliki bau tengik. Jadi, peroksida pada minyak goreng bekas lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng baru sebagai pembanding (Riyanta, 2016). Proses pemurnian mengakibatkan perubahan signifikan pada bau minyak jelantah. Begitupun nilai rerata minyak goreng baru dan minyak hasil pemurnian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Panelis yang digunakan dalam pengujian bau menyatakan bahwa tingkat ketengikan minyak jelantah yang telah dimurnikan mengalami penurunan, hal ini terjadi karena

bau yang terdapat pada minyak jelantah terperangkap pada adsorben selama pemurnian menggunakan metode adsorpsi kolom.

Warna alamiah minyak dapat berubah akibat degradasi. Degradasi dapat terjadi pada suhu tinggi dengan kontaminasi dengan bahan atau rempah-rempah dari olahan pangan. Untuk menentukan warna minyak dapat digunakan alat spektrofotometer. Kerusakan senyawa-senyawa dalam minyak memperlihatkan warna minyak semakin gelap dan ditunjukkan dengan meningkatnya nilai serapan (Absorbansi) (Paramitha, 2012). Proses pemurnian minyak jelantah tidak



Gambar 2. Minyak goreng baru, Sampel hasil pemurnian minyak jelantah, dan minyak jelantah sebelum dimurnikan

menghasilkan perubahan yang signifikan dalam kecerahan (L) dan warna kuning-biru(b) dari minyak jelantah. Akan tetapi, proses pemurnian menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap kecenderungan warna merah-hijau(a). Sedangkan perbandingan minyak goreng baru dan minyak jelantah hasil pemurnian menghasilkan nilai rerata yang menunjukkan adanya perbedaan yang

signifikan pada kecerahan (L) dan kecenderungan terhadap warna merah-hijau (a), dan tidak ada perbedaan yang signifikan pada kecenderungan warna kuning-biru(b). Nilai a positif menggambarkan warna merah. Adanya perbedaan yang signifikan ini dikarenakan banyaknya pengotor yang di serap oleh adsorben selama adsorpsi.

Table 1. Hasil Uji-T Minyak Jelantah Sebelum dan Setelah Pemurnian

Sampel	ALB (%)	Densitas (kg/m ³)	Kadar air (%)	Bilangan Peroksida (mek O ₂ /kg)	Smoke Point (°C)	Bau	Warna L	Warna a	Warna b
Rerata sebelum	3,0279	0,8804	0,0689	11,8791	170	4,0500	31,0600	14,1700	8,1600
Rerata sesudah	3,7469	0,8870	0,0341	5,8172	207,56	3,5417	32,3844	13,2233	8,6450
Signifikasnsi	9,4E-5	3,83E-1	4,2166E-11	9,9047E-11	4,6878E-8	7,0894E-8	8,6E-2	3,96E-4	4,83E-1
Perbedaan	Ada	Tidak	Ada	Ada	Ada	Ada	Tidak	Ada	Tidak

Table 2. Hasil Uji-T Minyak Jelantah Setelah Pemurnian Dan Dengan Minyak Goreng Baru

Sampel	ALB (%)	Densitas (kg/m ³)	Kadar air (%)	Bilangan Peroksida (mek O ₂ /kg)	Smoke Point (°C)	Bau	Warna L	Warna a	Warna b
Rerata minyak goreng baru	0,7538	0,9059	0,0273	4,9010	230	1,5500	41,4700	12,4800	8,1200
Rerata sesudah	3,7469	0,8870	0,0341	5,8172	207,56	3,5417	32,3844	13,2233	8,6450
Signifikasnsi	1,224E-13	1,9915E-2	9,855E-3	50381E-2	3,6E-5	2,4412E-17	5,3463E-10	3,055E-3	4,48010E-1
Perbedaan	Ada	Ada	Ada	Tidak	Ada	Ada	Ada	Ada	Tidak

3.2. Two way anova test

Pengujian lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh dari kombinasi ketiga adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan ketika melakukan pemurnian minyak jelantah dan mengetahui adanya

interaksi antar faktor yang digunakan pada penelitian ini. Pengujian lebih lanjut ini dilakukan dengan menggunakan metode two way anova pada data hasil pengujian. Hasil uji statistik disajikan pada tabel 3 berikut.

Table 3. Hasil Test Anova Dua Arah

Sampel	Pengujian	ALB (%)	Densitas (kg/m ³)	Kadar air (%)	Bilangan Peroksida (mek O ₂ /kg)	Smoke Point (°C)	Bau	Warna L	Warna a	Warna b
Kombinasi Adsorben	Perbedaan	Ada	Ada	Tidak	Tidak	Ada	Ada	Ada	Tidak	Ada
	Sig.	0,93e-4	0,35e-3	0,449	0,57e-1	0,022	0,12e-4	0,313e-3	0,669	0,12e-1
Sirkulasi	Perbedaan	Tidak	Ada	Tidak	Tidak	Tidak	Ada	Tidak	Tidak	Tidak
	Sig.	0,149	0,20e-5	0,75e-1	0,562	0,711	0,24e-2	0,674	0,824	0,853
Kombinasi Adsorben* Sirkulasi	Interaksi	Tidak	Ada	Tidak	Tidak	Tidak	Ada	Tidak	Tidak	Tidak
	Sig.	0,66e-1	0,14e-1	0,999	0,700	0,994	0,99e-2	0,116	0,924	0,895

Rusaknya trigliserida disebabkan oleh pemanasan tinggi secara berulang. Hasil penelitian sebelumnya kadar asam lemak bebas lebih dari 0,2 % dari berat minyak mengakibatkan flavour yang tidak disukai, dapat mengakibatkan turunnya mutu dan nilai gizi bahan pangan dan meracuni tubuh (Viantini and Yustinah, 2015) Hasil uji ANOVA untuk parameter Asam Lemak Bebas (ALB) menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben yang digunakan, sedangkan untuk jumlah sirkulasi tidak memberikan perbedaan dan tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 30,901609 (F Tinggi) dan Sig. 0,000093 (Sig rendah). Nilai kuadrat R 0,898 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben mempengaruhi ALB sebesar 89,8%. Hasil duncan asam lemak bebas menunjukkan bahwa setiap perbedaan kombinasi adsorben memberikan pengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas pada minyak jelantah hasil pemurnian. ALB terendah hasil pemurnian di dapatkan pada sampel F2G1 sebesar 2,8276% yang mana berkurang dari minyak jelantah sebelum pemurnian sebesar 3,0279% sedangkan nilai ALB tertinggi didapatkan pada sampel F1G1 sebesar 4,7334%, namun nilai asam lemak bebas tersebut belum memenuhi standar SNI 3741:2013 yang mana maksimal kadar asam lemak bebas pada minyak goreng kelapa sawit sebesar 0,3%, hal ini bisa terjadi dikarenakan selama pemurnian terjadi oksidasi yang menyebabkan putus ikatan ester pada trigliserida yang menyebabkan naiknya kadar alb sehingga penurunan kadar ALB tidak maksimal.

Hasil uji ANOVA untuk parameter densitas menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan, serta terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 21,822769 (F Tinggi) dan Sig. 0,000353 (Sig rendah). Nilai kuadrat R 0,963 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben dan sirkulasi mempengaruhi densitas sebesar 96,3%. Uji duncan densitas menunjukkan bahwa pada perlakuan perbedaan kombinasi adsorben

arang sekam menjadi faktor yang mempengaruhi adanya beda nyata pada kombinasi adsorben pada densitas minyak jelantah. Hal ini disebabkan oleh tingginya penyerapan pengotor minyak oleh arang sekam yang diakibatkan oleh bagusnya morfologi pori arang sekam sehingga penyerapan pengotor minyak jelantah menjadi lebih baik dari adsorben lainnya sedangkan pada perbedaan jumlah sirkulasi adsorpsi setiap perbedaan sirkulasi menyumbangkan beda nyata pada densitas minyak jelantah. Pada dasarnya, suhu berbanding terbalik dengan massa jenis zat. Semakin lama berada di suhu tinggi maka semakin kecil massa jenis zat-nya. Ketika suhu meningkat, molekul pada zat cair akan bergerak cepat diakibatkan oleh tumbukan antar molekul, akibatnya molekul dalam zat cair akan meregang dan massa jenis akan semakin kecil. Maka dapat disimpulkan bahwa apabila minyak berada pada temperatur yang tinggi dalam waktu lama seperti dalam hal menggoreng, maka densitas akan menurun (Fitri and Fitriana, 2020). Peningkatan densitas pada hasil adsorpsi menunjukkan adanya perbaikan molekul ketika dilakukan pemurnian, peningkatan densitas tertinggi dihasilkan oleh penggunaan kombinasi F3G1 yakni sebesar 0,9389 kg/m³ yang mana hasil densitas tersebut menunjukkan perbaikan dari densitas minyak jelantah sebelum dilakukan pemurnian yang mana densitas minyak jelantah sebelum pemurnian sebesar 0,8804 kg/m³ sedangkan densitas terendah diperoleh dari sampel F1G3 yakni sebesar 0,8314 kg/m³.

Hasil uji ANOVA untuk parameter kadar air menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kombinasi adsorben dan jumlah adsorpsi yang digunakan, serta tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 0,876453 (F Rendah) dan Sig. 0,448978 (Sig tinggi). Nilai kuadrat R 0,496 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben dan sirkulasi tidak mempengaruhi kadar air sebesar 49,6%. Penurunan kadar air terbesar terdapat pada perlakuan F3G3 yang terdiri dari Arang Sekam sebagai adsorben dominan serta

sirkulasi yang digunakan sebanyak 15 kali. kadar air yang terdapat pada perlakuan F3G3 sebesar 0,0225% yang berarti terdapat penurunan sebesar 67,4% dari kadar air minyak jelantah sebelum pemurnian sebesar 0,0689%, hal ini diakibatkan oleh kandungan silica yang ada pada arang sekam menyebabkan banyaknya kadar air yang terjerap pada adsorben dengan arang sekam dominan sedangkan penurunan kadar air terkecil terjadi pada sampel F1G1 dengan kadar air sebesar 0,0442%. Kadar air setelah pemurnian telah memenuhi standar SNI minyak goreng yang mana menurut SNI 3741:2013 kadar air maksimal minyak goreng sebesar 0,15%.

Hasil uji ANOVA untuk parameter bilangan peroksida menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kombinasi adsorben dan jumlah adsorpsi yang digunakan, serta tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 4,013 (F Rendah) dan Sig. 0,056767 (Sig tinggi). Nilai kuadrat R 0,561 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben dan sirkulasi tidak mempengaruhi bilangan peroksida sebesar 56,1%. Dari data yang diperoleh didapatkan penurunan peroksida terbanyak didapatkan dari penggunaan zeolit sebagai adsorben dominan. Bilangan peroksida sebelum pemurnian sebesar 11,8792 mek O₂/kg dan setelah pemurnian terdapat penurunan yang mana dari sampel hasil pemurnian terdapat bilangan peroksida tertinggi dari sampel F2G1 yakni sebesar 7,9592 mek O₂/kg dan terendah sebesar 3,9294 mek O₂/kg dari sampel F1G2 yang mana nilai tersebut sudah memenuhi standar bilangan peroksida pada SNI 3741:2013 yang mana nilai bilangan peroksida maksimal sebesar 10 mek O₂/kg.

Hasil uji ANOVA untuk parameter smoke point menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben yang digunakan, sedangkan untuk jumlah sirkulasi tidak memberikan perbedaan dan tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 5,966216 (F Tinggi) dan Sig. 0,022408 (Sig rendah). Nilai kuadrat R 0,588 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben mempengaruhi smoke point sebesar 58,8%. Hasil uji duncan smoke point menunjukkan bahwa pada kombinasi adsorben dengan zeolit sebagai adsorben dominan memberikan pengaruh nyata terhadap smoke point pada minyak jelantah hasil pemurnian. Peningkatan nilai smoke point tertinggi setelah dilakukan pemurnian terdapat pada sampel F3G3 yakni sebesar 224 oC dan smoke point terendah diperoleh dari sampel F1G1 sebesar 184 oC yang mana telah terjadi peningkatan smoke point dari minyak jelantah sebelum pemurnian yang sebesar 170 oC. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan minyak jelantah setelah pemurnian dan mendekati minyak goreng baru yang mana smoke point minyak goreng baru sebesar 230 oC.

Hasil uji ANOVA untuk parameter bau menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan, serta terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 51,697674 (F

Tinggi) dan Sig. 0,000012 (Sig rendah). Nilai kuadrat R 0,945 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben dan sirkulasi tidak mempengaruhi bau sebesar 94,5%. hasil uji duncan bau menunjukkan bahwa setiap perlakuan perbedaan kombinasi adsorben memberikan beda nyata pada densitas minyak jelantah sedangkan pada perbedaan jumlah sirkulasi adsorpsi pada adsorpsi dengan sirkulasi sebanyak 15 kali menjadi faktor yang mempengaruhi adanya beda nyata pada kombinasi adsorben pada densitas minyak jelantah. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa tingkat ketengikan terendah diperoleh dari penggunaan silica gel sebagai adsorben dominan. Hal ini ditunjukkan dari nilai yang di dapatkan dari hasil uji organoleptik bau pada sampel F2G3 memperoleh nilai terendah sebesar 3,125 yang menunjukkan bahwa sampel tersebut memiliki ketengikan terendah dibandingkan sampel yang lainnya, sedangkan sampel yang memiliki ketengikan tertinggi diperoleh dari sampel F3G1 yang mana ditunjukkan dari nilai yang diperoleh dari hasil organoleptik sebesar 3,9.

Hasil uji ANOVA untuk parameter warna L menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben yang digunakan, sedangkan untuk jumlah sirkulasi tidak memberikan perbedaan dan tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 22,530153 (F Tinggi) dan Sig. 0,000313 (Sig rendah). Nilai kuadrat R 0,861 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben mempengaruhi warna L sebesar 86,1%. hasil uji duncan warna (L) menunjukkan bahwa setiap perbedaan kombinasi adsorben memberikan pengaruh nyata terhadap warna (L) pada minyak jelantah hasil pemurnian. Dari data hasil uji anova diperoleh tingkat kecerahan tertinggi diperoleh dari penggunaan zeolit sebagai adsorben dominan ketika pemurnian minyak jelantah. Tingkat kecerahan tertinggi diperoleh dari sampel F1G3 yang mana memperoleh nilai kecerahan sebesar 37,1200 dan yang memiliki warna paling gelap diperoleh dari sampel F3G3 yang memperoleh nilai sebesar 28,0750. Dari nilai yang diperoleh terdapat perbaikan warna pada beberapa sampel dan ada pula sampel yang memiliki kecerahan yang menurun, penurunan kecerahan ini diakibatkan oleh ukuran arang sekam yang terlalu kecil sehingga tidak dapat di saring ketika dilakukan adsorpsi, ini menyebabkan arang sekam tersebut menyumbangkan warna gelap pada minyak hasil pemurnian.

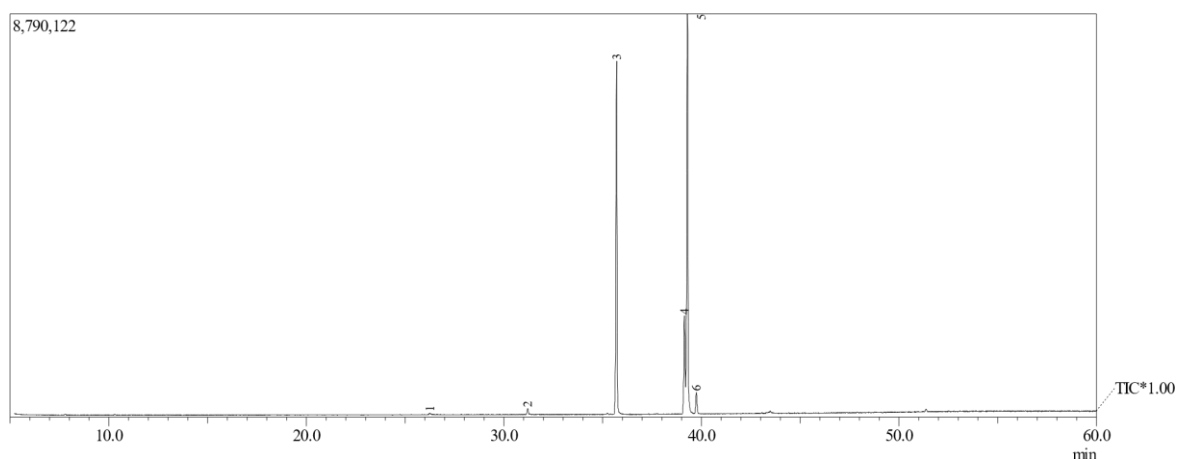
Hasil uji ANOVA untuk parameter warna a menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pada kombinasi adsorben dan jumlah adsorpsi yang digunakan, serta tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai F 0,419875 (F Rendah) dan Sig. 0,669365 (Sig Tinggi). Nilai kuadrat R 0,189 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben dan sirkulasi tidak mempengaruhi warna a sebesar 18,9%. Nilai analisis warna a dengan nilai positif menunjukkan adanya warna kemerahan pada minyak, sampel dengan warna merah paling tinggi terdapat pada sampel F2G2 yakni sebesar 13,8900, sedangkan sampel dengan kandungan warna merah terendah diperoleh dari sampel F3G1 dengan nilai sebesar 12,6900.

Hasil uji ANOVA untuk parameter warna *b* menunjukkan adanya perbedaan nyata pada kombinasi adsorben yang digunakan, sedangkan untuk jumlah sirkulasi tidak memberikan perbedaan dan tidak terdapat interaksi antar kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi yang digunakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai *F* 7,519058 (*F* Tinggi) dan Sig. 0,012024 (Sig rendah). Nilai kuadrat *R* 0,646 hal inilah yang menunjukkan bahwa variabilitas adsorben mempengaruhi warna *b* sebesar 64,6%. Warna kuning tertinggi setelah adsorpsi diperoleh dari penggunaan zeolit sebagai adsorben dominan yakni pada sampel F1G3 yakni dengan nilai 12,4800 sedangkan warna kuning terendah dimiliki sampel F3G2 dengan nilai 6,0150.

3.3. Methyl ester analysis

Analisis GC-MS dilakukan untuk menunjukkan ada tidaknya pengurangankandungan ester pada minyak jelantah setelah dilakukan pemurnian dengan menggunakan berbagai kombinasi adsorben yang telah digunakan dan perbedaan jumlah sirkulasi yang digunakan. Analisis GC-MS ini dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada. Analisis ini menggunakan helium sebagai gas pembawa dan dari data yang diperoleh dihasilkan data kromatografi yang menunjukkan adanya pengurangan jumlah puncak pada minyak jelantah hasil pemurnian. Terdapat puncak hasil kromatografi yang menunjukkan zat yang diduga metil ester seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Jenis metil ester yang kemungkinan terdeteksi pada setiap sampel ialah pada sampel 1 terdapat kemungkinan metil ester dengan atom C sebanyak 7-25 yang mana pada puncak pertama metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 7-17, pada puncak kedua metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak ketiga metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 1-25, pada puncak keempat metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 19-18, pada puncak kelima metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23 dan pada puncak keenam metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-25. Pada sampel 2 terdapat kemungkinan metil ester dengan atom C sebanyak 10-30 yang mana pada puncak pertama metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak kedua metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak ketiga metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 10-23, pada puncak keempat metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-25, pada puncak kelima metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 16-25, pada puncak keenam metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-21, pada puncak ketujuh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, pada puncak kedelapan metil ester yang memungkinkan muncul

memiliki atom C sebanyak 11-25, pada puncak kesembilan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 19, pada puncak kesepuluh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-28, dan pada puncak kesebelas metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-28. Pada sampel 3 terdapat kemungkinan metil ester dengan atom C sebanyak 10-28 yang mana pada puncak pertama metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 10-12, pada puncak kedua metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 10-17, pada puncak ketiga metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak keempat metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, pada puncak kelima metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak keenam metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-19, pada puncak ketujuh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-20, pada puncak kedelapan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-25, dan pada puncak kesembilan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 16-28. Pada sampel 4 terdapat kemungkinan metil ester dengan atom C sebanyak 8-25 yang mana pada puncak pertama metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 9-11, pada puncak kedua metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 8-17, pada puncak ketiga metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak keempat metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, pada puncak kelima metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak keenam metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 18-19, pada puncak ketujuh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, pada puncak kedelapan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-25, pada puncak kesembilan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, dan pada puncak kesepuluh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 16-25. Pada sampel 5 terdapat kemungkinan metil ester dengan atom C sebanyak 11-25 yang mana pada puncak pertama metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-17, pada puncak kedua metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak ketiga metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-23, pada puncak keempat metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-19, pada puncak kelima metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-19, pada puncak keenam metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 17-20, pada puncak ketujuh metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 11-25, dan pada puncak kedelapan metil ester yang memungkinkan muncul memiliki atom C sebanyak 16-25.

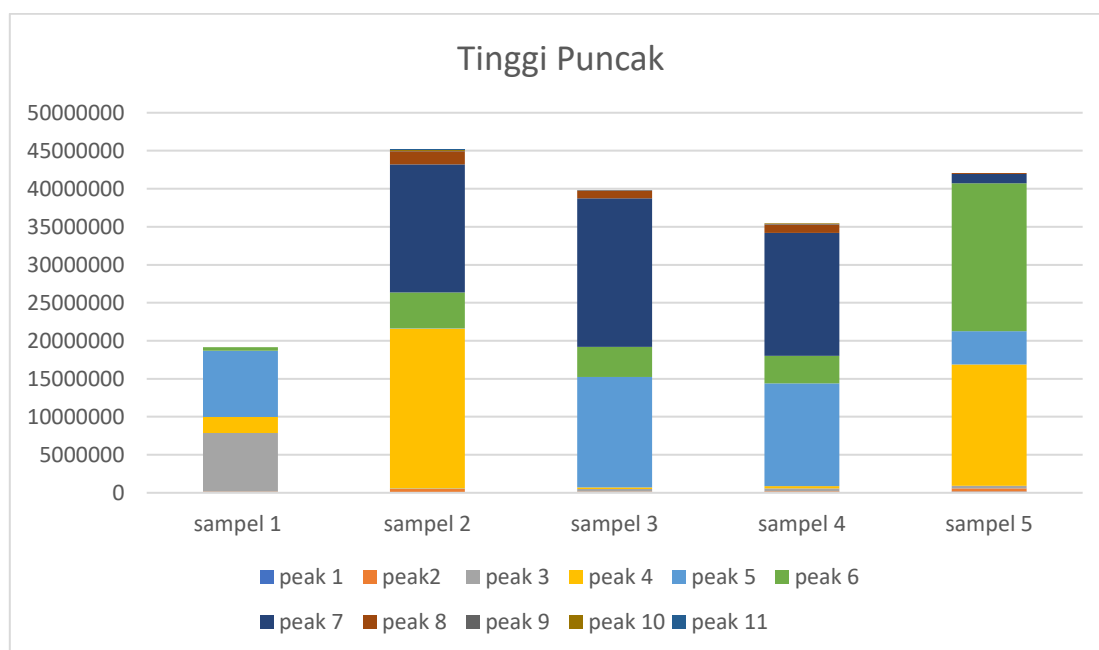


Gambar 3. Hasil analisis GCMS (sampel 1)

Table 4.

Peak Height Results of GCMS Analysis of Purified Biodiesel Samples

	Tinggi Puncak				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Puncak 1	35361	51775	94799	101701	149731
Puncak 2	130488	463483	82122	118892	433442
Puncak 3	7685349	67151	306695	364404	355147
Puncak 4	2142332	21008116	219541	298540	15928547
Puncak 5	8715530	44326	14538741	13494083	4389376
Puncak 6	459403	4707874	3978838	3658441	19453000
Puncak 7		16871066	19528479	16156083	1224675
Puncak 8		1716698	1017430	1076452	135414
Puncak 9		40028	85624	83183	
Puncak 10		198376		113481	
Puncak 11		102842			
Total	19168463	45271735	39852269	35465260	42069332



Gambar 4. Perbandingan Ketinggian Puncak Metil Ester

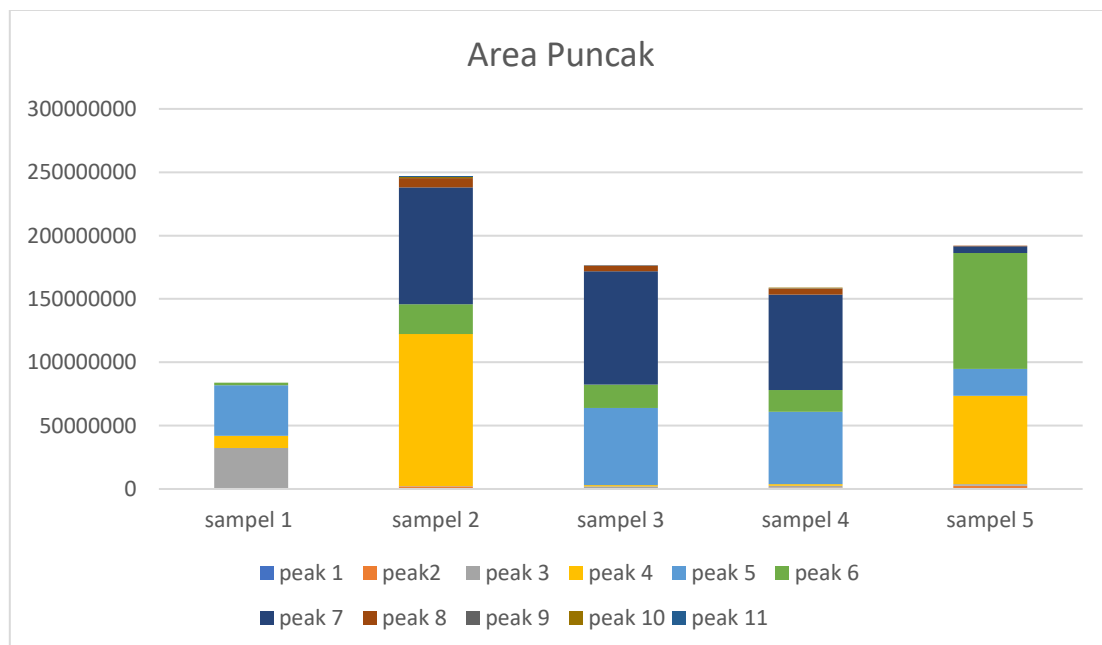
Pada tabel 4 dan gambar 4 dapat dilihat bahwa peningkatan total tinggi puncak dari hasil analisis GCMS, bahwa sampel 4 dengan penggunaan silica gel sebagai adsorben dominan memiliki penurunan metil ester

terbesar, sedangkan pada sampel 5 dengan menggunakan arang sekam sebagai adsorben dominan memiliki penurunan metil ester terkecil. Semakin tinggi total

ketinggian puncak, semakin banyak kandungan metil ester dalam sampel minyak jelantah yang disaring.

Table 5. Perbandingan Ketinggian Puncak Metil Ester

	Luas Area				
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
Puncak 1	149789	199802	445551	504807	632906
Puncak 2	565388	1958671	322599	458145	1800551
Puncak 3	31531062	241653	1337762	1528279	1411159
Puncak 4	9743505	119852840	893344	1242781	69781509
Puncak 5	39854509	172038	60891854	57063347	21141831
Puncak 6	2050138	23472435	18606410	17201394	91472596
Puncak 7		92110452	89434112	75459980	5248907
Puncak 8		7345395	4314821	4667843	537759
Puncak 9		122154	387213	348749	
Puncak 10		842063		466995	
Puncak 11		477672			
Total	83894391	246795175	176633666	158942320	192027218



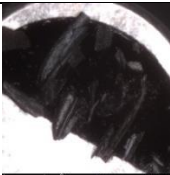
Gambar 5. Perbandingan Area Puncak Metil Ester

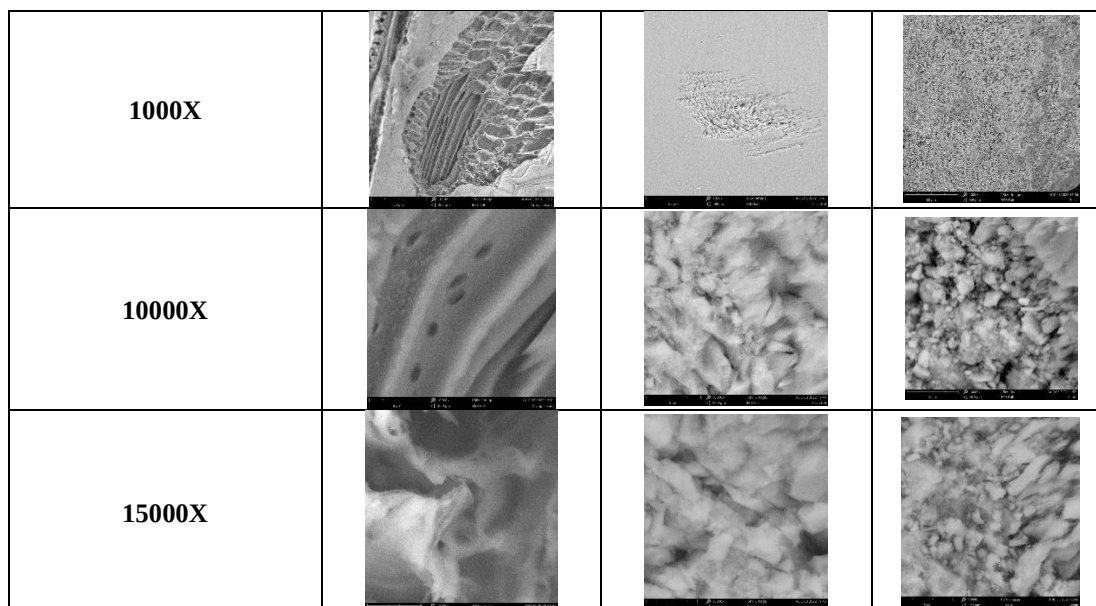
Hal yang sama juga terjadi pada area puncak, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 5. Dengan sampel 4 yang memiliki luas area puncak metil ester yang paling kecil sedangkan sampel 5 memiliki luas area puncak terbesar diantara sampel minyak jelantah hasil pemurnian lainnya. Semakin luas area puncak, semakin banyak kandungan metil ester dalam minyak jelantah yang disaring.

3.4. SEM (Scanning Electron Microscope)

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui besar dari pori pada adsorben yang digunakan dan perbandingan pori dari setiap adsorben yang digunakan dalam pemurnian minyak jelantah ini. Morfologi permukaan pori dari setiap adsorben yang digunakan dapat dilihat dari tabel 6.

Table 6. Hasil Analisis SEM

PEMBESARAN	ARANG	SILICA	ZEOLIT
31X			



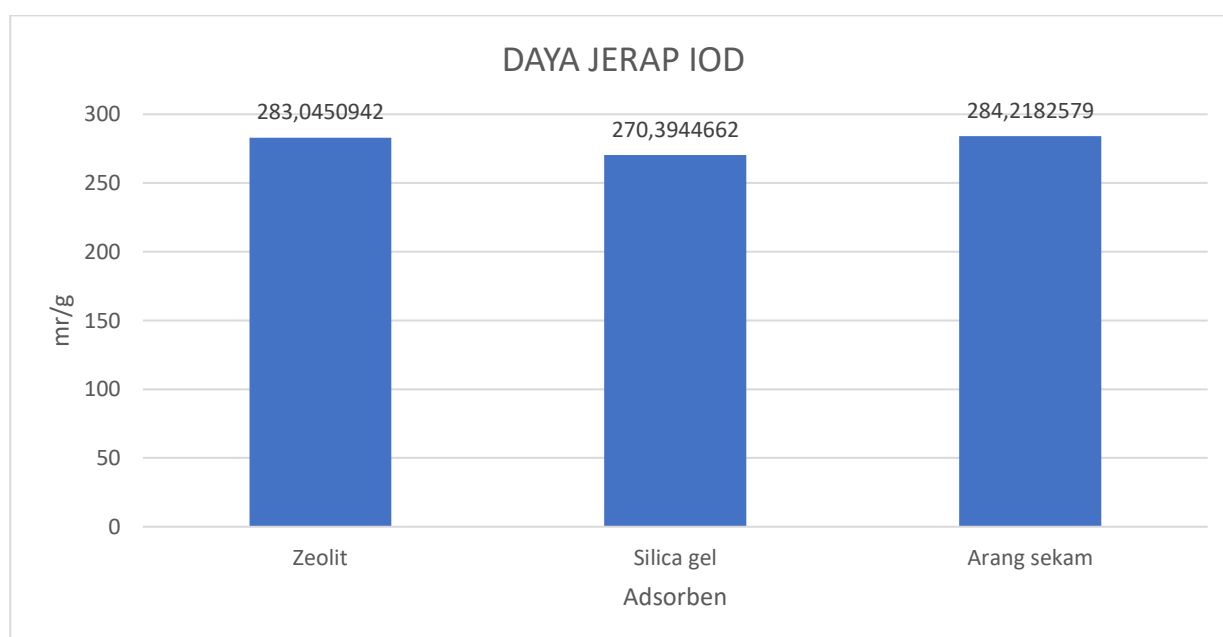
Dari tabel 6 nampak bahwasanya permukaan arang sekam padi lebih rapi dan bersih dibandingkan dengan zeolit dan silica gel, sedangkan untuk silica gel sendiri terlihat bahwa pori pada silica gel masih terlalu sedikit, hal ini bisa terjadi karena tidak dilakukan aktivasi pada silica gel yang digunakan. Diameter arang sekam terukur antara 1,5-3 μm , silica 3-5 μm , dan zeolit 2-3 μm . Dari hal tersebut dapat dilihat bahwa untuk ukuran pori pada arang sekam dan jumlah pori pada arang sekam yang lebih banyak dapat menyerap lebih banyak pengotor pada minyak yang disaring, hal tersebut mendukung hasil terbaik yang didapatkan pada penelitian ini, dengan menggunakan arang sekam sebagai adsorben dominan. Dari tabel 6 tampak bahwasanya pori pada adsorben arang sekam lebih rapi dibandingkan dengan zeolit dan silica gel. Bentuk dari permukaan pori merupakan faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi dari adsorben. Bentuk dari pori arang sekam yang lebih tertata dan lebih

banyak mendukung hasil dari sampel terbaik (F3G3) dengan menghasilkan kualitas minyak jelantah hasil pemurnian yang lebih baik dibandingkan dengan sampel minyak jelantah hasil pemurnian dengan adsorben yang lain.

3.5. Analisis Daya Jerap Iod

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui besar dari pori pada adsorben yang digunakan dan perbandingan pori dari setiap adsorben yang digunakan dalam pemurnian minyak jelantah ini.

Daya jerap iod ditentukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan adsorpsi dari suatu adsorben yang dihasilkan terhadap larutan. Daya jerap iodin adalah jumlah miligram iodine yang diadsorpsi oleh satu gram adsorben. Hasil dari analisis daya jerap iod dapat dilihat dari gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Daya jerap iod

Dari analisis yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa daya jerap iod pada arang sekam lebih tinggi dibandingkan daya jerap iod pada silica gel dan zeolit, hal ini sesuai dengan sampel terbaik hasil pemurnian yang di adsorpsi dengan arang sekam sebagai adsorben terbaik. Yuningsih (2016) menyatakan bahwa semakin banyak pori yang terbentuk maka iodin yang terjerap akan semakin banyak pula. Apabila bilangan iodin yang diperoleh semakin besar maka pori-pori yang terbentuk akan semakin banyak dengan kata lain akan bertambah besar pula luas permukaan dari arang aktif. Besarnya daya jerap dari arang aktif pada yodium menunjukkan bahwa semakin banyaknya struktur dari mikropori yang telah terbentuk dan memberikan gambaran pada ukuran diameter mikropori yang bisa dimasuki oleh molekul. Laos (2016) menyatakan daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut Untuk bilangan Iodin akan semakin bertambah, daya serap terhadap Iod semakin besar dengan kenaikan suhu, ini berarti bahwa kualitas arang aktif akan semakin baik dalam penyerapan. Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Idrus (2013) mengatakan daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Apabila angka iod semakin besar maka semakin besar pula kemampuannya ketika mengadsorpsi adsorbat ataupun zat terlarut. Salah satu cara yang digunakan untuk analisis daya adsorpsi karbon aktif pada larutan iod ialah dengan menggunakan metode titrasi iodometri. Tingkat kereaktifan pada karbon aktif dapat dilihat melalui kemampuannya dalam mengadsorpsi substrat. Kemampuan adsorpsi tersebut dapat dilihat dengan besarnya angka iod yaitu nilai yang menunjukkan besarnya adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar nilai angka iod maka semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben (Idrus et al., 2013). Sesuai dengan uji SEM yang dilakukan pada adsorben, arang sekam memiliki pori yang lebih rapi dan banyak dibandingkan dengan adsorben lainnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada setiap sampel dengan perlakuan perbedaan kombinasi adsorben dan jumlah sirkulasi dapat diketahui bahwa dengan perbedaan kombinasi yang dilakukan memberikan pengaruh nyata terhadap ALB, densitas, smoke point, bau, warna (L) dan warna (b) perbedaan jumlah sirkulasi memberikan pengaruh nyata terhadap densitas dan bau pada minyak jelantah.

Hasil pengaruh kombinasi adsorben dan sirkulasi yang telah dilakukan di peroleh F3G3 sebagai sampel terbaik dengan zeolit sebagai adsorben dominan dan dilakukan sebanyak 15 kali sirkulasi dengan hasil ALB 3,7883%, densitas 0,8796kg/m³, kadar air 0,0225%, bilangan peroksida 6,9006mekO₂/kg, smoke point 224oC, bau <http://dx.doi.org/10.24960/jli...>

3,6500(agak tidak tengik), warna (L) 28,0750, warna (a) 13,0000, warna (b) 6,4000.

Berdasarkan t test yang telah dilakukan terdapat beda nyata antara minyak jelantah sebelum dan sesudah pemurnian pada ALB, kadar air, bilangan peroksida, smoke point, bau, dan warna dengan notasi a. Sedangkan jika minyak jelantah hasil pemurnian di bandingkan dengan minyak goreng baru tidak terdapat beda nyata pada bilangan peroksida dan warna dengan notasi b.

Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya, perlu lagi lebih di ketahui ukuran terbaik adsorben yang digunakan dan pemilihan adsorben yang terbaik serta aktivasi setiap adsorben yang digunakan.

Daftar Pustaka

- Aisyah, S., Yulianti, E., Ghanaim Fasya, A., 2010. PENURUNAN ANGKA PEROKSIDA DAN ASAM LEMAK BEBAS (FFA) PADA PROSES Bleaching MINYAK GORENG BEKAS OLEH KARBON AKTIF POLONG BUAH KELOR (*Moringa Oliefera*. Lamk) DENGAN AKTIVASI NaCl. *ALCHEMY* 1, 53–103.
- Alamsyah, M., Kalla, R., la Ifa, L.I., 2017. Pemurnian Minyak Jelantah dengan Proses Adsorpsi. *Journal Of Chemical Process Engineering* 2, 22. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v2i2.162>
- Berger, K.G., 2005. The Use of Palm Oil In Frying, in: *Malaysian Palm Oil Promotion Council Selangor*. p. 113.
- Bimantio, M.P., 2017. EFFECT OF GRAIN SIZE AND ACTIVATION TIME OF ZEOLITE TO ADSORPTION AND DESORPTION OF NH₄ OH AND KCL AS MODEL OF FERTILIZER-ZEOLITE MIX.
- Chandra, A., Miryanti, Y.I.P.A., Widjaja, L.B., Pramudita, A., 2012. Isolasi dan Karakterisasi Silika dari Sekam Padi. *Universitas Katolik Prahayangan*.
- Fitri, A.S., Fitriana, Y.A.N., 2020. Analisis Angka Asam pada Minyak Goreng dan Minyak Zaitun. *Sainteks* 16. <https://doi.org/10.30595/st.v16i2.7128>
- Idrus, R., Pahlanop Lapanporo, B., Satria Putra, Y., 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa I, 50–55.
- Juliana, I.N., Gonggo, S.T.G., Said, I., 2015. Pemanfaatan Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Sebagai Adsorben untuk Meningkatkan Mutu Minyak Jelantah. *Akad. Klm* 4, 181–188.
- Laos, L.E., Masturi, M., Yulianti, I., 2016. PENGARUH SUHU AKTIVASI TERHADAP DAYA SERAP KARBON AKTIF KULIT KEMIRI. *Universitas Negeri Jakarta*, pp. SNF2016-MPS-135-SNF2016-MPS-140. <https://doi.org/10.21009/0305020226>
- Mulyani, H., Sujarwanta, A., 2017. Kualitas Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Menggunakan Variasi Adsorben Ditinjau dari Sifat Kimia Minyak. *JTPHP VOLUME* 12.
- Paramitha, A.R.A., 2012. Studi Kualitas Minyak Makanan Gorengan pada Penggunaan Minyak

- Goreng Berulang. Universitas Hasanuddin, makassar.
- Pardede, E.P., Mularen, A., 2020. Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Berbasis Cangkang Telur. *Atmosphere (Basel)* 1, 8–16.
- Rahayu, L.H., Purnavita, S., 2014. Regenerasi Minyak Jelantah Secara Adsorpsi Menggunakan Ampas Pati Aren dan Bentonit pada Berbagai Variasi Adsorben. Semarang.
- Riyanta, A.B., 2016. PENINGKATAN MUTU MINYAK GORENG BEKAS DENGAN PROSES ADSORPSI KARBON AKTIF UNTUK DIBUAT SABUN PADAT. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)* 1, 1. <https://doi.org/10.24905/psej.v1i1.489>
- Viantini, F.A., Yustinah, 2015. Pengaruh Temperatur pada Proses Pemurnian Minyak Goreng Bekas dengan Buah Mengkudu. *Konversi* 4, 53–62.
- Yuningsih, L.M., Mulyadi, D., Kurnia, A.J., 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI* 2, 30–34. <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3091>