

PERBEDAAN KETEBALAN MEDIA ADSORPSI TERHADAP PENURUNAN KADAR MINYAK DAN LEMAK PADA LIMBAH CAIR KANTIN PT. X

Differences In The Thickness Of Adsorption Media On The Reduction Of Oil And Grease Content In Liquid Waste Of PT. X Canteen

Ajeng Rachmawati^{1*}, Lubis Bambang Purnama², Kahar³, Bambang Yulianto⁴
Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung

Article Info	ABSTRACT
Article History	<p>Industrial activities can have an impact on environmental pollution if not managed properly. PT. X is a manufacturing industry that provides canteen facilities for employees with a total of 1929 people, the processing of liquid waste from the canteen activities of PT. X only uses a grease trap gravity system, laboratory examinations obtained oil and grease levels of 30.8 mg / L, exceeding the quality standard of Permen LHK No. 68 of 2016 of 5 mg / L. Therefore, further processing is needed to reduce oil and grease levels, one of which is by filtration using adsorption media. This study aims to determine the difference in the thickness of the adsorption media on the reduction of oil and grease levels in the liquid waste of the canteen of PT. X. This type of research is an experiment using a pretest posttest without control research design, carried out six repetitions in each treatment with a total of 24 samples, the data normality test used the one way anova test. There are three variations in the thickness of the adsorption media with a combination of activated carbon and zeolite, namely (1) 20 cm and 30 cm, (2) 25 cm and 25 cm, and (3) 30 cm and 20 cm, with a contact time of 15 minutes. The average results of the reduction in oil and grease content of liquid waste from the PT. X canteen in each variation are, (1) 27.9 mg/L (91.9%), (2) 26.9 mg/L (88.6%), and (3) 28.5 mg/L (93.8%). The most effective variation is variation 3 with an activated carbon thickness of 30 cm and zeolite of 20 cm (93.8%). It is concluded that there is differences in the reduction of oil and grease levels using adsorption media. Suggestions for further researchers can complement and improve the limitations of this study to determine the effectiveness of application in the field with filtration using adsorption media.</p>
Submitted:	
10 September 2025	
Accepted:	
17 December 2025	
Published:	
17 December 2025	
Keyword: Canteen Liquid Waste, Adsorption, Activated Carbon, Zeolite, Oil and Grease	
Correspondence Address: Jl. Babakan Loa – Cimahi, Indonesia *Email: rjeng23@gmail.com	

PENDAHULUAN

Industri dalam pembangunan ekonomi Indonesia menjadi salah satu sektor penting. Aktivitas industri tidak hanya memberikan kontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat, tetapi juga menimbulkan tantangan besar terkait keberlanjutan lingkungan. Aktivitas industri seringkali menjadi penyebab utama kerusakan lingkungan hidup, baik berupa pencemaran air, udara, maupun tanah, yang berdampak negatif pada ekosistem dan kesehatan masyarakat sekitar¹. Oleh karena itu, pengelolaan limbah industri, khususnya limbah cair domestik menjadi aspek krusial dalam upaya pembangunan berkelanjutan.

PT X menyediakan fasilitas kantin, aktivitas pengolahan makanan di kantin menghasilkan limbah cair domestik yang bersumber dari pencucian bahan makanan, peralatan masak dan makan. Pemeriksaan laboratorium pada limbah cair kantin PT X menunjukkan hasil parameter minyak dan lemak 30,8 mg/L. Kadar minyak dan lemak tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 68 Tahun 2016 yaitu sebesar 5 mg/L². Hasil observasi menunjukkan bahwa sistem pengolahan limbah cair kantin PT X masih terbatas, hanya menggunakan *grease trap* sederhana dengan sistem gravitasi lurus tanpa pengolahan lanjutan.

Pengolahan air limbah domestik yang tidak optimal dapat mencemari lingkungan perairan, mengganggu keseimbangan ekosistem, serta meningkatkan risiko kesehatan masyarakat. Kandungan minyak dan lemak pada air limbah, dapat membentuk lapisan tipis di permukaan air yang menghambat difusi oksigen dan penetrasi cahaya matahari, sehingga mengganggu proses fotosintesis dan rantai makanan akuatik³. Selain itu, minyak dan lemak berpotensi menyumbat saluran air, mencemari air tanah, serta menjadi media berkembangnya bakteri patogen penyebab penyakit seperti diare dan disentri⁴.

Pengolahan limbah cair domestik dapat dilakukan melalui pendekatan fisik, kimia, maupun biologi. Metode fisik, seperti filtrasi dan adsorpsi, merupakan salah satu alternatif yang sederhana, efektif, dan mudah diterapkan⁵. Kinerja *grease trap* dapat meningkat dengan penambahan media adsorben sehingga tidak hanya dapat mereduksi minyak dan lemak, tetapi juga mampu mereduksi bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Pengaplikasian dalam pengolahan menggunakan media adsorpsi dibutuhkan untuk meningkatkan kinerja *grease trap*, sehingga dapat memaksimalkan penyisihan kandungan minyak dan lemak pada limbah cair. Pengolahan secara fisik yaitu

sedimentasi dan proses adsorpsi dengan adsorben dapat menurunkan kadar minyak dan lemak⁴.

Peneliti melakukan filtrasi dengan kombinasi media adsorpsi karbon aktif dan zeolit. Penggunaan karbon aktif maupun zeolit dalam pengolahan minyak dan lemak telah dibuktikan pada beberapa penelitian terdahulu. Berdasarkan penelitian, bahwa kombinasi karbon aktif dan zeolit alam (20 cm dan 20 cm) mampu menurunkan kadar minyak lemak hingga 85% pada kadar awal 140 mg/L menjadi 21 mg/L pada waktu kontak 90 menit⁶. Rasio optimum 2:1 (30 cm dan 15 cm) antara karbon aktif dan zeolit menurunkan kadar minyak dan lemak 78% dengan kadar awal 220 mg/L menjadi 40 mg/L dalam waktu 60 menit⁷. Waktu kontak media saring karbon aktif 70 menit pada ketebalan 30 cm dapat menurunkan 83,20% pada kadar awal 24,28 mg/l menjadi 3,86 mg/L⁸. Hasil penelitian menggunakan zeolit dalam waktu kontak 65 menit dengan ketebalan 30 cm pada kadar awal 29,59 mg/l menjadi 3,50 mg/L dapat menurunkan 88,17%⁴.

Berdasarkan hasil observasi limbah cair dari kantin PT. X menunjukkan bahwa *grease trap* yang digunakan masih kurang efektif, khususnya dalam mereduksi minyak dan lemak, sehingga sebagian besar kandungan tersebut tetap mengalir ke badan air. Hal ini akan menyebabkan kerusakan lingkungan dan gangguan pada kesehatan. Peneliti menggunakan kombinasi karbon aktif dan zeolit dengan variasi ketebalan media total 50 cm dalam penurunan kadar minyak dan lemak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh perbedaan ketebalan media adsorpsi terhadap penurunan kadar minyak dan lemak pada limbah cair kantin PT. X.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan yaitu *Experiment* dengan desain *penelitian Pre-test Post-test without Control* untuk mengetahui penurunan kadar minyak dan lemak pada limbah cair setelah perlakuan. Jenis perlakuan dalam penelitian ini adalah perbedaan ketebalan media adsorpsi karbon aktif dan zeolit. Sampel diuji dengan 3 perlakuan yaitu variasi 1 (20 cm dan 30 cm), variasi 2 (25 cm dan 25 cm), variasi 3 (30 cm dan 20 cm) dengan 6 kali pengulangan. Sampel yang digunakan yaitu sebagian limbah cair domestik yang dihasilkan dari aktivitas kantin PT. X. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara *grab sampling*, yaitu pengambilan sampel yang diambil pada suatu waktu dan tempat yang sama. Sampel diuji di Laboratorium Kesehatan Daerah

Jawa Barat menggunakan metode Gravimetri sesuai dengan SNI 06- 6989.10-2004 menggunakan alat spektrofotometer. Uji statistik menggunakan uji *one way anova*.

HASIL

Pengukuran Suhu Limbah Cair Kantin

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu *pretest* dan *posttest* Limbah Cair Kantin di PT. X tahun 2025

Pengulangan n	Pre-test (°C)	Post-test (°C)		
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
1	26,5	26,6	26,5	26,5
2	26,4	26,5	26,5	26,4
3	26,2	26,4	26,4	26,2
4	26,4	26,5	26,5	26,4
5	26,5	26,5	26,6	26,5
6	26,5	26,5	26,5	26,5
Rata-rata	26,4	26,5	26,5	26,4
Minimal	26,2	26,4	26,4	26,2
Maksimal	26,5	26,6	26,6	26,5

Pengukuran suhu sebelum melewati treatment rata-rata bernilai 26,4°C dan setelah melewati treatment pada variasi 1 dan variasi 2 rata-rata bernilai 26,5°C, sedangkan pada variasi 3 rata-rata bernilai 26,4. Rentang hasil pengukuran suhu berkisar antara 26,2°C sampai 26,6°C.

Pengukuran pH Limbah Cair Kantin

Tabel 2. Hasil Pengukuran pH *Pretest* dan *Posttest* Limbah Cair Kantin di PT. X tahun 2025

Pengulangan n	Pre-test (mg/L)	Post-test (mg/L)		
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
1	7,9	7,4	7,6	7,2
2	7,9	7,4	7,7	7,4
3	7,7	7,2	7,4	7
4	7,7	7	7,5	7,1
5	7,9	7,4	7,2	7,4
6	7,8	7,2	7,4	7,2
Rata-rata	7,8	7,2	7,4	7,2
Minimal	7,7	7	7,2	7
Maksimal	7,9	7,4	7,7	7,4

Pengukuran pH limbah cair kantin PT. X sebelum (*pretest*) dan sesudah melewati treatment (*posttest*) dengan filtrasi media adsorpsi, pada Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran pH sebelum treatment rata-rata bernilai 7,8 dan setelah melewati treatment didapatkan variasi 1 rata-rata bernilai 7,2, variasi 2 rata-rata bernilai 7,4 dan variasi 3 rata-rata bernilai 7,2. Rentang hasil pengukuran pH berkisar 7 sampai 7,9.

Pemeriksaan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Kantin di PT. X

Pemeriksaan sampel dilakukan pada sampel sebelum *treatment (pre-test)* dan setelah *treatment (post-test)*, pengambilan sampel penelitian dilakukan pada tanggal 23 Mei 2025 untuk seluruh variasi dan pengulangan, dengan setiap satu pengulangan

mendapatkan sampel *pre-test* dan sampel *pos-test* setiap variasi. Hasil pemeriksaan kadar minyak dan lemak di laboratorium sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Kantin PT. X Sebelum dan Setelah Diberikan *Treatment* Ketebalan Media Adsorpsi (Karbon Aktif dan Zeolit) Bulan Juni 2025

Pengulangan n	Pre-test (mg/L)	Post-test (mg/L)		
		Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
1	31,3	3,4	4,8	2,9
2	31,6	3	4,4	2,6
3	30,8	2,8	3,7	2
4	30	2,4	2,7	1,4
5	29,7	2	3,2	1,7
6	29	1,2	2	0,8
Rata-rata	30,4	2,46	3,4	1,9
Minimal	29	1,2	2	0,8
Maksimal	31,6	3,4	4,8	2,9

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar minyak dan lemak tertinggi sebelum *treatment* (*pre-test*) menggunakan filtrasi dengan media adsorpsi yaitu pada pengulangan ke 2 sebesar 31,6 mg/L dan kadar minyak dan lemak terendah pada pengulangan ke 5 sebesar 29 mg/L. Kandungan minyak dan lemak limbah cair kantin sebelum dilakukan *treatment*, menunjukkan rata-rata 30,4 mg/L dengan rentang kadar minyak dan lemak sebesar 29 mg/L – 31,6 mg/L, maka masih belum memenuhi persyaratan walaupun sudah terdapat *grease trap*, maka diperlukannya pengolah setelah *grease trap*.

Pemeriksaan kandungan minyak dan lemak limbah cair kantin PT. X pada tabel 3 setelah *treatment* (*post-test*), variasi 1 menunjukkan rata-rata 2,4 mg/L dengan rentang sebesar 1,2 mg/L – 3,4 mg/L. Variasi 2 menunjukkan rata-rata 3,4 dengan rentang sebesar 2 mg/L – 4,8 mg/L. Variasi 3 menunjukkan rata-rata 1,9 mg/L dengan rentang sebesar 0,8 mg/L – 2,9 mg/L.

Persentase Penurunan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Kantin PT. X

Tabel 4 Penurunan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Kantin PT. X Sebelum dan Setelah Diberikan *Treatment* Ketebalan Media Adsorpsi (Karbon Aktif dan Zeolit) Bulan Juni 2025

Pengulangan	Variasi 1		Variasi 2		Variasi 3	
	Penurunan (mg/L)	%	Penurunan (mg/L)	%	Penurunan (mg/L)	%
1	27,9	89,1	26,5	84,6	28,4	90,7
2	28,6	90,5	27,2	86	29	91,7
3	28	90,9	27,1	87,9	28,8	93,5
4	27,6	92	27,3	91	28,6	95,3
5	27,7	93,2	26,5	89,2	28	94,2
6	27,8	95,8	27	93,1	28,2	97,2
Rata-rata	27,9	91,9	26,9	88,6	28,5	93,8
Minimal	27,6	89,1	26,5	84,6	28	90,7
Maksimal	28,6	95,8	27,3	93,1	29	97,2

Tabel 4 menunjukkan selisih penurunan terbesar pada variasi 1 yaitu 28,6 mg/L dan terkecil yaitu 27,6 mg/L. Variasi 2 selisih penurunan terbesar yaitu 27,3 mg/L dan

terkecil yaitu 26,5 mg/L. Variasi 3 selisih penurunan terbesar yaitu 29 mg/L dan yang terkecil 28 mg/L. Persentase penurunan kadar minyak dan lemak limbah cair kantin PT. X rata-rata pada variasi 1 sebesar 91,9 %, variasi 2 sebesar 88,6 %, dan variasi 3 sebesar 93,8 %. Didapatkan hasil persentase penurunan terbesar dipengulangan ke 6 yaitu pada variasi 3 sebesar 97,2% dengan kandungan sebelum perlakuan (*pretest*) sebesar 29 mg/L.

PEMBAHASAN

PT. X memfasilitasi kantin yang melayani sekitar 1929 karyawan, sehingga menghasilkan air limbah domestik dalam jumlah besar dari aktivitas mengolah bahan makanan, penyajian makanan dan mencuci peralatan. Kantin di PT. X memiliki empat stand yang beroperasi pada hari senin hingga sabtu pukul 06.00 – 19.30 WIB . Pengolahan air limbah hanya dilakukan dengan sistem *grease trap*, namun hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kadar minyak dan lemak dalam limbah masih cukup tinggi, hasil pemeriksaan terhadap kadar minyak dan lemak pada limbah cair kantin PT. X yang dilakukan pada tanggal 7 Maret 2025, didapatkan hasil 30,8 mg/L.

Pengukuran suhu dilaksanakan pada sebelum dan setelah *treatment* pada limbah cair kantin PT. X. Hasil pengukuran menunjukkan relatif stabil dan diketahui dalam keadaan normal serta menyesuaikan dengan suhu udara sekitar. Pengukuran suhu dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca dalam keadaan mendung, yang mana menyesuaikan dengan pengambilan sampel penelitian yang dilakukan pada saat aktivitas kantin sedang ramai pada jam istirahat para karyawan.

Kandungan minyak dan lemak dipengaruhi oleh suhu, minyak dan lemak akan lebih mudah menggumpal dan mudah terpisah dari air limbah serta naik ke permukaan air limbah jika suhu semakin rendah⁹. Proses pertukaran ion antara minyak dan lemak yang menempel pada permukaan karbon aktif, terjadi pelepasan sejumlah energi, pertukaran ion itu digolongkan bersifat eksoterm dimana suatu reaksi yang disebut "eksoterm" menghasilkan kalor atau panas sehingga limbah cair yang melewati media mengalami peningkatan suhu, meskipun tidak signifikan⁴.

Penggunaan karbon aktif dan zeolit sebagai media adsorben pada limbah cair kantin PT. X dapat dilihat tetap menjaga stabilitas suhu, sejalan dengan kondisi pengukuran yaitu 26,2°C hingga 26,6°C. Proses adsorpsi menggunakan karbon aktif atau zeolit bersifat eksotermik lemah, tetapi perubahan suhu yang dihasilkan umumnya tidak signifikan ($\pm 1^\circ\text{C}$) karena kapasitas panas air yang tinggi¹⁰. Penelitian pada limbah kantin industri menunjukkan bahwa suhu limbah setelah *treatment* adsorpsi tetap stabil

(25–27°C) karena ketidakcukupan energi termal yang dilepaskan dari reaksi adsorpsi untuk mengubah suhu bulk liquid¹¹.

Pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan sebelum dan setelah *treatment*. pH adalah suatu ukuran yang digunakan untuk mengukur kadar asam atau basa air limbah dan salah satu komponen yang mempengaruhi proses adsorpsi¹². Nilai pH dari hasil pengukuran berada dalam kisaran netral yaitu 7,0 – 7,9, menandakan tidak adanya perubahan drastis yang dapat merusak kualitas air setelah proses *treatment*.

Karbon aktif dan zeolit yang diaktivasi secara fisik (*calcination* 600°C) cenderung bersifat inert terhadap pH air limbah karena tidak melepaskan ion H⁺ atau OH⁻ yang signifikan, sehingga mempertahankan kestabilan pH dalam kisaran netral (7.0–7.9)¹³. Hasil pengukuran pH limbah sebelum dan setelah *treatment* menunjukkan nilai stabil dalam kisaran netral (7,0–7,9). Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dan zeolit teraktivasi fisik (600°C, 1 jam) tidak menyebabkan perubahan signifikan terhadap kesetimbangan ion H⁺ dan OH⁻ dalam limbah. Kestabilan pH tersebut sesuai dengan temuan Wang et al. (2023) yang menyatakan bahwa aktivasi fisik adsorben cenderung mempertahankan pH alami limbah karena tidak melibatkan penambahan senyawa asam/basa selama proses *treatment*

Tidak adanya perubahan pH yang drastis setelah *treatment* membuktikan bahwa mekanisme adsorpsi dominan terjadi melalui interaksi fisik (*van der Waals*, hidrofobik) pertukaran ion. Hal ini selaras dengan penelitian yang menjelaskan bahwa zeolit teraktivasi termal pada suhu 600°C mempertahankan struktur aluminosilikat netral, sehingga tidak melepaskan ion yang dapat mengganggu keseimbangan pH limbah¹⁴. Nilai pH netral (7,0–7,9) setelah *treatment* menunjukkan bahwa effluent memenuhi baku mutu limbah domestik (Permen LHK No. P.68/2016) dan tidak berpotensi menimbulkan dampak asidifikasi/alkalisasi pada lingkungan penerima.

Pengolahan fisik adsorpsi dengan karbon aktif tempurung kelapa dan media zeolit sebagai penukaran ion atau *ion exchange* menyebabkan penurunan kadar minyak dan lemak limbah cair kantin PT. X dalam penelitian ini. Adsorpsi yaitu proses fisika dan/atau proses kimia dimana substansi terakumulasi pada suatu lapisan permukaan zat yang menyerap (adsorben)¹⁵. Karbon aktif dengan pori makro berperan dalam menyisihkan partikel lemak yang berukuran besar, sementara zeolit dengan pori mikro efektif menangkap molekul-molekul kecil melalui mekanisme pertukaran ion. Sinergi kedua media menghasilkan efisiensi penyisihan yang tinggi¹⁶.

Pada penelitian ini, rata-rata penurunan kadar minyak dan lemak yang paling tinggi yaitu pada variasi 3 yaitu karbon aktif 30 cm dan zeolit 20 cm didapatkan rata-rata penurunan mencapai 28,5 mg/L dengan rata-rata nilai kadar minyak dan lemak yaitu 2,19 mg/L. Pada variasi 1 karbon aktif 20 cm dan zeolit 30 cm dan variasi 2 karbon aktif 25 cm dan zeolit 25 cm, rata-rata penurunan yaitu 27,9 dan 26,9 mg/L. Hasil penurunan variasi 1, variasi 2, dan variasi 3 sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan, namun pada penelitian ini kombinasi media adsorpsi yang paling optimal menurunkan kadar minyak dan lemak yaitu pada variasi 3.

Persentase penurunan kadar minyak dan lemak limbah cair kantin PT. X pada variasi 1 menggunakan karbon aktif tempurung kelapa 20 cm dan zeolit 30 cm, didapatkan persentase penurunan yaitu 91,9%, dengan nilai tertinggi sebesar 95,8%. Sedangkan Variasi 2 menggunakan karbon aktif tempurung kelapa 25 cm dan zeolit 25 cm, didapatkan persentase penurunan terendah tercatat yaitu 88,6%, dengan nilai tertinggi sebesar 93,1%. Hasil persentase penurunan tertinggi pada variasi 3, yaitu sebesar 93,8%, dengan nilai tertinggi mencapai 97,2%. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ketebalan media adsorpsi berpengaruh terhadap efektivitas penyisihan minyak dan lemak.

Penggunaan adsorben karbon aktif dengan ketebalan 30 cm untuk menyisihkan kadar minyak dan lemak menunjukan hasil rata-rata penurunan yaitu 23,67 mg/L (80%)¹⁵. Penelitian lain menggunakan media adsorben zeolit pada ketebalan zeolit 30 cm dalam menurunkan kadar minyak dan lemak didapatkan hasil penurunan paling efektif yaitu dengan waktu kontak 60 menit memiliki efektifitas penurunan rata-rata sebesar 26,95 mg/L (83,20%)⁴.

Mekanisme adsorpsi dalam menurunkan kadar minyak dan lemak limbah cair yakni proses penempelan senyawa-senyawa terlarut atau tersuspensi pada permukaan padatan. Dalam hal ini, karbon aktif berperan sebagai adsorben utama yang lebih efektif dalam menyerap senyawa organik non-polar seperti minyak dan lemak. Karakteristik karbon aktif tempurung kelapa yang memiliki luas permukaan tinggi, struktur mikropori, dan sifat hidrofobik menjadikannya sangat efisien dalam menangkap molekul-molekul minyak dari air limbah. Sementara itu, zeolit memberikan kontribusi tambahan melalui sifat pertukaran ion dan penyaringan fisik. Zeolit mengandung rongga-rongga kristalin dan muatan negatif yang dapat menarik partikel bermuatan serta menyerap molekul-molekul berukuran kecil yang belum tertangkap oleh karbon aktif. Oleh karena itu,

kombinasi keduanya memberikan efek sinergis dalam meningkatkan efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak.

Media adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit. Kedua media tersebut digabungkan dalam sebuah reaktor dengan perbedaan ketebalan dan komposisi posisi yang sudah ditentukan yaitu, variasi 1 (karbon aktif 20 cm dan zeolit 30 cm), variasi 2 (karbon aktif 25 cm dan zeolit 25 cm), dan variasi 3 (karbon aktif 30 cm dan zeolit 20 cm), limbah cair dari aktivitas kantin setelah *grease trap* dialirkan menuju reaktor dengan waktu kontak 15 menit.

Perbedaan ketebalan pada kombinasi media adsorpsi dapat mempengaruhi kadar minyak dan lemak karena perbedaan ketebalan ialah komponen yang mempengaruhi laju serta kemampuan media adsorpsi karbon aktif dan zeolit. Variasi ketebalan media yang digunakan dalam penelitian ini berpengaruh terhadap lama waktu kontak (*residence time*) antara limbah cair dan media adsorpsi. Meskipun terdapat perbedaan ketebalan antara ketiga variasi, hasil menunjukkan bahwa seluruhnya tetap mampu menurunkan kadar minyak dan lemak secara signifikan, yang mengindikasikan bahwa kombinasi karbon aktif dan zeolit telah cukup efektif bahkan dalam kondisi variasi ketebalan yang berbeda.

Ketebalan Adsorben karbon aktif tertinggi pada penelitian ini terdapat pada variasi 3 yaitu 30 cm. Karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben adalah padatan berpori yang sebagian besar terdiri dari unsur karbon bebas dan berikatan secara kovalen akibatnya, permukaan arang aktif bersifat non polar. Struktur pori pada karbon aktif juga merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan, struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori-pori arang aktif mengakibatkan luas permukaan semakin besar, maka kecepatan adsorpsi bertambah¹⁵. Penggunaan karbon aktif yang telah dihaluskan diutamakan untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi⁸.

Pada penelitian ini, menggunakan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa, sifat karbon aktif tempurung kelapa diantaranya struktur sebagian besar mikropori, kekerasannya tinggi, mudah diregenerasi, dan upaya serap tinggi. Tempurung kelapa adalah bahan terbaik karena memiliki banyak mikropori, kadar abu rendah, dan kelarutan dalam air yang tinggi. Tempurung kelapa sangat mudah diperoleh dan banyak digunakan, salah satu cara untuk memanfaatkannya adalah dengan mengolahnya menjadi karbon aktif. Karbon aktif tempurung kelapa digunakan diberbagai industri, terutama dalam industri perminyakan, pengolahan air, industri gas, makanan dan minuman, obat-obatan, dan industri kimia¹⁵.

Media karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tempurung kelapa yang telah dilakukan aktivasi sebelumnya. Aktivasi tempurung kelapa dilakukan secara fisik dengan cara dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 600°C selama 1 jam. Total kebutuhan karbon aktif yang digunakan dalam penelitian ini untuk enam pengulangan dengan tiga perlakuan yaitu sebanyak 5 kg dengan ukuran 6-20 mesh.

Zeolit merupakan adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi tinggi, memiliki struktur yang berongga dan biasanya rongga ini akan diisi oleh air serta kation yang memiliki ukuran pori tertentu. Berdasarkan sifatnya, zeolit dapat digunakan untuk proses adsorpsi, penukar ion dan sebagai katalis sehingga zeolit berpotensi dalam pemurnian minyak goreng. Proses pertukaran ion atau ion *exchange* dimana zeolit akan melakukan kontak dengan bahan pencemar, kemudian zeolit akan bertukar ion dengan molekul bahan pencemar sehingga tercapai kondisi yang setimbang¹⁷.

Struktur pori pada adsorben merupakan salah satu yang perlu diperhatikan karena struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, dimana semakin kecil pori-pori zeolit maka luas permukaannya semakin besar hingga menyebabkan kecepatan adsorpsi menjadi meningkat. Peningkatan proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh kondisi media yang digunakan sehingga dianjurkan untuk menggunakan media yang telah di aktivasi untuk meningkatkan aktivitas zeolit⁴.

Media zeolit yang digunakan dalam penelitian ini merupakan zeolit alam yang telah dilakukan aktivasi sebelumnya. Aktivasi zeolit dilakukan secara fisik dengan cara dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 600°C selama 1 jam. Total kebutuhan zeolit dalam penelitian ini untuk enam pengulangan dengan tiga perlakuan yaitu sebanyak 7 kg dengan ukuran 6-8 mesh.

Media adsorpsi yang digunakan merupakan media yang telah banyak digunakan dalam memfiltrasi air limbah pada skala rumah tangga maupun skala industri. Hasil penelitian menunjukkan media tersebut memiliki efektifitas untuk menurunkan kandungan minyak dan lemak pada limbah cair serta mudah ditemukan dan digunakan dalam proses memfiltrasi baik air bersih maupun air limbah.

Penggunaan media adsorpsi karbon aktif dan zeolit perlu diperhatikan, penelitian Silalahi et al (2023) menyebutkan penggunaan adsorben arang tempurung kelapa, batu apung dan limbah rambut hanya dapat digunakan sekali pakai, pada penyaringan air limbah cucian bengkel yang disaring memiliki kekeruhan yang cukup tinggi disertai dengan kadar minyak yang banyak. Hal tersebut menunjukkan bahwa media memiliki kapasitas adsorpsi yang terbatas dan mudah jenuh karena minyak dan lemak

menyumbat pori-porinya mengurangi kapasitas adsorpsi, sehingga diperlukan penggantian atau regenerasi media yang memerlukan biaya lebih untuk perawatannya. Penggunaan seluruh variasi kombinasi media adsorpsi pada penelitian ini dapat menurunkan kadar minyak dan lemak hingga memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan walaupun terdapat perbedaan, maka penggunaan media adsorpsi dalam memfiltrasi tidak selalu harus menggunakan dua media adsorpsi tetapi bisa menggunakan salah satunya saja.

Penelitian ini menggunakan pengambilan sampel sesaat (fenomena sesaat) sehingga belum mengetahui sejauh mana kejenuhan media adsorpsi yang digunakan dan seberapa efektif penerapan aktual media mengadsorpsi kadar minyak dan lemak. Pada bak penampung tidak terdapat *mixer* atau melakukan pengadukan manual secara terus menerus untuk menghomogenkan air limbah sebelum dialirkan ke reaktor hanya pengadukan secara manual pada setiap pengulangan. Pada penelitian ini hanya melakukan perhitungan debit dan kecepatan alir pada pipa yang belum terisi media, tidak menggunakan flowmeter pada saat air limbah dialirkan ke reaktor dan pada saat pengambilan sampel sehingga belum diketahui pasti waktu kontak aktual, debit dan kecepatan air limbah yang keluar setelah melewati pipa berisi media. Penggunaan media zeolit pada penelitian ini kurang tepat dikarenakan hanya diaktivasi secara fisik dan air limbah yang melewati zeolit mengalir secara turbulen, hal tersebut berbeda dengan penelitian Aniska et al (2022) yang menggunakan zeolit dengan posisi air limbah yang melewati zeolit secara laminar dan diaktivasi secara kimia.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa kadar minyak dan lemak sebelum *treatment* memiliki nilai rata-rata sebesar 30,4 mg/L dan penurunan kadar minyak dan lemak setelah melewati *treatment* pada variasi 1 sebesar 2,4 mg/L dengan persentase penurunan 91,9% (27,9 mg/L), pada variasi 2 sebesar 3,4 mg/L dengan persentase penurunan 88,6% (26,9 mg/L), dan pada variasi 3 sebesar 1,9 mg/L dengan persentase penurunan 93,8% (28,5 mg/L). Seluruh variasi ketebalan media adsorpsi yang digunakan efektif menurunkan kadar minyak dan lemak pada limbah cair kantin PT. X sesuai Peraturan Menteri LHK no. 68 tahun 2016. Adapun saran dari hasil penelitian yaitu pada saat penelitian perlu diperhatikan waktu kontak aktual, dapat menggunakan *single* media yaitu karbon aktif dalam menurunkan kadar minyak dan lemak limbah cair kantin, penelitian selanjutnya dapat melengkapi dan

memperbaiki penelitian dari keterbatasan serta saran penelitian ini sehingga peneliti selanjutnya dapat mengetahui efektivitas penerapan filtrasi menggunakan media adsorpsi dalam penurunan kadar minyak dan lemak di lapangan.

DAFTAR RUJUKAN

1. Sulaiman F. *Strategi Pengelolaan Kawasan Industri Berkelanjutan.*; 2016. Untirta Press.
2. No.68 Tahun 2016 PL. Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Peratur Menteri Lingkung Hidup dan Kehutan Republik Indones.* 2016:1-13. <https://p3ekalimantan.menlhk.go.id/2016/09/30/permen-lhk-nomor-p-68-menlhk-setjen-kum-1-8-2016/>.
3. Riasari M. Pengaruh ukuran adsorben terhadap penurunan kadar minyak & lemak pada air limbah industri minyak sawit skripsi. 2023.
4. Aniska S, Hasan NY, Nurjaman U. P Penurunan Minyak Dan Lemak Pada Limbah Cair Kantin Menggunakan Modifikasi Grease Trap Media Zeolit. *J Kesehat Siliwangi.* 2022;2(3):1066-1073. doi:10.34011/jks.v2i3.1058
5. Rahayu DE, Hanum FF. Efektifitas Penanganan Air Limbah Industri: Kajian Metode , Jenis dan Dosis Koagulan dalam Pengolahan Air Limbah. 2024;(November):109-124.
6. Sari R et al. Combination of activated carbon and natural zeolite for domestic wastewater treatment: Adsorption of oil and fat. *Environ Chem Eng.* 2021;9:2. doi:10.1016/j.jece.2021.10512
7. Wahyuni S et al. Optimization of Activated Carbon and Zeolite Ratio for Fat and Oil Removal in Domestic Wastewater. *Int J Environ Res.* 2022;16(3):45-58. doi:10.1007/s41742-022-00410-z
8. Rachmawati S, Irmawartini, Kahar. Penurunan Kadar Minyak Dan Lemak Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Media Saring Karbon Aktif. *J Kesehat Siliwangi.* 2021;2(2):431-439. <https://jurnal.polkesban.ac.id/index.php/jks/article/view/722>.
9. Wacana G, Hasan NY, Pujiono. Penurunan Kadar Minyak Dan Lemak Pada Limbah Cair Kantin Menggunakan Metode Adsorpsi Zeolit. *J Kesehat Siliwangi.* 2021;2(2):477-484. doi:10.34011/jks.v2i2.714
10. Foo, K. Y., & Hameed BH. Insights into the Modeling of Adsorption Isotherm Systems. *Chem Eng J.* 2019;156:1. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.09.013>.
11. Zhang, H., & Liu Y. Characteristics and Treatment of Oily Wastewater from Large-Scale Industrial Canteens. *Water Sci Technol.* 2021;84:5. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.276>.
12. Elfadhilah R. Perbedaan Penurunan Kadar Minyak Dan Lemak Pada Limbah Cair Berdasarkan Variasi Ketebalan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Menggunakan Grease Trap Termodifikasi Di PT. X. *Politek Kesehat Kementrian Kesehat*

Bandung, Jur Kesehat Lingkungan Bandung. 2023.

13. Wang, L., Chen, X., & Zhang Y. Impact of physically activated adsorbents on wastewater pH stability. *Journal of Environmental Chemical Engineering. J Environ Chem Eng.* 2023;11:2. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109532>.
14. Putra, R. S., Wijaya, K., & Prasetya A. Thermal activation of natural zeolite for wastewater treatment: Structural and CEC analysis. *Microporous Mesoporous Mater.* 2022;331:111642. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2021.111642>.
15. Fikri E, Hanifati D, Hidayah N. Differences in thickness variations of activated carbon in decreasing oil and grease levels using modified grease trap on the canteen wastewater. *Sci Rev Eng Environ Sci.* 2021;30(1):106-116. doi:10.22630/PNIKS.2021.30.1.10
16. Zhang, L., Chen, H., & Li Y. Alkali-Activated Natural Zeolite for Wastewater Treatment. *Chem Eng J.* 2022:428.
17. Maharani VS. Studi Literatur: Pengolahan Minyak dan Lemak Limbah Industri. *Repos Inst Teknol Sepuluh Nop Surabaya.* 2017:1-196.
18. Arsyad G, Fuadi MF, Herdhianta D, Faradinah ED, Dewi NU, Wardani RW, Djerubu D, Syam DM, Ardyanti D, Noviarini FS. *Dasar Kesehatan Lingkungan.* Pradina Pustaka; 2022 Dec 5.