Jurnal EnviScience Environment Science
Vol. 7 No. 2 Tahun 2023 Page 155-164
Article

Pemanfaatan Konsorsium Bakteri *Lactobacillus sp* untuk Proses Pengolahan Minyak dan Lemak pada *Grease Trap* dan *Sequencing Batch Reactor*

Syahrul Romadon[1], Novirina Hendrasarie[2*]

[1]Mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur
[2]Dosen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN "Veteran" Jawa Timur

[*] Correspondence author: novirina@upnjatim.ac.id; Tel.: +62 822-3466-6332
Received: 18 June 2023; Accepted: 22 August 2023; Published: 30 September 2023

Abstract

The presence of oil and grease in restaurant wastewater is one of the most challenging pollutants to be removed. Restaurant wastewater was chosen due to its high pollutant loads characteristics such as COD, oil and grease, nitrogen, and phosphate. This work utilizes the Lactobacillus bacteria consortium to degrade oil and grease in wastewater. The reactor used in this study were grease trap and Sequencing Batch Reactor. SBR was chosen due to its high efficiency, shock loading resistance, operational flexibility, land savings, and easy integration with other treatment processes. The bacterial consortium was applied to the Grease Trap aerobically. Different treatment conditions such as hydraulic retention time (HRT) and aeration rate, were used to figure out the optimal condition of SBR. The combination of pre-treatment and SBR provided different aerobic and anaerobic conditions, significantly removing pollutant parameters. The activity of the bacterial consortium was analyzed to determine its effectiveness in removing pollutant loads in wastewater. The results of this study showed that, at a 24-hour retention time and 14 L/minute aeration rate, the bacterial consortium was able to remove oil and grease by 97.42%, compared to the conventional Grease Trap which removed only 84.54%. The addition of the bacterial consortium resulted in a higher reduction of other pollutant parameters.
Keywords: *grease trap, sequencing batch reactor, microorganism consortium, oil and grease, restaurant wastewater.*

Abstrak

Kandungan minyak dan lemak pada limbah cair rumah makan merupakan salah satu pencemar yang sulit dihilangkan. Limbah cair rumah makan dipilih karena karakteristik pencemar COD, minyak lemak, nitrogen, dan fosfat yang tinggi. Penelitian ini memanfaatkan konsorsium bakteri *Lactobacillus* untuk mendegradasi minyak dan lemak pada limbah rumah cair makan menggunakan reaktor pengolahan air limbah. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Grease Trap* dan *Sequencing Batch Reactor*. SBR dipilih karena efektivitasnya yang tinggi dengan ketahanan terhadap *shock loading*, fleksibilitas operasional, hemat lahan, serta mudah dikombinasikan dengan pengolahan lainnya. Konsorsium Bakteri pendegradasi minyak dan lemak diaplikasikan pada *Grease Trap* secara aerobik. Perbedaan perlakuan seperti waktu retensi hidraulik (HRT) dan debit aerasi diberikan untuk mengetahui kondisi optimal reaktor SBR. Kombinasi *grease trap* dan SBR memberikan perbedaan kondisi aerobik dan anaerobik sehingga berpengaruh signifikan dalam penyisihan parameter pencemar. Aktivitas

mikroorganisme dianalisis untuk mengetahui efektivitas penyisihan beban pencemar air limbah, khususnya minyak dan lemak, yang berdampak juga pada parameter COD, total nitrogen, fosfat, dan sTSS. Hasil akhir pada penelitian ini, pada waktu tinggal 24 jam, debit aerasi 14 L/menit, konsorsium bakteri *Lactobacillus sp* mampu menyisihkan minyak dan lemak sebesar 97.42%. dibandingkan *Grease Trap* konvensional sebesar 84.54%. Penambahan konsorsium bakteri *Lactobacillus*, memberikan dampak efektivitas penurunan zat pencemar lainnya lebih tinggi.
Kata kunci: *grease trap*, *sequencing batch reactor*, konsorsium mikroorganisme, minyak dan lemak, limbah cair rumah makan

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk, perkembangan sektor industri yang pesat mengakibatkan jumlah limbah cair hasil kegiatan manusia meningkat. Pada kondisi yang sama, ketersediaan lahan dalam mengolah limbah semakin terbatas. Pengolahan limbah yang efektif, efisien, dan hemat ruang diperlukan agar pencemaran lingkungan tidak terjadi (1). Modifikasi unit pengolahan air limbah seperti penambahan media, modifikasi bakteri, perubahan skema pengolahan, maupun penambahan fasilitas mekanik air limbah mampu menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas tanpa harus memperluas lahan maupun mengubah susunan bangunan total sehingga lebih efisien (2).

Sequencing Batch Reactor (SBR) merupakan salah satu unit pengolahan air limbah yang memanfaatkan proses mikroorganisme dalam mendegradasi pencemar dalam air limbah. SBR memiliki efektivitas yang baik dalam mendegradasi pencemar organik seperti COD, BOD, Nitrogen Total, Fosfat, dan Minyak Lemak namun tetap hemat ruang dan memiliki fleksibilitas operasional yang tinggi (3)(4). SBR mampu digunakan dalam pengolahan air limbah domestik maupun industri dengan beban pencemar yang cukup tinggi seperti rumah potong hewan, rumah makan, industri makanan dan minuman, dan lain sebagainya (5). Umumnya setiap industri memiliki modifikasi tertentu untuk menambah efektivitas pengolahan air limbahnya seperti penambahan karbon aktif granular, modifikasi skema SBR, maupun penambahan *pre-treatment* sebelum reaktor SBR (6)(7). Modifikasi sering dilakukan untuk mengetahui pengembangan reaktor sehingga diharapkan akan diperoleh kemampuan efisiensi penyisihan maksimal sesuai dengan air limbah yang digunakan (8).

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penyisihan beban pencemar organik terutama minyak lemak menggunakan reaktor *grease trap* aerobik dengan penambahan mikroorganisme dan SBR untuk mengolah limbah cair rumah makan. Rumah makan dipilih karena jumlahnya yang cukup banyak, kondisi lahan terbatas, serta belum adanya pengolahan limbah yang memadai (9). Mikroorganisme yang digunakan merupakan biakan khusus dengan

kemampuan pendegradasi minyak lemak yang tinggi yaitu berupa konsorsium *Lactobacillus* dengan bakteri pendukung lainnya. Bakteri tersebut dipilih karena kemampuannya dalam mengeluarkan enzim pemecah gugus panjang seperti minyak lemak, COD, protein, dan lain sebagainya . Penelitian dilakukan dengan melakukan penambahan mikroorganisme, perlakuan variasi HRT, dan debit aerasi sehingga diketahui kondisi optimum reaktor yang digunakan (10). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penyisihan beban pencemar air limbah khususnya parameter minyak dan lemak, COD, total nitrogen, fosfat, dan TSS.

2. Metode

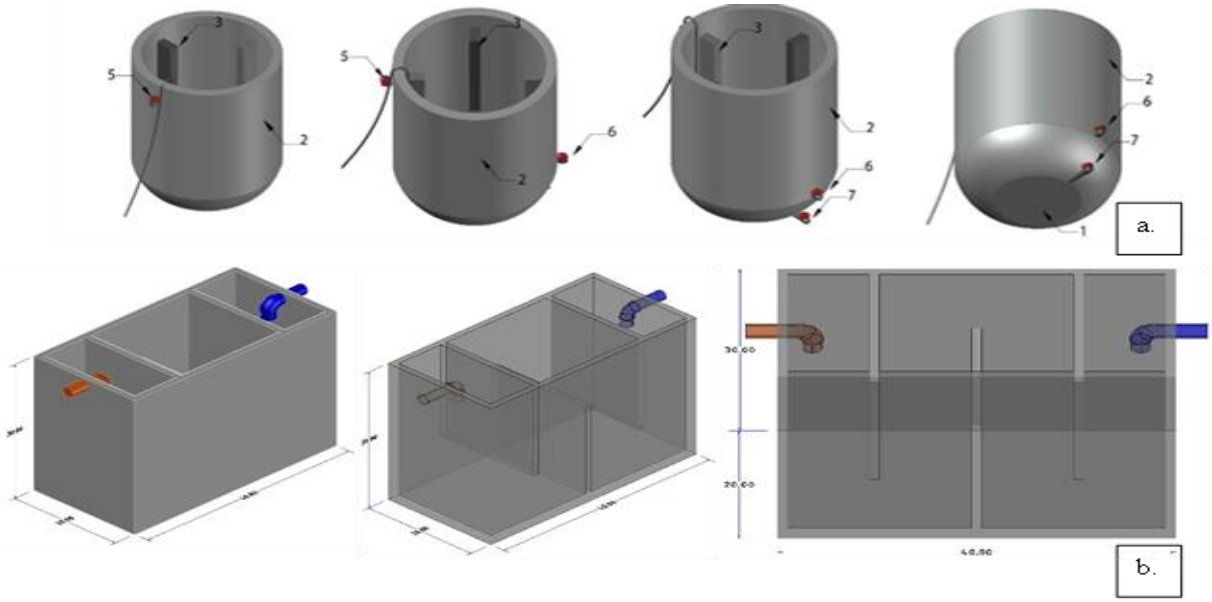
Penelitian dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan *grease trap* dengan penambahan mikroorganisme pendegradasi minyak dan lemak dan *Sequencing Batch Reactor*. Terdapat dua tahapan dalam penelitian; (1) tahap pertama dimulai dengan melakukan *seeding* dan aklimatisasi terhadap mikroorganisme yang dibiakkan dari air limbah. Hasil Air limbah yang digunakan berasal dari rumah makan dengan kuantitas air limbah mencapai ±2000Liter per hari. Hasil lumpur aktif yang telah dibiakkan kemudian digunakan sebagai mikroorganisme utama pada unit SBR. Mikroorganisme yang digunakan pada reaktor *grease trap* aerobik disiapkan secara terpisah sehingga tidak mengganggu keseluruhan proses pada pengolahan limbah. Proses *seeding* dan aklimatisasi dilakukan pada Februari-Maret 2023. (2) Tahap kedua penelitian merupakan penelitian utama dilakukan pada bulan Maret-April 2023 dalam skala laboratorium di program studi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur, dengan volume reaktor *grease trap* sebesar 20 Liter dan volume SBR sebesar 4 Liter dengan jumlah reaktor SBR keseluruhan sejumlah 12 reaktor. Penelitian diawali dengan mengolah limbah dengan reaktor *grease trap*. Penelitian ini mengamati perbedaan efluen air limbah reaktor *grease trap* konvensional sebagai kontrol, dengan *grease trap* aerobik dan penambahan bakteri. Selanjutnya kedua hasil dilanjutkan pada pengolahan SBR dengan variasi debit aerasi dan HRT untuk diketahui efektivitas maksimal dari pengolahan yang telah dilakukan.

Tabel 1. Spesifikasi dan Kriteria Desain SBR dan *Grease Trap*

Kriteria Desain Reaktor	Satuan	Nilai
(a) *Sequencing Batch Reactor* (SBR)		
Volume total	L	10
Volume digunakan	L	4
Volume *activated sludge* (AS) (50%)	L	2
Volume air limbah (50%)	L	2
Spesifikasi Reaktor SBR		
Diameter reaktor	Cm	10

Tinggi reaktor	Cm	15
Hydraulic Retention Time (HRT)	Hours	24 ; 48 ; 72
Laju aerasi reaktor SBR	L/m	7 L/m ; 14 L/m
(b) *Grease Trap* (Pre-Treatment)		
Volume total	L	24
Volume digunakan	L	22
Volume konsorsium bakteri (25%)	L	5,5
Volume air limbah (75%)	L	16,5
Spesifikasi *Grease Trap*		
Tinggi reaktor	Cm	30
Lebar reaktor	Cm	20
Panjang reaktor	Cm	40
Hydraulic Retention Time (HRT)	Hours	2
Laju aerasi reaktor *grease trap*	L/m	45

Sumber: Data Penelitian, 2023



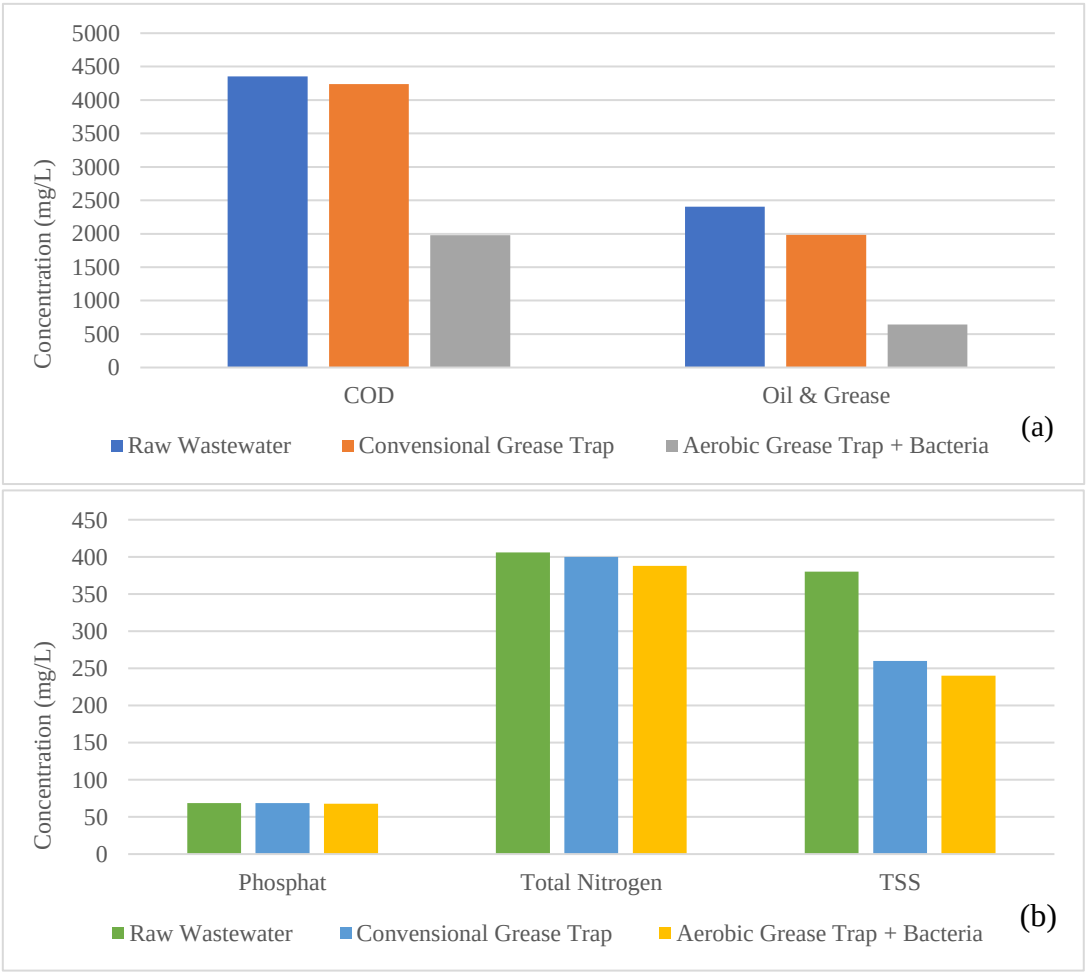
Gambar 1. Desain reaktor penelitian (a) *Sequencing Batch Reactor* (SBR), dan (b) Aerobik *Grease Trap* Termodifikasi

Variabel bebas yang terdapat pada penelitian adalah perbedaan perlakuan *grease trap* dimana terdapat *grease trap* anaerobik konvensional dan *grease trap* aerobik termodifikasi. Selain itu diberikan perbedaan skema reaktor SBR yang terletak pada HRT selama 24, 48, dan 72 jam pengolahan serta debit aerasi 7L/menit dan 14L/menit. Penelitian ini mengamati kondisi optimal keseluruhan reaktor serta pengaruh aktivitas mikroorganisme dalam menyisihkan beban pencemar air limbah secara keseluruhan. Variabel respons yang diamati pada penelitian merupakan parameter pencemar air limbah diantaranya adalah parameter COD, minyak dan lemak, nitrogen total, fosfat dan TSS.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

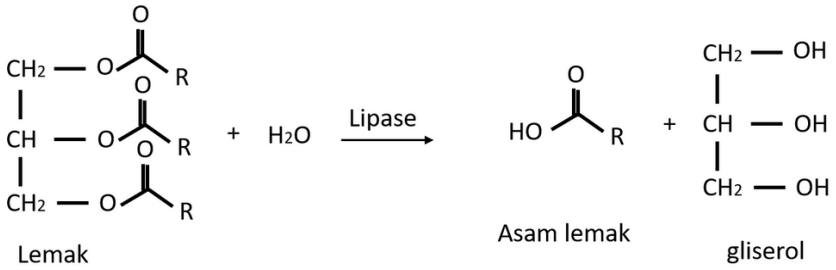
3.1. Efektivitas Kombinasi Grease Trap Aerobik dengan Mikroorganisme Pendegradasi Minyak dan Lemak

Berdasarkan Gambar 2, hasil yang diperoleh, diketahui performa reaktor *grease trap* konvensional dan reaktor *grease trap* aerobik dengan penambahan bakteri pada beberapa parameter pengolahan. Diketahui bahwa beban pencemar air limbah memiliki nilai yang cukup tinggi. Efektivitas reaktor *grease trap* termodifikasi aerasi dan penambahan bakteri pendegradasi minyak dan lemak untuk parameter COD, minyak dan lemak, fosfat, N total, dan TSS berturut-turut antara lain 54,54%, 73,23%, 1,5%, 4,43%, dan 36,84%. Efektivitas tertinggi terletak pada parameter minyak lemak dan COD dengan angka penyisihan minyak dan lemak mencapai >1700mg/L. Pada reaktor *grease trap* konvensional tanpa penambahan aerasi dan bakteri tidak menunjukkan adanya penurunan parameter yang signifikan pada keseluruhan parameter. Terdapat dua faktor yang mendasari, diantaranya adalah tidak terjadi aktivitas biologis yang baik dan waktu detensi yang singkat sehingga hanya terjadi pengolahan fisika.



Gambar 2. Penurunan Zat Pencemar (a) COD, Minyak dan Lemak, (b)Total Fosfat, Total Nitrogen dan *Total Suspended Solid* (TSS)

Aktivitas bakteri yang cukup baik pada reaktor *grease trap* aerobik didominasi oleh bakteri *Lactobacillus sp* sebagai bakteri probiotik diikuti oleh *Bacillus sp* dan *Pseudomonas sp*. Ketiga bakteri tersebut diidentifikasi melalui hasil uji sampel efluen air limbah pada laboratorium BBLK Surabaya. Bakteri tersebut berperan dalam meningkatkan aktivitas enzim lipase yang mampu mengubah minyak lemak yang kompleks menjadi asam lemak menjadi gliserol . *Bacillus sp* dan *Pseudomonas sp* diketahui merupakan bakteri yang berperan aktif dalam mendegradasi minyak rantai panjang dan sering digunakan dalam bioremediasi pencemaran air laut (11)(12). Penggunaan *grease trap* aerobik dengan penambahan bakteri mampu meningkatkan efektivitas serta mengoptimalkan hasil pengolahan air limbah domestik. Adapun proses reaksi yang terjadi ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Reaksi Enzim Lipase yang Dihasilkan Mikroorganisme pada Pemecahan Lipid

3.2.Efektivitas Sequencing Batch Reactor dalam Mereduksi Beban Pencemar Organik Air Limbah

Hasil pengolahan menggunakan *Sequencing batch reactor* pada penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana terdapat pengaruh terhadap penambahan reaktor *grease trap* aerobik dengan bakteri pendegradasi minyak dan lemak. Keseluruhan reaktor menunjukkan hasil pengolahan yang signifikan pada 24 jam pertama pengolahan dengan selisih efisiensi mencapai lebih dari 10% secara keseluruhan. Selain itu, pemberian reaktor *grease trap* menjadi katalis pada keseluruhan parameter karena adanya penambahan HRT dan juga penstabilan kondisi limbah awal. Pemberian perlakuan *grease trap* menambah efektivitas dan efisiensi waktu pengolahan air limbah untuk mencapai nilai yang lebih kecil.

Tabel 2. %Removal Hasil Pengolahan Akhir Reaktor SBR

Modifikasi SBR dan *Grease Trap*	**Laju Aerasi**	**HRT (Jam)**	**% Penyisihan COD**	**%Penyisihan Minyak Lemak**	**% Penyisihan Nitrogen Total**	**% Penyisihan Fosfat**	**% Penyisihan TSS**
SBR + GT dengan	7 L/m	24	85,45%	95,01%	45,81%	85,37%	68,42%

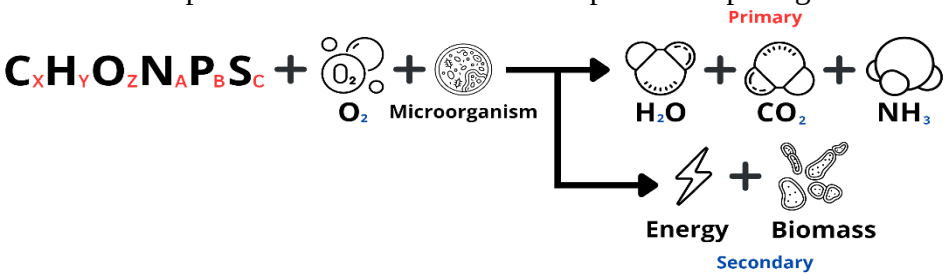
konsorsium bakteri							
SBR + GT tanpa bakteri	7 L/m		73,64%	82,54%	52,22%	69,79%	63,16%
SBR + GT dengan konsorsium bakteri	14 L/m		89,09%	97,42%	41,13%	86,48%	73,68%
SBR + GT tanpa bakteri	14 L/m		79,09%	84,54%	58,37%	71,23%	52,63%
SBR + GT dengan konsorsium bakteri	7 L/m	48	89,09%	96,01%	61,08%	93,69%	84,21%
SBR + GT tanpa bakteri	7 L/m		86,36%	86,53%	75,37%	88,29%	73,68%
SBR + GT dengan konsorsium bakteri	14 L/m		94,55%	98,09%	55,17%	93,67%	89,47%
SBR + GT tanpa bakteri	14 L/m		97,27%	88,03%	75,37%	90,18%	73,68%
SBR + GT dengan konsorsium bakteri	7 L/m	72	94,55%	98.42%	75,37%	94,69%	89,47%
SBR + GT tanpa bakteri	7 L/m		90,91%	93,52%	80,54%	91,84%	94,74%
SBR + GT dengan konsorsium bakteri	14 L/m		97,27%	99,25%	72,91%	95,13%	100%
SBR + GT tanpa bakteri	14 L/m		93,64%	93,93%	83,99%	90,32%	100%

Sumber: Data Penelitian, 2023

Sequencing Batch Reactor (SBR) secara keseluruhan memiliki kemampuan menyisihkan beban pencemar yang sangat baik. Adapun persen efisiensi terbesar terjadi pada HRT 72 Jam, debit aerasi 14L/menit, dan perlakuan *grease trap* dengan penambahan bakteri dan aerasi. Kemampuan penyisihan beban pencemar COD, minyak dan lemak, fosfat, N total, dan TSS

berturut-turut sebesar 97,27%, 99,25%, 95,13%, 83,99%, dan 100%. Adapun kondisi optimum penyisihan terjadi pada HRT 48 jam, debit aerasi 14 L/menit, dan perlakuan *grease trap* dengan penambahan bakteri dan aerasi dengan rata-rata penyisihan mencapai 90%. Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan, reaktor *grease trap* terkombinasi *Sequencing Batch Reactor* sebagai pengolahan utama mampu mengolah limbah cair lebih efektif dibandingkan unit reaktor SBR biasa.

Terdapat perbedaan peningkatan efektivitas pada beberapa parameter akibat perlakuan *pre-treatment* yang berbeda, dimana pada perlakuan *pre-treatment* aerobik, diperoleh persen penyisihan parameter yang tinggi pada keseluruhan parameter kecuali Nitrogen total. Adanya penambahan fase anaerobik pada reaktor *grease trap* konvensional memberikan waktu bagi mikroorganisme nitrifikasi dan denitrifikasi untuk mereduksi parameter total N pada air limbah. Fase anaerob dan aerob yang seimbang akan membantu siklus nitrifikasi (pengubahan nitrogen amonia menjadi nitrat) dan denitrifikasi (pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen) berlangsung secara sempurna (9)(13). Berdasarkan analisis tersebut, penambahan fase anaerobik pada awal SBR dinilai penting karena mampu menyisihkan parameter pencemar nitrat dan fosfat dengan lebih optimal akibat siklus nitrifikasi dan denitrifikasi berlangsung lebih lama dengan adanya 2 fase pengolahan (14). Hasil pre-treatment juga memberikan waktu bagi bakteri pendegradasi minyak lemak dalam mengeluarkan enzim pendegradasi sehingga mampu menyisihkan parameter minyak dan lemak lebih cepat dan optimal (15). Adapun reaksi penyisihan secara aerob pada fase SBR secara umum dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Degradasi Beban Pencemar Organik oleh Mikroorganisme Aerob

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, efektivitas reaktor *grease trap* terbaik terjadi pada reaktor *grease trap* aerobik dengan penambahan bakteri pendegradasi minyak dan lemak. Kemampuan penyisihan tertinggi pada parameter COD dan minyak dan lemak dengan persen penyisihan sebesar 54,4% dan 73,23%. Perlakuan *pre-treatment* aerobik dengan aerasi menjadi katalis pada *Sequencing batch reactor* dimana memberikan dampak yang signifikan dengan meningkatkan efektivitas sebesar >10% pada HRT 24 jam dan waktu optimal mencapai

48 jam dengan rata-rata efisiensi mencapai >90%. Bakteri *Bacillus sp*, *Pseudomonas sp*, dan *Lactobacillus sp* mampu menghasilkan aktivitas enzimatik yang bermanfaat dalam pengolahan air limbah terutama pada pendegradasi minyak dan lemak. Hasil penelitian memberikan gambaran peningkatan efektivitas waktu pada *Sequencing batch reactor* dengan penambahan perlakuan *pre-treatment* aerobik dan bakteri. Pemberian perlakuan *pre-treatment* aerobik dan anaerobik serta penambahan *post treatment* karbon aktif dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya untuk menyempurnakan hasil penyisihan parameter terutama untuk penyisihan nitrogen total dan fosfat pada proses nitrifikasi dan denitrifikasi.

Daftar Pustaka

1. Hendrasarie N. Mengolah Limbah Cair Domestik di Lahan Sempit. 1st ed. Surabaya: CV. Putra Media Nusantara (PMN), Surabaya; 2019. 83 p.
2. Syochwan I. Optimasi Durasi Siklus dan Aerasi pada IPAL Sequencing Batch Reactor (SBR) melalui Simulasi Model menggunakan Software GPS-X. Universitas Islam Indonesia; 2021.
3. Gupta SK, Ramakrishnan A, Hung YT. Sequencing batch reactors. Handb Environ Waste Manag Air Water Pollut Control. 2012;511–62.
4. Peter, Wilderer, L R, Irvine, Goronszy MC. Sequencing Batch Reactor Technology [Internet]. 10th ed. London: IWA Publishing; 2001. 93 p. Available from: https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results
5. Septiana I. Pengaruh Variasi Beban Dalam Mengolah Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam Menggunakan Gas-Sbr. J Chem Inf Model. 2019;53(9):1689–99.
6. Bunga O. Gas- Sequencing Batch Reactor Sebagai Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam. J Chem Inf Model. 2019;53(9):1689–99.
7. Zaharah TA, Nurlina N, Moelyani RR. Reduksi Minyak, Lemak, dan Bahan Organik Limbah Rumah Makan Menggunakan Grease Trap Termodifikasi Karbon Aktif. J Pengelolaan Lingkung Berkelanjutan (Journal Environ Sustain Manag. 2018;1(3):25–32.
8. Yadaturrahmah II, Hendrasarie N. Pengaruh Penambahan Impeller Pada Fase Aerobik Terhadap Efisiensi Kinerja Sequencing Batch Reactor Pada Limbah Cair Industri Tahu. J Envirotek. 2021;13(1):7–13.
9. Brata MYCN. Efektifitas Sequencing Batch Reactor Continuous Flow Untuk Mengolah Limbah Cair Rumah Makan. UPN "Veteran" Jawa Timur; 2021.
10. Singh A, Srivastava A, Saidulu D, Gupta AK. Advancements of sequencing batch reactor for industrial wastewater treatment: Major focus on modifications, critical operational parameters, and future perspectives. J Environ Manage. 2022 Sep 1;317:115305.
11. Kawuri R, Darmayasa IBG. Potensi Bakteri sebagai Biodegradasi Lemak dan Minyak pada Lingkungan yang Tercemar Limbah Domestik. J Metamorf. 2022;9(1):184–9.

12. Wahyuni S, Amin TS, Daulay AS, Zebua MZ. Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Penghasil Enzim Amilase Dan Lipase Dari Olahan Produk Makanan Dan Minuman. Pros Semin Has Penelit. 2021;339–45.
13. Sekarani FA, Hendrasarie N. Reduction of Organic Parameters in Apartment Wastewater using Sequencing Batch Reactor by adding Activated Carbon Powder. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2020;506(1).
14. Haque EA. Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Sistem Lumpur Aktif Model SBR Skala Laboratorium. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2017.
15. Kusna OL. Isolasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon sebagai Penghasil Enzim Lipase dan Protease dari Tanah Tercemar Minyak Bumi di Kecamatan Wonocolo Kabupaten Bojonegoro. Vol. 1, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim; 2022.