

# Kemampuan Hybrid *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*-*Biofilter* dalam Menurunkan Total Nitrogen dan Fosfor pada Air Limbah Apartemen

Novirina Hendrasarie<sup>1\*</sup>, Yurry Aditya Pratama<sup>1</sup>, P.S. Ardisty Sitogasa<sup>1</sup>, SQC Zakiyayasin Nisa<sup>1</sup>, Irene AA Suwandhi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;  
e-mail: [novirina@upnjatim.ac.id](mailto:novirina@upnjatim.ac.id)

<sup>2</sup>Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Yogyakarta,

## ABSTRAK

*Hybrid Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*-*Biofilter* didesain untuk mengolah limbah dengan beban organik tinggi dan untuk lahan sempit. Apartemen dipilih karena limbahnya berasal dari manusia, usaha laundry dan restaurant yang menghasilkan limbah dengan beban organik tinggi dan memiliki keterbatasan lahan pengolah limbahnya. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisa kemampuan reaktor *Hybrid Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dan *Biofilter*, dalam mendegradasi zat pencemar organik pada limbah apartemen. Reaktor yang digunakan berskala laboratorium dengan total volume efektif 60,72 L, terdiri dari tiga kompartemen ABR serta dua kompartemen biofilter anaerob dan biofilter aerob. Kinerja reaktor dinilai berdasarkan variasi konsentrasi dan *hydraulic retention time (HRT)*. Konsentrasi limbah apartemen awal pada COD sebesar 1420 mg/L. Didapatkan dari penelitian ini bahwa reaktor *hybrid ABR* dan *Biofilter* pada *hydraulic retention time (HRT)* 71.5 jam mampu mendegradasi zat pencemar organik COD, BOD, *total suspended solid*, *total nitrogen* dan *total phosphate*, masing-masing sebesar: 97.4%, 97.4%, 86.21%, 91.9% dan 76.6%, dengan mikroba pendegradasinya dibiakkan dari limbah apartemen itu sendiri.

**Kata kunci:** *biological process, anaerobic baffled reactor, anaerobic biofilter, aerobic biofilter, hybrid, attached growth of microbial, suspension growth of microbial*

## ABSTRACT

The Hybrid Anaerobic Baffled Reactor (ABR)-Biofilter is designed for the treatment of high organic load wastewater on narrow land. Apartments were chosen because the waste is generated by humans, laundry businesses, and restaurants, all of which generate wastewater with a high organic load and have limited land for waste processing. The goal of this research was to look into the ability of the Hybrid Anaerobic Baffled Reactor (ABR) reactor and Biofilter to degrade organic pollutants in apartment wastewater. The reactor used is a laboratory scale reactor with a total effective volume of 60.72 L and three ABR compartments, as well as two anaerobic biofilter and aerobic biofilter compartments. Variations in concentration and hydraulic retention time are used to evaluate reactor performance (HRT). In COD, the initial concentration of apartment wastewater was 1420 mg/L. The ABR and Biofilter hybrid reactor was able to degrade organic pollutants COD, BOD, total suspended solids, total nitrogen, and total phosphate at a hydraulic retention time (HRT) of 71.5 hours, respectively: 97.4%, 97.4%, 86.21%, 91.9%, and 76.6%, with the degrading microbe grown from the apartment's own wastewater.

**Keywords:** *biological process, anaerobic baffled reactor, anaerobic biofilter, aerobic biofilter, hybrid, attached growth of microbial, suspension growth of microbial.*

**Citation:** Hendrasarie, N., Pratama, Y. A., Sitogasa, A., Nisa, S. Z., dan Suwandhi, I. A. (2023). Kemampuan Hybrid *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*-*Biofilter* dalam Menurunkan Total Nitrogen dan Fosfor pada Air Limbah Apartemen. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 574-580, doi:10.14710/jil.21.3.574-580

## 1. Pendahuluan

Seperti perumahan pada umumnya, air buangan apartemen berasal dari air bekas kegiatan sehari-hari seperti mencuci, mandi, buang air dan lain sebagainya. Namun ada beberapa hal yang membedakan karakteristik limbah rumah tangga dengan apartemen. Dalam sebuah gedung apartemen tidak hanya berfungsi sebagai hunian, tetapi juga terdapat area komersial seperti usaha binatu, rumah

makan, pertokoan, dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini lingkup penelitian dicukupkan pada pengolahan air bekas atau *grey water* yang berarti air buangan yang dihasilkan selain dari toilet. Perhatian lebih dalam dalam penanganan air bekas pada limbah domestik apartemen diperlukan karena air bekas menyumbang 75% dari total air buangan yang dihasilkan dalam suatu kegiatan rumah tangga (Henze, 2001 & Chan, 2009). Air buangan tersebut

apabila langsung dibuang ke lingkungan sekitarnya akan menimbulkan dampak yang tidak baik seperti terganggunya ekosistem hingga estetika lingkungan disekitarnya karena adanya bau busuk hingga tumbuhnya tumbuhan perairan yang tak terkontrol yang diakibatkan oleh tingginya kandungan organik yang terkandung dalam air limbah domestik, terlebih dalam sebuah unit apartemen memiliki penghuni yang cukup banyak dan tentunya limbah yang dihasilkan cukup banyak pula.

Ada banyak macam proses yang bisa diterapkan dalam mengolah limbah domestik, tetapi pengaplikasiannya tidak semua jenis pengolahan bisa diterapkan, ada berbagai pertimbangan yang perlu dikaji terlebih dahulu seperti luas lahan, biaya konstruksi, biaya operasional, efektivitas pengolahan, dan lain sebagainya. Dari berbagai jurnal yang telah dipelajari, diketahui bahwa reaktor ABR dan biofilter seringkali digunakan dalam mengolah air limbah domestik karena desain konstruksi yang sederhana yang berarti biaya operasional yang rendah begitu pula dengan perawatannya yang relatif mudah (Hendrasarie & Trilita, 2019). Mengenai kinerja dari ABR yang telah dilakukan oleh Trilita dan Hendrasarie (2016), efisiensi dari reaktor ABR mencapai lebih dari 90% untuk penurunan COD. Sedangkan pada reaktor biofilter aerob maupun anaerob diketahui memiliki efisiensi penyisihan mencapai lebih dari 90% dalam menyisihkan COD (Eriksson, 2002; Said, 2016).

Namun dalam penerapannya reaktor ABR membutuhkan ruang yang cukup besar agar bisa beroperasi dengan baik. Karena kekurangan itu, penulis berpikir untuk mengombinasikan dengan reaktor biofilter anaerob dan aerob untuk meningkatkan efisiensi dari kinerja reaktor ABR yang ada sebelumnya sehingga diharapkan reaktor hibrid ABR-Biofilter dalam penelitian ini diharapkan mampu lebih efisien dalam menurunkan kandungan organik limbah domestik apartemen.

## 2. Metode

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kinerja reaktor hybrid ABR (*anaerobic baffled*

*reactor*) dan biofilter yang di dalamnya terdapat unit ABR, biofilter anaerob dan biofilter aerob dengan bak pengendap dalam menurunkan kandungan organik pada limbah domestik apartemen. Parameter utama yang akan diuji adalah penurunan kadar COD, TSS, N total, dan fosfat. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pengambilan sampel pada bak penampung awal dan outlet tiap unit pemrosesan (outlet ABR, biofilter anaerob, dan bak pengendap akhir setelah biofilter aerob). Sketsa susunan reactor bisa dilihat pada **Gambar 1**.

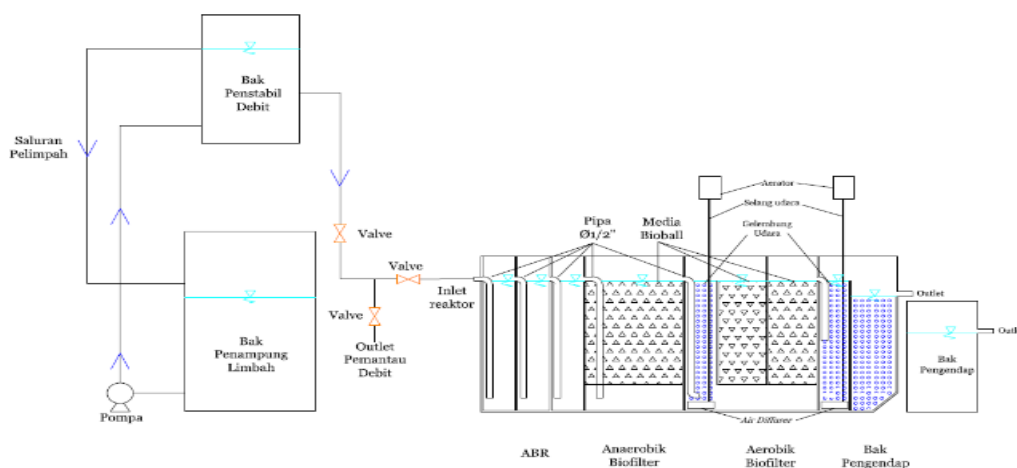
Tahapan awal dilakukan proses *seeding* dengan mengalirkan limbah dengan tambahan nutrient kedalam reaktor hingga terbentuk lapisan biofilm pada media filter (*bioball*) dan endapan lumpur pada unit ABR. Proses aklimatisasi dilakukan secara bertahap dengan menurunkan konsentrasi nutrient yang diberikan setiap harinya hingga beroperasi tanpa nutrient sama sekali. Setelah tahapan aklimatisasi selesai dilakukan *running* dengan konsentrasi limbah 100% dan 75%.

Air limbah yang dikumpulkan dalam penelitian ini berasal dari apartemen. Tabel 1 merangkum hasil pengujian parameter pencemar air limbah apartemen. Kemampuan reaktor untuk mengubah polutan dalam air limbah apartemen juga diperiksa. Dalam penelitian ini, hydraulic retention time (HRT) yang digunakan adalah 35.8 jam, 47.7 jam dan 71.5 jam. Adapun pada Tabel 1 dijelaskan karakteristik awal limbah apartemen.

**Tabel 1.** Karakteristik Limbah Apartemen

Parameter	Unit	Apartment Wastewater
COD	mg COD L <sup>-1</sup>	1420
BOD <sub>5</sub>	mg BOD <sub>5</sub> L <sup>-1</sup>	752
Total Nitrogen	mg L <sup>-1</sup>	71.28
Phosphate	mg L <sup>-1</sup>	24.48
MLSS	mg L <sup>-1</sup>	454
pH	-	6

Sumber : Data Primer, 2022



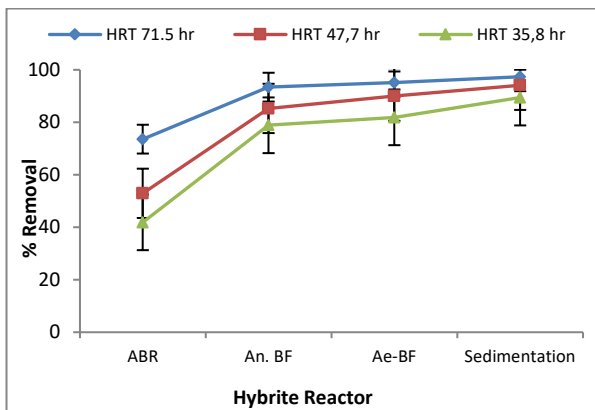
**Gambar 1** Sketsa Susunan Reaktor

**3. Hasil dan Pembahasan**

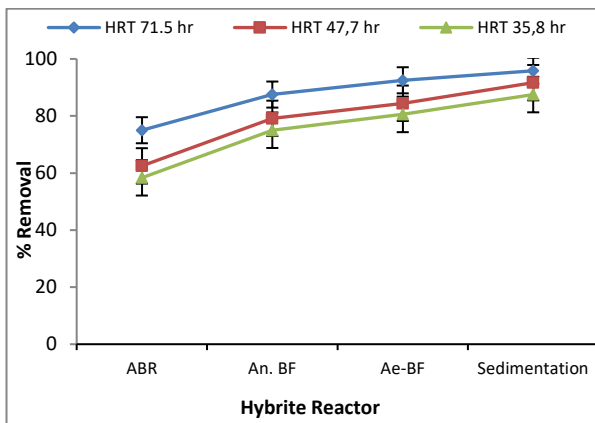
**3.1. Optimalisasi Hydraulic Retention Time (HRT)**

**a. Kemampuan Meremoval COD**

Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui nilai COD didapatkan angka sebesar 1420 mg/L untuk limbah dengan konsentrasi utama dan 530 mg/L untuk limbah konsentrasi rendah. Pada penelitian yang telah dilakukan, dengan konsentrasi limbah utama diketahui penyisihan terbesar terjadi pada HRT 71.5 jam yaitu sebesar 97,36% dengan rincian penurunan pada ABR dan Biofilter Anaerob sebesar 73,59 dan 93,4%. Sedangkan pada HRT 35.8 jam, efisiensi terendah, yaitu sebesar 89,44% untuk hasil sedangkan untuk tiap unit proses sebelumnya (ABR dan Biofilter Anaerob) yaitu sebesar 41,9% dan 78,87%. Untuk HRT 47.7 jam, persentase penurunan berada diantara HRT 35.8 jam dan 71.5 jam, yaitu pada 52,94%, 85,29%, dan 94,12% untuk ABR, biofilter anaerob, dan biofilter aerob. Rincian kinerja reaktor dapat dilihat pada Gambar 2. Prosentase Penurunan COD pada variasi hydraulic retention time (HRT).



**Gambar 2.** Prosentase Penurunan COD pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Utama

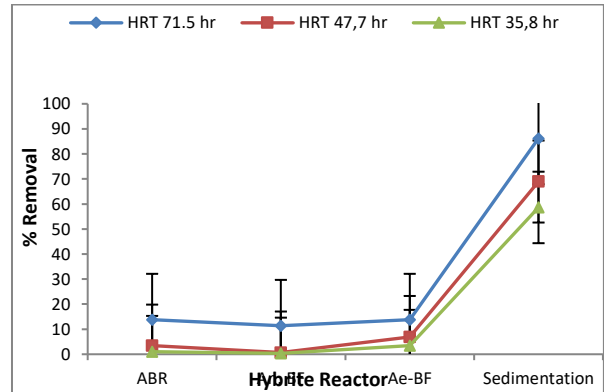


**Gambar 3.** Prosentase Penurunan COD pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Rendah

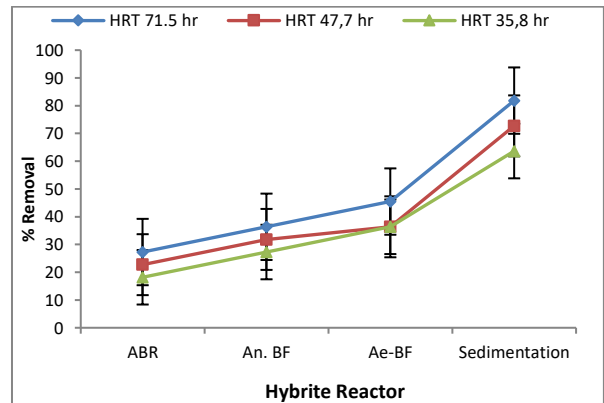
Hasil pengamatan menunjukkan bahwa grafik efisiensi meningkat pada biofilter anaerobik dan melandai pada biofilter aerob. Hal ini karena

konsentrasi COD cukup rendah selama tahap biofiltrasi aerobik sehingga penyisihannya tidak efektif. Gambar 3, pada air limbah konsentrasi rendah, efektifitas reaktor lebih rendah karena konsentrasi pencemar rendah setelah dari ABR, karena ABR mampu meminimalkan konsentrasi COD ke titik dimana pemrosesan lebih lanjut tidak menghasilkan penyisihan yang substansial.

**b. Kemampuan dalam Menyisihkan TSS**



**Gambar 4.** Prosentase Penurunan Total Suspended Solid (TSS) pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Utama



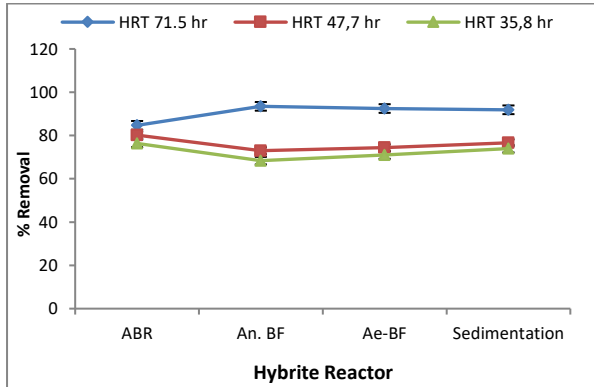
**Gambar 5.** Prosentase Penurunan Total Suspended Solid (TSS) pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Rendah

Penyisihan parameter TSS dalam penelitian ini sangat fluktuatif. Nilai konsentrasi nilai TSS dapat dilihat pada Gambar 4. Konsentrasi nilai TSS awal untuk limbah dengan konsentrasi limbah utama sebesar 454 mg/L dan 290 mg/L dengan konsentrasi limbah rendah. Pada gambar tersebut baik dengan konsentrasi limbah medium maupun rendah.

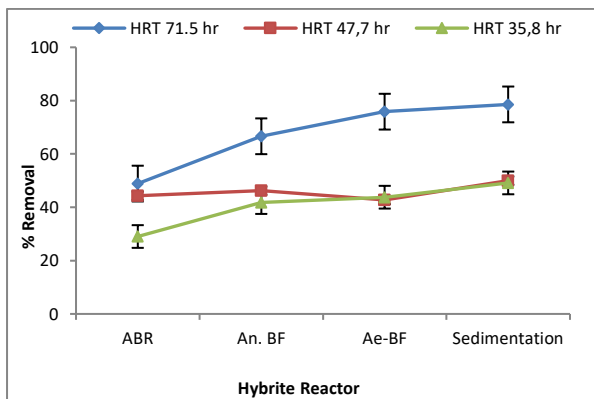
Nilai degradasi TSS meningkat pada semua variasi HRT ketika memasuki sedimentasi. Pada biofilter, TSS sedikit meningkat disebabkan luruhnya beberapa biofilm yang menempel pada media bioball. Bila dibandingkan dengan Pergub Jatim no 72 tahun 2013 tentang baku mutu TSS untuk limbah domestik sebesar 50 mg/L, TSS pada output reaktor hibrid ini telah mampu menurunkan TSS sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan sebesar 20-40 mg/L pada konsentrasi rendah pada tiga variasi HRT. Sedangkan pada konsentrasi

medium hanya pada HRT 71.5 jam, mampu mencapai 40 mg/L. Gambaran lebih jelas pada penyisihan TSS untuk limbah dengan konsentrasi medium dan rendah, dapat dilihat pada Gambar 5.

### c. Kemampuan dalam Menyisihkan Nitrogen Total



**Gambar 6.** Prosentase Penurunan Nitrogen Total pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Utama.



**Gambar 7.** Prosentase Penurunan Nitrogen Total pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Rendah

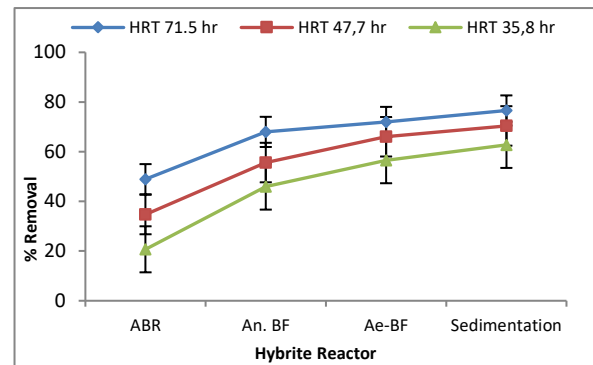
Penelitian yang dilakukan juga mencakup kinerja alat dalam menurunkan N total, yaitu semua kandungan N dalam berbagai bentuk senyawa baik ammonia, nitrit, nitrat, maupun lainnya. Pengujian terhadap N total dimaksudkan karena nitrogen dalam bentuk senyawa nitrit atau nitrat atau lainnya dapat berubah-ubah karena adanya berbagai faktor seperti aktivitas bakteri, suhu, pH dan lain sebagainya (Metcalf dan Edy, 2003; Thanwiset *et al.*, 2012; Hendrasarie dan Evi, 2022).

Dari penelitian yang telah dilakukan diketahui penurunan nitrogen total terbanyak terjadi pada ABR yaitu berkisar antara 70 - 85% pada konsentrasi limbah medium, yang diketahui nilai awalnya 71.28 mg/L. Namun pada tahapan selanjutnya konsentrasi nitrogen menjadi fluktuatif, hal itu disebabkan karena nitrogen yang berperan sebagai nutrient bagi mikroorganisme sudah tidak seberapa diperlukan, dan mikroorganisme yang luruh juga berpengaruh terhadap naik - turunnya nilai nitrogen.

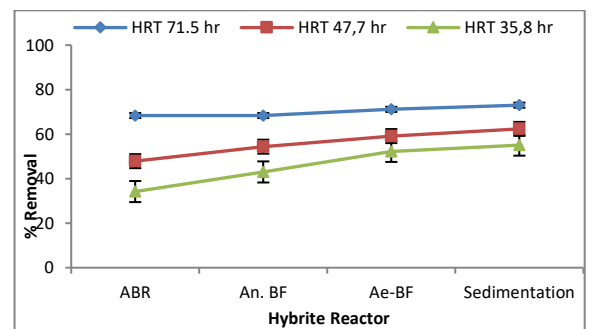
Pada ABR, dimana penyisihan nitrogen cukup tinggi terjadi proses denitrifikasi yang merubah

nitrat menjadi nitrogen bebas yang terjadi dalam suasana anaerobik yang kemudian mengakibatkan penurunan nilai nitrogen total yang cukup signifikan. Untuk keseluruhan reaktor didapatkan efisiensi sebesar 73,92; 76,65; dan 91,89% pada HRT 71.5 jam, konsentrasi limbah medium.

### d. Kemampuan dalam Menyisihkan Fosfat



**Gambar 8.** Prosentase Penurunan Fosfat pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Medium



**Gambar 9.** Prosentase Penurunan Fosfat pada Variasi HRT Pada Konsentrasi Limbah Rendah

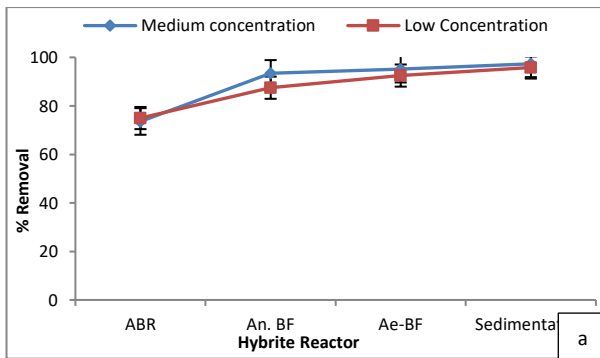
Kandungan fosfat yang terkandung dalam limbah dengan konsentrasi utama dan rendah, memiliki nilai konsentrasi sebesar 24,48 mg/L dan 21,66 mg/L. Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui efisiensi terbesar terjadi pada ABR hal itu disebabkan mikroorganisme yang melakukan proses penguraian karbon pada ABR membutuhkan nutrient berupa nitrogen dan fosfat. Fosfat yang digunakan sebagai nutrient berasal dari kandungan limbah itu sendiri. Disisi lain, proses denitrifikasi yang merubah nitrat menjadi nitrogen bebas juga berperan dalam menyisihkan kandungan fosfat. Hal itu dikarenakan nitrat yang akan diubah menjadi nitrogen bebas dapat menerima electron fosfat yang berperan dalam proses penyisihan fosfat yang menyebabkan proses penyisihan nitrat dan fosfat berlangsung secara simultan (Falkentoft *et al.*, 2000; Hendrasarie *et al.*, 2022).

Pada tahapan berikutnya efisiensi penyisihan fosfat menjadi menurun karena nilai nitrogen dan juga COD yang menurun pula. Hal itu menyebabkan kebutuhan fosfat untuk bakteri sebagai nutrient juga menurun yang menyebabkan penurunan efisiensi penyisihan fosfat. Hal itu juga didukung

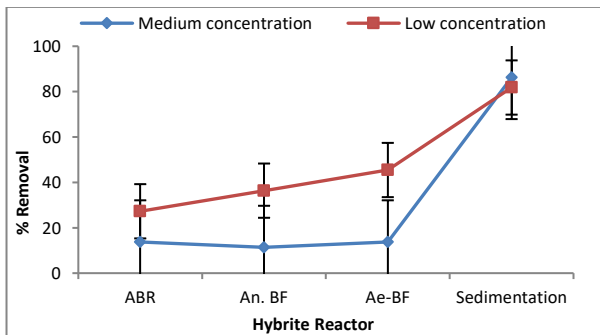
dengan luruhnya biofilm pada biofilter anaerobik dan juga biofilter aerobik yang menyebabkan fosfat yang telah tertangkap oleh mikroorganisme terlepas kembali ke air yang diolah. Persentase penyisihan parameter fosfat yang diamati pada penelitian kali ini dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.

**3.2. Analisis Optimasi Konsentrasi Limbah Cair**

Analisis optimasi konsentrasi dilakukan untuk mengevaluasi laju pembebanan di mana proses biologis kombinasi ABR-Biofilter dapat dicapai. Percobaan ini mengevaluasi air limbah kekuatan sedang dan rendah. Hal ini dilakukan agar mikroorganisme dapat beradaptasi dengan proses pengolahan air limbah dengan konsentrasi sedang sehingga ketika mencapai kondisi *steady state*, proses menjadi lebih stabil dan mampu mengolah air limbah dengan konsentrasi yang lebih rendah. Kondisi tunak menunjukkan keadaan reduksi zat organik konstan pada beban organik dan hidrolis spesifik (Mirghorayshi, 2021; Yakameran, 2020; Cheng *et al.*, 2020). Kondisi *steady state* terjadi ketika efisiensi degradasi bahan organik kurang dari 5% selama tiga hari berturut-turut (Xu *et al.*, 2021; Gadow, 2020; Yakameran *et al.*, 2020)



**Gambar 10.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter Pada Pencemar : (a) COD



**Gambar 11.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter pada Pencemar ; (b) TSS

**3.3. Analisis Optimasi Konsentrasi Limbah Cair**

Analisis optimasi konsentrasi dilakukan untuk mengevaluasi laju pembebanan di mana proses biologis kombinasi ABR-Biofilter dapat dicapai.

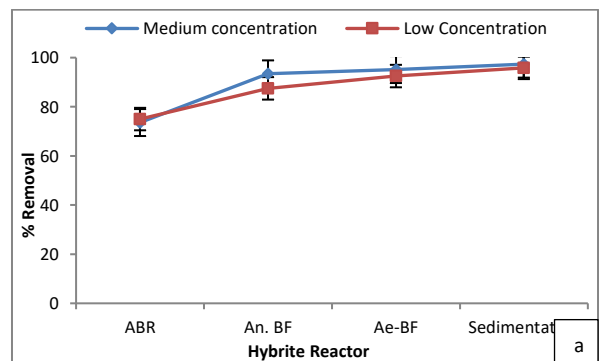
Percobaan ini mengevaluasi air limbah kekuatan sedang dan rendah. Hal ini dilakukan agar mikroorganisme dapat beradaptasi dengan proses pengolahan air limbah dengan konsentrasi sedang sehingga ketika mencapai kondisi *steady state*, proses menjadi lebih stabil dan mampu mengolah air limbah dengan konsentrasi yang lebih rendah. Kondisi tunak menunjukkan keadaan reduksi zat organik konstan pada beban organik dan hidrolis spesifik (Mirghorayshi, 2021; Yakameran, 2020; Cheng *et al.*, 2020). Kondisi *steady state* terjadi ketika efisiensi degradasi bahan organik kurang dari 5% selama tiga hari berturut-turut (Xu, *et al.*, 2021; Gadow, 2020; Yakameran *et al.*, 2020)

Hydraulic Retention Time (HRT) yang dipilih adalah 71,5 jam, adalah HRT optimal yang dalam penelitian ini mampu mereduksi pencemar COD, pada konsentrasi limbah utama di setiap reaktor ABR-Anaerobik Biofilter - Aerobik Biofilter - Sedimentasi masing-masing sebesar: 73,6%-93,4%-95,2%-97,4%. Sedangkan pada konsentrasi limbah rendah, di setiap reaktor ABR - Anaerobik Biofilter - Aerobik Biofilter - Sedimentasi sebesar: 75%-87,5%-92,5%-95,8%.

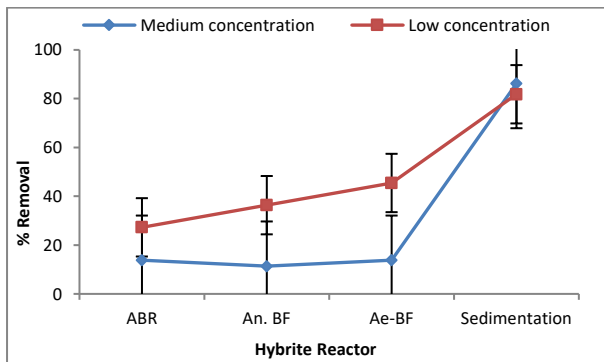
Kapasitas reaktor tertinggi untuk menghilangkan total padatan tersuspensi (TSS) pada tahap sedimentasi adalah 86% pada air limbah konsentrasi rendah, sedangkan 81% pada air limbah konsentras limbah medium.

Pada konsentrasi air limbah yang berbeda, ada perbedaan yang signifikan dalam mengurangi kandungan nitrogen total. pada konsentrasi limbah utama di setiap reaktor ABR-Anaerobik Biofilter - Aerobik Biofilter - Sedimentasi masing-masing sebesar: 84,7%-93,5%-92,5%-91,9%. Sedangkan pada konsentrasi rendah, di setiap reaktor ABR - Anaerobik Biofilter - Aerobik Biofilter - Sedimentasi sebesar : 48,7%-66,6%-75,9%-78,6%.

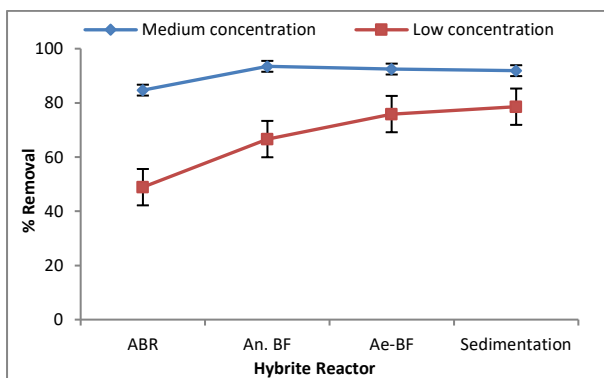
Pada kedua tingkat perbedaan konsentrasi air limbah tersebut, kemampuan reaktor mereduksi parameter fosfat pada HRT 71,5 jam hanya 76,6% tertinggi pada konsentras limbah utama. Selain itu, tidak ada perbedaan yang mencolok antara kedua tingkat konsentrasi limbah tersebut.



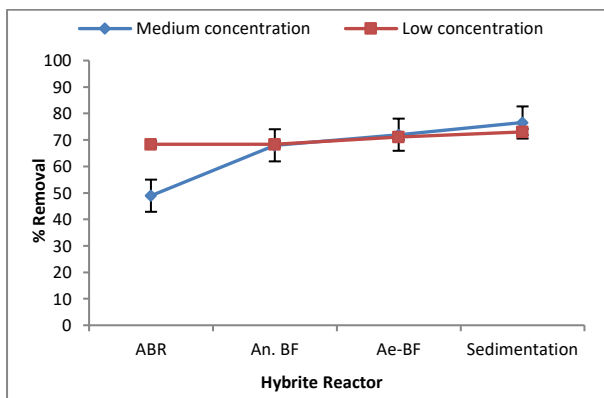
**Gambar 12.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter Pada Pencemar : (a) COD



**Gambar 13.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter Pada Pencemar (b) TSS



**Gambar 14.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter Pada Pencemar, (c) Total Nitrogen



**Gambar 15.** Perbedaan variasi konsentrasi limbah pada konsentrasi medium dan rendah, Pada HRT 71.5 jam. kemampuan Hibrid ABR-Biofilter Pada Pencemar, (d) Phosphat

### 3.4. Organic Loading Rate (OLR)

OLR adalah besaran yang menyatakan jumlah material organik dalam air limbah yang diuraikan oleh mikroba dalam reaktor per unit volume per hari. OLR digunakan untuk menjelaskan laju produksi mikroba. Mikroba memiliki laju pertumbuhan yang spesifik yang akan mencapai tingkat produksi maksimal saat proses degradasi. Laju organik yang berbeda memberikan dampak yang berbeda terhadap laju reaksi (Stuckey, 2014; Do, et al., 2018; Rojas et al., 2022).

**Tabel 2.** Pengaruh HRT terhadap beban COD yang diterima tiap reaktor

Hydraulic Retention Time	Beban Organik yang Diterima (Kg COD/m <sup>3</sup> .hari)		
	ABR	Anaerobik Biofilter	Aerobik Biofilter
71,5 jam	15,35	4,06	1,01
47,7 jam	23,03	10,84	3,39
35,8 jam	30,71	17,84	6,49

Sumber: Data Primer 2022

Pada Tabel 2 tersebut perhitungan beban organik untuk anaerobik dan aerobik biofilter dihitung dari konsentrasi efluen pada tahap sebelumnya. Ditinjau dengan literatur yang ada, menurut Razif dan Mahatyanta (2016) disebutkan bahwa kriteria perencanaan untuk desain reaktor ABR dan Biofilter mempunyai kemampuan untuk menangani beban organik hingga 5 Kg COD/m<sup>3</sup>.hari. Angka tersebut untuk tiap meter kubik ABR dan volume biofilter. Pada penelitian ini dengan volume reaktor yang lebih kecil, yaitu 0,024 dan 0,015m<sup>3</sup> untuk ABR dan masing – masing biofilter. Secara teoritis ABR dan biofilter hanya mampu menangani beban organik sebesar 0,12 dan 0,075kg. Namun di lapangan beban yang diterima jauh lebih besar dari kriteria desain yang telah ditetapkan. Hal itu tidaklah buruk karena dengan ukuran yang lebih ringkas mampu menyisihkan kandungan organik yang lebih baik. Kinerja reaktor dalam menurunkan kandungan organik bisa dilihat pada sub bab sebelumnya. Adanya variasi beban pada penelitian ini bisa dilihat dari grafik penurunan kandungan organik pada sub bab sebelumnya untuk tiap parameter pada tiap titik sampling.

### 3.5. Identifikasi Mikroorganisme pada Reaktor

Identifikasi mikroorganisme berguna untuk mengetahui jenis mikroorganisme apa yang hidup didalam reaktor yang berperan dalam mendegradasi kandungan organik yang terkandung dalam limbah. Dari pengujian yang telah dilakukan diketahui mikroorganisme yang hidup dalam reaktor sebagai berikut.

**Tabel 3.** Identifikasi bakteri pada reaktor

Reaktor	Genus Mikroorganisme
ABR	<i>Bacillus</i>
Biofilter Anaerob	<i>Bacillus</i>
Biofilter Aerob	<i>Pseudomonas</i>

Pada Tabel 3 dijelaskan pengujian bakteri menunjukkan adanya mikroorganisme bergenus *Bacillus* dan *Pseudomonas* untuk Biofilter Anaerob dan Biofilter Aerob. Kedua genus bakteri tersebut merupakan pengurai kandungan organik yang paling umum ditemukan dalam limbah (Abdala, 2014; Arcevala, 2006). *Bacillus* merupakan bakteri berbentuk batang dan lurus yang hidup dalam suasanaya aerob atau fakultatif anaerob. Genus *bacillus* merupakan bakteri gram positif. Di sisi lain, pada biofilter aerob bakteri yang ditemukan adalah

genus *pseudomonas* yang merupakan bakteri aerob, memiliki gram negatif, dan berbentuk batang atau lengkung.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa reaktor hibrid ABR-Biofilter mampu menurunkan limbah apartemen. Kandungan organik tinggi yang disisihkan adalah COD, BOD, TSS, total phosphat dan total nitrogen. Total nitrogen mampu disisihkan dengan baik, ini berarti desain ABR sesuai dengan kondisi yang dipersyaratkan. Sedangkan removal parameter phosphate kurang optimal, karena suplai oksigen di biofilter aerob harus ditingkatkan, sehingga bakteri aerob di reaktor tersebut mampu mendegradasi phosphate dengan sempurna. Adapun genus bakteri dominan yang mampu mendegradasi parameter organik di dalam reaktor adalah *Bacillus* dan *Pseudomonas*. *Pseudomonas* adalah bakteri aerob, bakteri tersebut teridentifikasi pada reaktor biofilter aerob. Hal ini membuktikan bahwa, bakteri pendegradasi dibatasi oleh kondisi keberadaan oksigen pada sebuah reaktor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arceivala, S. J., & Asolekar, S. R. 2006. Wastewater treatment for pollution control and reuse. Tata McGraw-Hill Education.
- Abdalla, K. Z. 2014. Correlation Between Biochemical Oxygen Demand and Chemical Oxygen Demand for Various Wastewater Treatment Plant in Egypt to Obtain The Biodegradability Indices. International Journal of Science : Basic and Applied Research (IJSBAR) Volume 13 Nr. 1, 42-48
- Bodkhe, S. 2008. Development of an improved anaerobic filter for municipal wastewater treatment. *Bioresource technology*, 99(1), 222-226.
- Bodkhe, S. Y. 2009. A modified anaerobic baffled reactor for municipal wastewater treatment. *Journal of Environmental Management*, 90(8), 2488-2493.
- Chan, Y. J., Chong, M. F., Law, C. L., & Hassell, D. G. 2009. A review on anaerobic-aerobic treatment of industrial and municipal wastewater. *Chemical Engineering Journal*, 155(1-2), 1-18.
- Cheng, H. H., Narindri, B., Chu, H., & Whang, L. M. (2020). Recent advancements in biological technologies and strategies for resource recovery from swine wastewater. *Bioresource technology*, 303, 122861.
- Do, T.M., Kurnacheva, C., 2018. Post-treatment of anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) effluent using activated carbon, *Bioresources Technology*
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., & Ledin, A. 2002. Characteristics of grey wastewater. *Urban water*, 4(1), 85-104.
- Falkentoft, C. M., Harremoes, P., Mosbæk, H., & Wilderer, P. 2000. Combined denitrification and phosphorus removal in a biofilter. *Water science and technology*, 41(4-5), 493-501.
- Gadow, S. I., & Li, Y. Y. 2020. Development of an integrated anaerobic/aerobic bioreactor for biodegradation of recalcitrant azo dye and bioenergy recovery: HRT effects and functional resilience. *Bioresource Technology Reports*, 9, 100388
- Hendrasarie, N., Fadilah, K., Ranno, MR., 2022, *Sequencing Batch Reactor to Treatment Tofu Wastewater Using Impeller Addition*, *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 158-164
- Henze, M., Harremoes, P., la Cour Jansen, J., & Arvin, E. 2001. Wastewater treatment: biological and chemical processes. Springer Science & Business Media.
- Hendrasarie, N. and Trilita, M.N., 2019 Removal of nitrogen-phosphorus in food wastewater treatment by the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Rotating Biological Contactor (RBC), Institut Of Physic (IOP), Publishing, 245 (1), 012017
- Hendrasarie, N., dan Ardhi, E.W. 2022, Penurunan Zat Pencemar Organik Pada Limbah Rumah Potong Ayam Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Kulit Kerang, *Jurnal EnviroUS 3* (1) 19-25
- Metcalf & Eddy, Inc. 2003. Wastewater engineering : treatment and reuse. Boston : McGraw-Hill,
- Mirghorayshi, M., Zinatizadeh, A. A., & van Loosdrecht, M. 2021. Simultaneous biodegradability enhancement and high-efficient nitrogen removal in an innovative single-stage anaerobic/anoxic/aerobic hybrid airlift bioreactor (HALBR) for composting leachate treatment: Process modeling and optimization. *Chemical Engineering Journal*, 407, 127019
- Rojas, V. E., Saavedra, O., Escalera, R. 2022. Small-Scale Operation of an Integrated Anaerobic Baffled Reactor, and Biofilter Factors Affecting Its Performance, *Journal of Environmental Engineering*,
- Trilita, M. N., and Hendrasrie, N., 2016 . Removal of Organic Load in Communal Wastewater By Using The Six Stage Anaerobic Baffle Reactor (ABR), *MATEC Web of Conference*, 58, pp 01023
- Said, N. I. 2016. Teknologi Pengolahan Limbah. Erlangga.
- Stuckey, D. 2004. Anaerobic treatment of sulphate-enriched wastewaters, *Water Management*
- Thanwised, P., Wirojanagud, W., & Reungsang, A. 2012. Effect of hydraulic retention time on hydrogen production and chemical oxygen demand removal from tapioca wastewater using anaerobic mixed cultures in anaerobic baffled reactor (ABR). *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(20), 15503-15510
- Xu, H., Yang, B., Liu, Y., Li, F., Song, X., Cao, X., & Sand, W. 2021. Evolution of microbial populations and impacts of microbial activity in the anaerobic-oxic-settling-anaerobic process for simultaneous sludge reduction and dyeing wastewater treatment. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124403
- Yakamercan, E., & Aygün, A. 2020. Anaerobic/aerobic cycle effect on di (2-Ethylhexyl) phthalate and pentachlorophenol removal from real textile wastewater in sequencing batch biofilm reactor. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122975.