

Penyisihan BOD, COD, dan Amonia pada Lindi Menggunakan Spons dan Sumbu Kompor Sebagai Media Biofilter

Sukma Vidiyanti¹, Jumiati¹, Cico Jhon Karunia Simamora², dan Kiki Prio Utomo¹

¹Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura, Indonesia; e-mail: sukmavideeey03@gmail.com

²Jurusan Agroteknologi, Universitas Tanjungpura, Indonesia

ABSTRAK

Lindi mengandung BOD, COD, dan amonia yang dapat diolah menggunakan biofilter. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dan persentase penurunan terbaik BOD, COD, dan amonia pada lindi menggunakan media spons dan sumbu kompor dengan jarak yang berbeda. Pada penelitian ini lindi TPA Batulayang dikontakkan dengan media spons dan sumbu kompor yang masing-masing memiliki 2 kombinasi jarak yaitu 4-2-4 cm dan 4-2 cm di dalam 4 reaktor aerob bersirkulasi melalui proses seeding selama 14 hari dengan komposisi 50% lindi (21 liter), 42,5% air bebas klor (17,85 liter), 7,5% filtrat lumpur TPA (3,15 liter) dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi (10,5 gram). Setelah itu dilanjutkan dengan proses aklimatisasi selama 7 hari dengan komposisi 75% lindi (31,5 liter), 25% air tanpa klor (10,5 liter), dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi (15,75 gram). Kemudian proses running sebanyak 42 liter lindi tanpa penambahan apapun selama 6 hari yang dilanjutkan pengukuran BOD, COD dan amonia dan uji statistik menggunakan *Analysis of Variance (ANOVA) one way* dan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test (DMRT)*. Didapati hasil bahwa persentase terbaik terdapat pada reaktor dengan media sumbu kompor berjarak 4-2-4 cm mampu menurunkan BOD hingga 84,38%, dan media spons berjarak 2-4 cm yang mampu menurunkan COD 61,6% dan amonia 98,34%.

Kata kunci: lindi, biofilter, spons, sumbu kompor

ABSTRACT

Leachate contains BOD, COD, and ammonia which can be treated using a biofilter. This study was conducted to determine the efficiency and the best percentage reduction of BOD, COD, and ammonia in leachate using sponges and stove wicks, each with 2 combinations of distance. In this study, leachate from the Batulayang landfill was contacted with sponge media and stove wick, each with two distance combinations, namely 4-2-4 cm and 4-2 cm, in 4 circulating aerobic reactors through a seeding process for 14 days with a composition of 50% leachate (21 liters), 42,5% chlorine-free water (17,85 liters), 7,5% landfill sludge filtrate (3,15 liter) and glucose as much as 0,05% of the amount of leachate (10,5 grams). After that, it was continued with the acclimatization process for 7 days with a composition of 75% leachate (31,5 liters), 25% chlorine-free water (10,5 liters) and glucose as much as 0,05% of the amount of leachate (15,75 grams). Then the process ran for 42 liters of leachate without any addition for 6 days. It was found that the best percentage was found in the reactor with stove wick media spaced 4-2-4 cm which was able to reduce BOD by 84,38% and sponge media spaced 4-2 cm which was able to reduce COD 61,6% and ammonia 98,34%.

Keywords: leachate, biofilter, sponges, stove wick

Citation: Vidiyanti, S., Jumiati., Simamora, C. J. K., dan Utomo, K. P. (2025). Penyisihan BOD COD dan amonia pada Lindi Menggunakan Spons dan Sumbu Kompor Sebagai Media Biofilter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1316-1322, doi:10.14710/jil.23.5.1316-1322

1. PENDAHULUAN

Lindi merupakan campuran antara limpasan air dengan sampah busuk (Widianti *et al.*, 2022). Lindi terbentuk karena terdapat cairan yang memasuki area *landfill* dari sumber eksternal, seperti drainase permukaan, air hujan, air tanah, dan cairan dari hasil dekomposisi sampah. Lindi memiliki karakteristik yang sangat variatif, tergantung dari komposisi sampah, umur sampah, iklim, dan hidrologinya (Said, 2015). Salah satu karakteristik lindi ialah memiliki bahan organik dan amonia yang tinggi dan perlu

diolah (Rahayu, 2018). Adanya BOD dan COD merupakan parameter yang menandakan tingginya zat organik (Kahar, 2018). Pendegradasian zat organik menghasilkan amonia (Arbain *et al.*, 2007). Namun sebagian besar pengolahan lindi pada TPA di Indonesia masih kurang efektif (Said, 2015). Contohnya TPA Tanjungrejo yang memiliki lindi dengan konsentrasi BOD 230 mg/l dan COD 662.256 mg/l (Ramadhani *et al.*, 2019). Contoh lain yakni TPA Talang Gulo yang memiliki konsentrasi amonia sangat tinggi yaitu 2650 mg/l (Fahrianto *et al.*, 2024).

Akibatnya, dapat memengaruhi turunnya kualitas air dan tanah sekitar hingga menjadi faktor toksisitas bagi hewan yang terdapat di permukaan air yang terdapat rembesan lindi (Evarisa, 2020).

Salah satu masalah juga ditemukan di TPA Batulayang Kota Pontianak. TPA Batulayang mempunyai Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang beroperasi dengan bak koagulasi dan aerasi dengan hasil pengolahan yang memiliki kandungan BOD, COD, dan amonia melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu masing masing sebesar 203,38 mg/L, 986,7 mg/L, dan 60 mg/L (Muhardi *et al.*, 2020). Banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengolah kualitas lindi menjadi lebih baik salah satunya dengan metode *constructed wetland*, bioreaktor, MBBR dan sebagainya. Namun pada penelitian ini, dilakukan menggunakan metode biofilter yang menggunakan bahan serat sebagai alternatif. Cara ini digunakan sebagai eksperimen baru dimana belum banyak penelitian menggunakan bahan serat sebagai media biofilter.

Biofilter merupakan metode yang memanfaatkan mikroorganisme di media yang membentuk biofilm sebagai pereduksi limbah (Hadiwidodo, 2018). Pertumbuhan dan struktur biofilm pada biofilter sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan (Toyofuku *et al.*, 2016) termasuk medianya. Salah satu contoh biofilter yang berkembang saat ini adalah biofilter yang memanfaatkan bahan serat sebagai media (Nathaniel *et al.*, 2021). Oleh karena itu penelitian ini menggunakan serat yang berasal dari alam maupun sintetis yaitu sumbu kompor dan spons. Sumbu kompor berasal dari serat katun alami yang memiliki sifat *biodegradable* (Khasanah & Maharani, 2015), higroskopis, dan permukaan yang luas sehingga memudahkan bakteri untuk melekat (Setiyani *et al.*, 2015). Sedangkan spons merupakan serat sintetis yang memiliki permukaan luas dan pori yang besar sehingga mikroorganisme dapat melekat (Octaerlian, 2020). Sementara susunan media juga dapat mempengaruhi pertumbuhan biofilm karena adanya perbedaan dalam laju sirkulasi limbah dan jumlah suplai oksigen. Karena belum ditemukannya serat dan susunan biofilter terbaik yang mampu mereduksi parameter pencemar pada lindi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan media dan susunan yang memiliki efisiensi dan persentase penurunan terbaik pada parameter terutama BOD, COD, dan amonia pada lindi menggunakan media spons dan sumbu kompor dengan kombinasi jarak.

2. METODE PENELITIAN

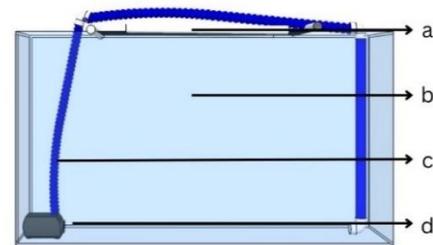
2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel lindi yang berasal dari TPA Batulayang Kota Pontianak, pada outlet instalasi pengolahan lindi dengan titik koordinat 0.028152°N dan 109.322351°E. Pengujian kadar parameter pada lindi dilakukan di Laboratorium Analisis Kualitas Air, Jurusan Teknik

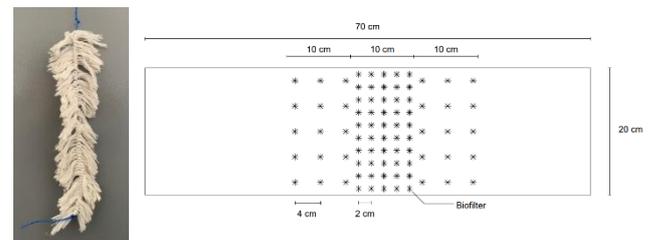
Lingkungan, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Penelitian dilaksanakan selama 27 hari.

2.2. Tahapan Penelitian

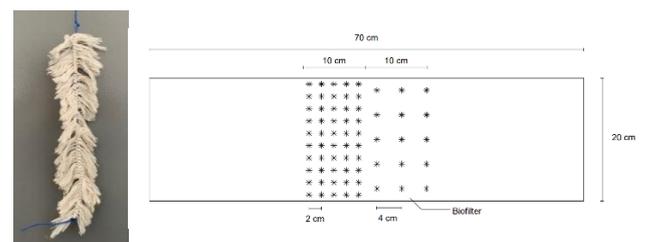
Adapun tahapan pada penelitian ini adalah persiapan 4 reaktor berbentuk balok berukuran 70 cm x 20 cm x 40 cm dari kaca dengan ketebalan 0,5 cm. Bagian dalam reaktor diberi pompa *submersible* yang berfungsi memberi aliran dan sirkulasi pada limbah secara kontinu dan aerator untuk memenuhi jumlah oksigen min >2 mg/l (Bastom, 2015), gambar reaktor dapat dilihat pada Gambar 1. Kemudian juga dipersiapkan media spons dan sumbu kompor masing masing sebanyak 145 helai. Media sumbu kompor dibuat dengan cara dipotong sumbu kompor sepanjang 10 cm kemudian diikat pada tali polietilen hingga sepanjang 30 cm. Sedangkan media spons dibuat dengan cara dipotong sepanjang 4 cm dan lebar 2 cm kemudian dimasukkan ke benang polietilen menggunakan jarum hingga sepanjang 30 cm. Media spons dan sumbu kompor dikaitkan pada kawat bagian atas reaktor dengan 2 susunan yang berbeda yaitu susunan yang berjarak 4-2-4 cm dan 4-2 cm sehingga terdapat 4 reaktor uji yaitu reaktor 1 berisi media sumbu kompor dengan berjarak 4-2-4 cm, reaktor 2 berisi media sumbu kompor berjarak 4-2 cm, reaktor 3 berisi media spons berjarak 4-2-4 cm dan reaktor 4 berisi media spons berjarak 4-2 cm. Susunan ini dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, dan 5.



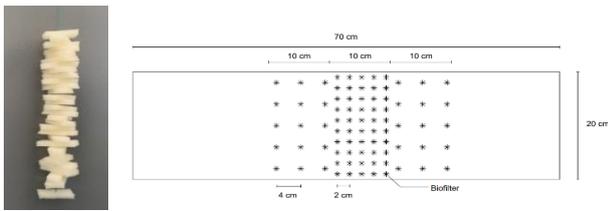
Gambar 1. Reaktor Pengujian (a: Kawat Pengait, b: Kaca, c: Selang Pompa, d: Pompa dan Aerator)



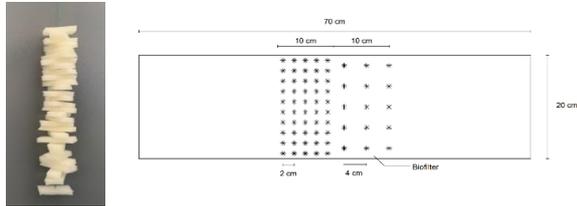
Gambar 2. Reaktor 1



Gambar 3. Reaktor 2



Gambar 4. Reaktor 3



Gambar 5. Reaktor 4

2.3. Sampling

Setelah persiapan reaktor dan media, dilanjutkan dengan pengambilan sampel lindi menggunakan metode *grab sampling* yang mengacu pada SNI 6989.59.2008 tentang air dan air limbah, bagian 59: metode pengambilan contoh air limbah. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 2 kali, yang pertama untuk proses seeding dan aklimatisasi dan yang kedua untuk proses running. Proses seeding berlangsung selama 14 hari dengan komposisi 50% lindi (21 liter), 42,5% air bebas klor (17,85 liter), 7,5% filtrat lumpur TPA (3,15 liter) dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi (10,5 gram). Setelah itu dilanjutkan dengan proses aklimatisasi selama 7 hari dengan komposisi 75% lindi (31,5 liter), 25% air tanpa klor (10,5 liter), dan glukosa sebanyak 0,05% dari jumlah lindi (15,75 gram). Penambahan lindi yang digunakan merupakan sampel yang sama saat proses seeding. Saat aklimatisasi diuji besar COD pada 3 hari terakhir yaitu hari ke 5,6, dan 7 untuk melihat penurunan COD yang konstan (*ready state*). Aklimatisasi dapat dikatakan selesai apabila efisiensi COD konstan atau fluktuasi tidak >10% (*ready state*) yang berarti mikroorganisme telah beradaptasi dan bisa menguraikan kandungan organik (Rahayu, 2018). Kemudian proses running sebanyak 42 liter lindi tanpa penambahan apapun selama 6 hari dan dilakukan pengujian parameter BOD, COD, dan amonia pada hari ke 0,3,6 untuk mengetahui persentase penurunan pengolahan. Metode yang digunakan untuk analisis parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

2.4. Analisis Data

Tabel 1. Metode Analisis Parameter

Parameter	Metode	Sumber
BOD	Botol Winkler	SNI 6989.72:2009
COD	Refluks tertutup secara titrimetri	SNI 6989.73:2019
Amonia	Spektrofotometer secara fenat	SNI 06-6989.30-2005

Selain itu juga dilakukan analisis data secara statistik menggunakan analisis sidik ragam atau

Analysis of Variance (ANOVA) one way (Novita *et al.*, 2021) pada data pengujian parameter BOD, COD, dan amonia pada keempat reaktor dengan 3 kali pengulangan pengujian pada hari ke 3 dan 6 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat dan susunan biofilter terbaik melalui hasil nilai signifikan (Agustina *et al.*, 2017) yang kemudian dapat dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf 5% (Suga *et al.*, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dilakukan dua kali yaitu sebelum tahap seeding-aklimatisasi dan sebelum tahap running. Analisis karakteristik sampel dilakukan sebelum tahap running untuk membandingkan persentase penyisihan parameter sebelum dan sesudah percobaan penelitian (Utami *et al.*, 2021). Hasil pengujian tersebut ada pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Lindi

Parameter (mg/L)	Hasil Pengujian	Baku Mutu
BOD	859,06	*150
COD	642	*300
Amonia	8,629	**5

Keterangan:

*PERMENLHK No 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Sampah.

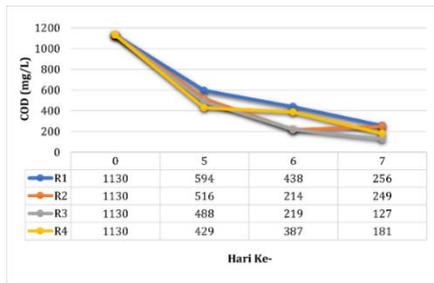
**PERMENLH No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan yang belum ditetapkan.

3.1. Seeding

Selama proses seeding dan aklimatisasi dilakukan penambahan glukosa sebagai nutrisi atau makanan yang bisa mendukung perkembangbiakan mikroorganisme (Rahayu, 2018). Saat seeding ditambahkan filtrat lumpur TPA Batulayang sebagai *starter* atau sumber bakteri agar memudahkan mikroorganisme beradaptasi (Indriyati, 2003). Selama proses seeding, dilakukan pengamatan pertumbuhan pada media selama 14 hari dan didapati seluruh media pada keempat reaktor telah ditumbuhi biofilm yang ditandai dengan terbentuknya lendir berwarna gelap dan tidak mudah lepas. Hal ini dapat dikatakan bahwa mikroorganisme sudah berkembang dengan baik (Amalia *et al.*, 2024) karena mencapai fase stasioner (Fitri *et al.*, 2021). Setelah diamati, lendir atau biofilm pada media sumbu kompor lebih tebal dibandingkan dengan spons. Hal ini dapat terjadi karena sumbu kompor berasal dari serat katun alami yang ideal untuk pertumbuhan biofilm (Eskani *et al.*, 2021), memiliki permukaan besar dan bersifat higroskopis (Khasanah *et al.*, 2015) dan lembut (Kurniawati *et al.*, 2016).

3.2. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilanjutkan setelah seeding selama 7 hari dengan penambahan komposisi lindi untuk mengadaptasikan (Dayanti *et al.*, 2018) serta mencegah terjadinya *shock loading* pada mikroorganisme (Ananda *et al.*, 2017). Pengujian COD dilakukan selama 3 hari terakhir yaitu hari ke 5,6, dan 7 yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 6. Hasil Pengujian COD saat Aklimatisasi

Kadar COD awal aklimatisasi sebesar 1130 mg/L. Dari gambar diatas didapati pada reaktor 1 belum konstan, 2, 3 kadar COD telah konstan dan tidak lebih dari 10% pada hari 6 dan 7. Sedangkan pada reaktor 4 kadar COD telah konstan dan tidak lebih dari 10% pada hari 5 dan 6. Maka dapat diketahui bahwa pada hari ke- 7 reaktor telah siap meskipun pada reaktor 2 kadar COD mengalami ketidakstabilan yaitu kenaikan kembali. Namun kesiapan suatu reaktor tidak semata hanya diukur melalui nilai COD, karena penelitian menggunakan sampel asli yang nilai COD-nya selalu bervariasi dan tidak dapat dijadikan sebagai acuan (Zahra *et al.*, 2015).

3.3. Running

Proses running dilanjutkan untuk mengetahui penurunan persentase dari pengolahan ini menggunakan 100% lindi tanpa penambahan untuk mengetahui penurunan BOD, COD, dan amonia. Berdasarkan hasil pengujian, parameter BOD pada penelitian ini mengalami penurunan yang dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 3, penurunan BOD terbesar pada hari terakhir terdapat pada reaktor 1 sebesar 84,4%, yang diikuti dengan reaktor 2 sebesar 81,2%, reaktor 3 sebesar 81,2% dan reaktor 4 sebesar 75%. Berdasarkan uji ANOVA pada Tabel 4, pengaruh media dan susunan mendapatkan nilai signifikan <0,05 yaitu 0.00001613 yang membuktikan bahwa variabel memberikan bukti nyata terhadap penurunan BOD pada pengujian yang dilakukan, sehingga dilakukan uji lanjutan DMRT pada Tabel 5 yang menunjukkan bahwa signifikan berada pada kolom yang sama >0,05 yaitu 0,490 yang membuktikan bahwa jenis media dan susunan tidak memberikan pengaruh dan manfaat terhadap penurunan BOD. Namun dapat disimpulkan keempat reaktor dapat menurunkan parameter namun efisiensinya tidak jauh berbeda. Hal yang dapat memengaruhi perbedaan efisiensi pada reaktor 1 karena memiliki media lebih banyak karena susunannya dibandingkan dengan reaktor lain. Sehingga permukaannya lebih luas. Sebagaimana permukaan media yang semakin besar, maka semakin besar peluang terbentuknya biofilm (Hadiwidodo, 2018) meskipun hasil signifikan tidak jauh berbeda. Turunnya BOD pada lindi dapat disebabkan oleh biofilm yang berhasil tumbuh di media dan mendegradasi zat organik pada lindi menggunakan oksigen dari injeksi aerator yang diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan stabil seperti CO₂ dan H₂O. Selain itu waktu kontak antara media dan lindi juga memengaruhi, semakin lama waktu tinggal maka lebih lama juga proses degradasi BOD.

Tabel 3. Penurunan Parameter BOD

Hari ke -	Konsentrasi awal (mg/L)	Reaktor	Rata Rata (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Penurunan (%)
3	859,06	1	644,30 ± 161,07	150	25,00
		2	751,68 ± 185,98		12,50
		3	590,58 ± 185,95		31,25
		4	644,30 ± 161,07		25,00
6		1	134,23 ± 46,49		84,38
		2	161,07 ± 0		81,25
		3	161,07 ± 0		81,25
		4	214,76 ± 92,99		75,00

Tabel 4. Hasil Uji Anova Parameter BOD

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Keterangan
BOD	Between Groups	1491553.151	7	213079.022	12.927	0.00001613	< 0.001
	Within Groups	263741.658	16	16483.854			
	Total	1755294.809	23				

Tabel 5. Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan BOD

Penurunan BOD			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpHa = 0.05	
		1	2
hari 6 reaktor 1	3	134.2267	
hari 6 reaktor 2	3	161.0700	
hari 6 reaktor 3	3	161.0700	
hari 6 reaktor 4	3	214.7633	
hari 3 reaktor 3	3		590.5800
hari 3 reaktor 1	3		644.2967
hari 3 reaktor 4	3		644.2967
hari 3 reaktor 2	3		751.6800
Sig.		0.490	0.176

Berdasarkan Tabel 6, penurunan COD terbesar pada hari terakhir terdapat pada reaktor 4 sebesar 61,2%, yang diikuti dengan reaktor 3 sebesar 51,8%, reaktor 2 48,8%, reaktor 1 sebesar 36,1%. Berdasarkan uji ANOVA pada Tabel 7, pengaruh media dan susunan mendapatkan nilai signifikan <0,05 yaitu 0.00002786 yang membuktikan bahwa variabel memberikan bukti nyata terhadap penurunan COD pada pengujian yang dilakukan, sehingga dilakukan uji lanjutan DMRT pada Tabel 8 yang menunjukkan bahwa media busa pada reaktor 3 dan 4 mendapatkan nilai signifikan 0,067 yang sama sedangkan media sumbu kompor pada reaktor 1 dan 2 yang mendapatkan nilai signifikan berbeda yaitu 0,289 dan 0,053. Dapat disimpulkan bahwa media busa lebih baik dari media sumbu kompor karena pori yang terdapat pada busa bisa menjadi tempat tinggal bagi biofilm namun susunannya tidak mempengaruhi

jumlah penurunan parameter. Meskipun demikian, nilai signifikan keempat reaktor terdapat pada angka >0,05 yang berarti tidak ada perbedaan secara nyata. Dalam penelitian ini, jumlah COD dapat mengalami penurunan akibat mikroorganisme dalam media yang mendegradasi zat organik pada lindi dalam keadaan aerobik akibat injeksi aerator yang menghasilkan senyawa yang lebih stabil seperti CO₂ dan H₂O, selain itu terbentuk juga biomassa dan energi yang akan dimanfaatkan untuk proses metabolisme pada mikroorganisme. Efektifitas seluruh reaktor dalam menurunkan COD pada penelitian ini tidak mencapai baku mutu. Hal ini bisa terjadi karena pada saat yang sama, mikroorganisme menggunakan oksigen dalam lindi untuk menguraikan BOD (Zahra *et al.*, 2015), sehingga untuk mendegradasi COD membutuhkan waktu lebih lama.

Tabel 6. Penurunan Parameter COD

Hari ke -	Konsentrasi awal (mg/L)	Reaktor	Rata Rata (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Penurunan (%)
3	642	1	461,00 ± 39,05	300	28,19
		2	459,00 ± 40,14		28,50
		3	332,67 ± 31,26		48,18
		4	346,00 ± 26,05		46,10
6	642	1	410,33 ± 31,34	300	36,08
		2	329,00 ± 37,51		48,75
		3	309,33 ± 38,43		51,81
		4	249,00 ± 51,85		61,60

Tabel 7. Hasil Uji Anova Parameter COD

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Keterangan	
COD	Between Groups	117882.958	7	16840.423	11.871	0.00002786	COD
	Within Groups	22698.000	16	1418.625			

Tabel 8. Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan COD

Penurunan COD					
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
hari 6 reaktor 4	3	249.0000			
hari 6 reaktor 3	3	309.3333	309.3333		
hari 6 reaktor 2	3		329.0000		
hari 3 reaktor 3	3		332.6667		
hari 3 reaktor 4	3		346.0000	346.0000	
hari 6 reaktor 1	3			410.3333	410.3333
hari 3 reaktor 2	3				459.0000
hari 3 reaktor 1	3				461.0000
Sig.		0.067	0.289	0.053	0.137

Tabel 9. Penurunan Parameter Amonia

Hari ke -	Konsentrasi awal (mg/L)	Reaktor	Rata Rata (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)	Efisiensi Penurunan (%)
3	8,629	1	2,67 ± 0,28	5	69,03
		2	2,45 ± 0,06		71,59
		3	3,47 ± 1,34		59,74
		4	5,41 ± 0,97		37,27
6	8,629	1	0,45 ± 0,02	5	94,78
		2	0,31 ± 0,03		96,35
		3	0,43 ± 0,05		95,07
		4	0,14 ± 0,005		98,34

Tabel 10. Hasil Uji Anova Parameter Amonia

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Keterangan
Amonia	Between Groups	76.779	7	10.968	30.866	0.00000004	< 0.001
	Within Groups	5.686	16	0.355			
Amonia	Between Groups	76.779	7	10.968	30.866	0.00000004	< 0.001

Tabel 11. Hasil Uji Lanjutan DMRT Penurunan Amonia

		Penurunan Amonia		
		Duncan ^a		
Perlakuan	N	Subset for alpHa = 0.05		
		1	2	3
hari 6 reaktor 4	3	0.14267		
hari 6 reaktor 2	3	0.31433		
hari 6 reaktor 3	3	0.42500		
hari 6 reaktor 1	3	0.44967		
hari 3 reaktor 2	3		2.45067	
hari 3 reaktor 1	3		2.67233	
hari 3 reaktor 3	3		3.47333	
hari 3 reaktor 4	3			5.41267
Sig.		0.570	0.063	1.000

Berdasarkan Tabel 9, penurunan amonia terbesar pada hari terakhir terdapat pada reaktor 4 sebesar 98,34% diikuti reaktor 2 sebesar 96,35%, reaktor 3 sebesar 95,07%, reaktor 1 sebesar 94,78%. Berdasarkan uji ANOVA pada Tabel 10, pengaruh media dan susunan mendapatkan nilai signifikan <0,05 yaitu 0.00000004 yang membuktikan bahwa variabel memberikan bukti nyata terhadap penurunan amonia sehingga dilakukan uji lanjutan DMRT pada Tabel 11, yang menunjukkan bahwa signifikan berada pada kolom yang sama yaitu >0,05 yaitu 0,570 yang membuktikan bahwa jenis media dan susunan tidak memberikan pengaruh terhadap penurunan amonia. Namun dapat disimpulkan bahwa keempat reaktor dapat menurunkan amonia dengan sangat baik namun efisiensinya tidak jauh berbeda. Penurunan ini terjadi karena adanya proses oksidasi amonia yang dilakukan oleh bakteri nitrifikasi menggunakan oksigen yang cukup tinggi menjadi nitrat (Ningtias *et al.*, 2018).

Perbedaan efisiensi pada keempat reaktor dalam menurunkan BOD, COD, dan amonia dapat disebabkan oleh tebalnya biofilm yang tumbuh dan jumlah oksigen yang memengaruhi kondisi aerob. Berdasarkan uji secara statistik, penggunaan bahan dan jarak media antara spons dan sumbu kompor tidak memberikan perbedaan dampak yang signifikan, namun apabila diamati secara langsung, pertumbuhan biofilm lebih tebal terdapat pada sumbu kompor. Kunci dalam menurunkan ketiga parameter tersebut berada pada aerator karena ketiga parameter tersebut menggunakan oksigen dengan proses oksidasi secara berulang melalui biofilm yang terbentuk. Oksigen menjadi penunjang metabolisme pertumbuhan mikroorganisme pada biofilm yang berfungsi untuk memecah senyawa organik dan anorganik dari bentuk senyawa yang kompleks menjadi sederhana dalam proses katabolisme untuk menghasilkan ATP sebagai fungsi energi utama (Septiani *et al.*, 2025). Pompa yang terdapat pada reaktor memberikan arus yang memudahkan difusi oksigen kedalam lindi serta pengadukan yang merata untuk mencegah terjadinya perbedaan suhu

(Mudatsir, 2007), pH dan dapat mengencerkan bahan organik (Indriyati, 2003).

4. KESIMPULAN

Biofilter menggunakan spons dan sumbu kompor dapat digunakan menjadi media pertumbuhan biofilm untuk penyisihan BOD, COD, dan amonia pada lindi. Berdasarkan variasi media dan jarak yang digunakan efisiensi paling baik dalam menurunkan kadar BOD terdapat pada reaktor 1 dengan media sumbu kompor berjarak 4-2-4 cm, sedangkan COD dan amonia terdapat pada reaktor 4 dengan media spons. Namun berdasarkan uji statistik, perbedaan bahan dan kerapatan media spons dan sumbu kompor tidak berpengaruh secara signifikan. Meskipun demikian, keduanya bisa menjadi media untuk metode biofilm.

Persentase penurunan BOD, COD, dan amonia pada reaktor 1 masing masing berurutan sebesar 84,38 %, 36,08 %, 94,78 %. Reaktor 2 memiliki persentase penurunan masing masing berurutan sebesar 81,25 %, 48,75%, 96,35%. Reaktor 3 memiliki persentase penurunan masing masing berurutan sebesar 81,25%, 51,81%, 95,07%. Reaktor 4 memiliki persentase penurunan masing masing berurutan sebesar 75%, 61,6%, 98,34%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Suprihatin, I. E., & Sibarani, J. (2017). Pengaruh Biofilm Terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak Dan Lemak Dari Limbah Pengolahan Ikan Menggunakan Trickling Filter. *Cakra Kimia*, 4(2), 137-145.
- Amalia, N. T., & Prayitno, P. (2024). Proses Seeding Dan Aklimatisasi Aerob - Anaerob Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Gondorukem. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 48-55. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4920>
- Ananda, R. A., Hartati, E., & Salafudin. (2017). Seeding dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob Two Stage System menggunakan Reaktor Fixed Bed. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 6(1), 1-9.
- Arbain, NK, M., & IB, S. (2007). Pengaruh Air Lindi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Suwung Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal di Sekitarnya di

- Kelurahan Pedungan Kota Denpasar. *ECOTROPIC : Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 3(8), 55–60.
- Bastom, B. M. (2015). *Kajian Efek Aerasi Pada Kinerja Biofilter Aerob Dengan Media Bioball Untuk Pengolahan Air Limbah Budidaya Tambak Udang*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Dayanti, M. S., & Herlina, N. (2018). Studi Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Tercepat dengan Media Bioring. *Jurnal Dampak*, 15(1), 31. <https://doi.org/10.25077/dampak.15.1.31-36.2018>
- Eskani, I. N., Laela, E., Haerudin, A., Setiawan, J., Lestari, D. W., Isnaini, & Astuti, W. (2021). Aplikasi Nano Partikel ZnO Secara In Situ Untuk Fungsionalisasi Antibakteri Pada Kain Batik. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 38(2), 217–226. <https://doi.org/10.22322/dkb.V36i1.4149>
- Evarisa, H. (2020). *Uji Toksisitas Air Lindi Tpa (Tempat Pemrosesan Akhir) Palembang Terhadap Ikan Nilu (Oreochromis Niloticus Linnaeus.)* [Sriwijaya]. <https://repository.unsri.ac.id/36449/>
- Fahrianto, T., Naswir, M., & Jalius, J. (2024). Pengaruh Waktu Aerasi terhadap Peningkatan Efisiensi Penghilangan Amonia di Air Lindi pada Sistem Ammonia Stripper. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(3), 2372. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v24i3.5507>
- Fitri, W. E., Rahmatika, C., & Putra, A. (2021). Bioremediasi Logam Berat Pb(II) Dan Cu(II) Pada Air Lindi Menggunakan Chlorella Vulgaris. *Dalton : Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 4(1), 58–69. <https://doi.org/10.31602/dl.v4i1.4877>
- Hadiwidodo, M. (2018). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Dan Denitrifikasi. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1), 84–95. <https://doi.org/10.29122/jai.v8i1.2380>
- Indriyati. (2003). Proses Pembenuhan (Seeding) Dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe Fixed Bed. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 54–60.
- Kahar, A. (2018). Pengaruh Temperatur dan pH Terhadap COD , BOD DAN VFA Pada Pengolahan Lindi TPA Sampah Kota dalam Bioreaktor Anaerobik. *Pros. Semnas KPK*, 1.
- Khasanah, L., & Maharani, D. K. (2015). Synthetis and Characterization of Chitosan-ZnO/Alumina Composite as Antibacterial Agent ON Cotton Fabrics. *UNESA Journal of Chemistry*, 4(2).
- Kurniawati, E., & Rohaeti, E. (2016). Pengaruh senyawa hdtms terhadap gugus fungsi katun. *Jurnal Ilmiah*, 1(1), 1–7.
- Marsidi, R. (2011). Proses Nitrifikasi Dengan Sistem Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3), 195–205.
- Mudatsir. (2007). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Mikroba Dalam Air. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 7(1), 23–29.
- Muhardi, Muliadi, & Zulfan. (2020). Model 3D Sebaran Lindi pada Lapisan Tanah di Area TPA Batulayang Pontianak Kalimantan Barat Berdasarkan Nilai Resistivitas. *Jurnal Fisika Flux*, 17.
- Nathaniel, M., & Arbaningrum, R. (2021). Analisis Desain Hidrolik IPAL Sistem Biocord dalam Mengatasi Pencemaran Air Pada Danau Duta Harapan. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 4(2), 72–82. <https://doi.org/10.14710/potensi.2021.11703>
- Ningtias, B. C., Moersidik, S. S., Priadi, C. R., & Said, N. I. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Anoksik-Aerobik Moving Bed Biofilm Reactor (Studi Kasus: Penyisihan Amonia Dan Karbon Dalam Air Limbah Domestik). *Jurnal Air Indonesia*, 8(2). <https://doi.org/10.29122/jai.v8i2.2377>
- Novita, E., Salim, M., & Pradana, H. (2021). Penanganan Air Limbah Industri Kopi Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Alami Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(1), 13–24. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2021.022.01.2>
- Octaerlian, A. R. (2020). *Unjuk Kerja Ecological Floating Bed (EFB) Dengan Media Penyangga Polyurethane Sponge Untuk Penyisihan Nitrit (NO2-) Dan Nitrat (NO3-) Pada Air Limbah ...* (Issue 2) [Universitas Islam Indonesia Yogyakarta]. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/29879>
- Rahayu, R. (2018). Penyisihan Konsentrasi COD dalam Proses Seeding dan Aklimitasi secara Anaerob Dengan Sistem Curah Menggunakan Fluidized Bed Reactor. *Semnastek*, 2, 1–6.
- Ramadhani, J., Asrifah, R. R. D., & Wahyuning W, I. (2019). Leachate Treatment Using the Constructed Wetland Method in a Waste Landfill Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus (In Bahasa). *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumian*, 1(2), 1–8. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kebumian/article/view/3280>
- Said. (2015). Leachate Treatment Using Anaerobic-Aerobic Biofilter and Denitrification Process. *Jurnal Air Indonesia*, 8(1), 1–20.
- Septiani, D., Meliala, A., Lestari, R., & Purnamasari, wa ode siti. (2025). *Mikrobiologi Kedokteran* (T. Lestari (ed.)). CV Gita Lentera.
- Setiyani, R., & Dina, K. M. (2015). Pemanfaatan Komposit Kitosan ZnO-SiO2 Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus Pada Kain Katun. *UNESA Journal of Chemistry*, 4(2), 88–93.
- Suga, K. K., Aini, N., & Setyawati, R. (2020). Pengaruh Konsentrasi Stpp Dan Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Pati Kimpul Termodifikasi Ikatan Silang. *Agrointek*, 14(2), 199–212. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v14i2.6262>
- Toyofuku, M., Inaba, T., Kiyokawa, T., Obana, N., Yawata, Y., & Nomura, N. (2016). Environmental Factors that Shape Biofilm Formation. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 80(1), 7–12. <https://doi.org/10.1080/09168451.2015.1058701>
- Utami, F. R., Jalius, & Kalsum, U. (2021). Perbandingan Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Berbagai Tanaman Fitoremediasi (Eceng Gondok, Kangkung Air Dan Kiambang). *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 4(1), 31–37. <https://online-journal.unja.ac.id/JPB/article/view/11973/11503>
- Widianti, S., Destiarti, L., & Wahyuni, N. (2022). Adsorpsi Senyawa Organik Pada Lindi TPA Batu Layang Menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 10(1), 21–32.
- Zahra, S. A., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2015). Penurunan Konsentrasi BOD Dan COD Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan Dan Bioball. *Universitas Diponegoro*.