

# Efektivitas Jenis Media Pada Penurunan Kandungan Polutan Air Limbah Laundry Menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor*

Dinda Putri Sriweni, Novirina Hendrasarie\*

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

\*Koresponden email: novirina@upnjatim.ac.id

Diterima: 26 Januari 2025

Disetujui: 3 Februari 2025

## Abstract

There is an increase in business activity in various fields, one of which is laundry services. This business can develop due to the increasing public demand for laundry services. The more laundry services are developed, the more waste is produced, which becomes an environmental problem. The development of this research idea is to use a variety of natural media (Bambo) and non-natural media (Kaldness K1 and Sponge) to determine the reduction of BOD<sub>5</sub>, COD, TSS and detergent. As a result, a waste water pollutant content test was carried out and the initial test results were BOD<sub>5</sub> 334 mg/l, COD 924 mg/l, TSS 142 mg/l and detergent 13.6 mg/l. The initial results show that the pollutant doesn't meet the quality standard according to the Governor's Regulation No. 72 of 2013, so it is necessary to carry out waste water treatment. The research results showed that Kaldness K1 media was the most effective in reducing the pollutant with BOD<sub>5</sub> 29 mg/l, COD 85 mg/l, TSS 48 mg/l and detergent 3.3 mg/l. Meanwhile, Bambo media has the lowest effective in reducing the pollutant BOD<sub>5</sub> 66 mg/l, COD 167 mg/l, TSS 59 mg/l and Detergent 4.7 mg/l. In conclusion, the MBBR method can reduce pollutants according to Governor Regulation No. 72 of 2013.

**Keywords:** *Moving Bed Biofilm Reactor, Kaldness K1, Sponge, Bamboo, Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS)*

## Abstrak

Terdapat peningkatan aktivitas usaha dari berbagai bidang salah satunya jasa cuci pakaian, usaha ini dapat berkembang karena meningkatnya permintaan masyarakat pada jasa cuci pakaian. Semakin banyak layanan jasa cuci pakaian maka semakin meningkat limbah yang dihasilkan dan menjadi permasalahan lingkungan. Pengembangan ide penelitian ini yaitu menggunakan variasi media alami (Bambu) dan media non-alami (Kaldness K1 dan Spons) dengan tujuan mengetahui penurunan kadar *Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Suspended Solid (TSS)* dan Detergen pada air limbah laundry menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor*. Tahap awal dilakukan uji kandungan polutan air limbah dan didapatkan hasil uji awal BOD<sub>5</sub> 334 mg/l, COD 924 mg/l, TSS 142 mg/l, dan Detergen 13,6 mg/l. Hasil uji awal menunjukkan kandungan polutan tidak memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013, maka perlunya dilakukan pengolahan air limbah. Hasil penelitian menunjukkan media Kaldness K1 memiliki efektivitas tertinggi dalam menurunkan kandungan polutan dengan nilai kadar BOD<sub>5</sub> 29 mg/l, COD 85 mg/l, TSS 48 mg/l dan Detergen 3,3 mg/l. Sedangkan media Bambu memiliki efektivitas terendah dalam menurunkan kandungan polutan BOD<sub>5</sub> 66 mg/l, COD 167 mg/l, TSS 59 mg/l, dan 4,7 mg/l. Kesimpulannya, metode MBBR dapat menurunkan kandungan polutan sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013.

**Kata Kunci:** *Moving Bed Biofilm Reactor, Kaldness K1, Spons, Bambu, Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS)*

## 1. Pendahuluan

Terdapat Peningkatan aktivitas usaha dari berbagai bidang salah satunya usaha *home* industri laundry diberbagai daerah di Indonesia. Faktor utama usaha ini dapat berkembang pesat karena peningkatan jumlah penduduk hal ini menyebabkan peningkatan permintaan masyarakat pada jasa cuci pakaian yang cepat. Jika semakin banyak jumlah layanan jasa cuci pakaian maka semakin meningkat air limbah yang dihasilkan dari layanan jasa cuci pakaian dan menjadi permasalahan lingkungan yang harus diperhatikan. Air limbah laundry berpotensi mencemari lingkungan jika langsung dibuang ke badan air oleh karena itu, perlunya pengolahan limbah dengan baik agar tidak merusak biota [1].

Salah satu metode yang efektif untuk mengolah air limbah laundry adalah metode *Moving Bed Biofilm Reactor*. Metode ini menggunakan bantuan media sebagai tempat melekatnya mikroorganisme dan nantinya mikroorganisme ini akan menguraikan senyawa organik yang ada didalam air limbah laundry. Berdasarkan penelitian Kusuma (2019) pengolahan limbah laundry menggunakan MBBR mampu menurunkan kandungan COD sebesar 93%, BOD<sub>5</sub> sebesar 91%, TSS sebesar 70%. Terdapat faktor yang mempengaruhi kondisi lingkungan dalam pembentukan biofilm yaitu dengan memperhatikan suplai oksigen, nutrisi, kestabilan pH dan suhu pada reaktor MBBR [2].

Berdasarkan latar belakang, terdapat pengembangan ide dari penelitian ini yaitu dengan menggunakan variasi media alami seperti Bambu dan media non-alami seperti Kaldness K1 dan Spons (biocube) dengan tujuan untuk mengetahui penurunan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Detergen (MBAS) pada air limbah laundry dengan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) [3].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk kategori penelitian eksperimen dalam skala laboratorium yang bertujuan mengetahui penurunan kandungan polutan pada air limbah laundry dengan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) menggunakan media *Kaldness K1*, Spons (*biocube*) dan Bambu. Pengambilan sampel air limbah laundry dilakukan sekitar pukul 08.00 sesuai jam operasional dan berada di Jalan Jojoran Baru III, Gubeng Kota Surabaya. Penelitian ini memiliki variasi variabel bebas yaitu jenis media (*Kaldness K1*, Spons dan Bambu), volume isian media (20%, 30% dan 40%), waktu sampling (8 jam, 10 jam dan 12 jam). Selain itu terdapat variabel kontrol yaitu DO, suhu dan pH.

Pada penelitian ini memiliki 4 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap seeding, tahap aklimatisasi dan tahap running. Berikut tahapan penelitian yang dilakukan :

- Tahap persiapan

Dalam tahap persiapan dilakukan pengecekan uji awal air limbah laundry. Berdasarkan hasil pengecekan didapatkan pipa hasil aktivitas laundry tidak bercampur dengan air limbah rumah tangga sehingga dapat dilakukan analisis parameter awal dan didapatkan hasil pengujian awal pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Hasil Uji Parameter Awal Air Limbah Laundry

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu (mg/l)
BOD <sub>5</sub>	(Mg/L)	334	100
COD	(Mg/L)	924	250
TSS	(Mg/L)	142	100
Detergen (MBAS)	(Mg/L)	13,6	10
pH	-	7,45	6 - 9

- Tahap *Seeding*

Pada tahap seeding selama pembentukan biofilm ditambahkan oksigen secara kedalam reaktor untuk mikroorganisme dapat tumbuh dan melekat dengan baik pada media selama kurang lebih 2 minggu atau 14 hari (Nurdiana, 2021). Air limbah akan diganti setiap hari dengan perbandingan 50% (air limbah lama) : 50% (air limbah baru). Jika mikroorganisme telah tumbuh dengan baik dan melekat pada media, dapat dilanjutkan pada proses aklimatisasi.

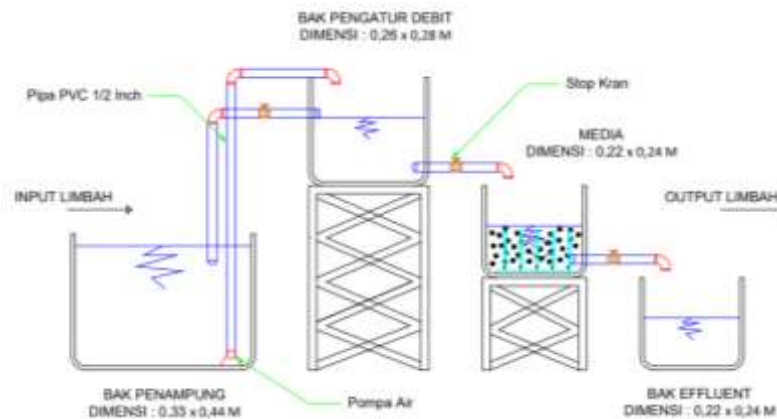
- Tahap Aklimatisasi

Pada tahap aklimatisasi mikroorganisme diharapkan dapat beradaptasi pada air limbah baru dengan kandungan polutan baru, selain itu bertujuan menghindari mikroorganisme yang mati setelah proses seeding. Tahap aklimatisasi yaitu mengalirkan air limbah laundry baru pada bak penampung awal kemudian dipompa menuju bak pengatur debit dan dialirkan pada reaktor MBBR yang telah diisi oleh media *Kaldness K1*, Spons (*biocube*) dan Bambu hasil proses seeding dan diberikan oksigen terus-menerus selama 7 hari. Setelah 7 hari akan dilakukan pengecekan laboratorium untuk mengetahui apakah mikroorganisme dapat bekerja secara optimal dalam menurunkan senyawa organik pada air limbah laundry dan dapat dilanjutkan tahap akhir yaitu tahap running.

- Tahap *Running*

Bak penampung awal dan bak pengatur debit memiliki bentuk tabung yang berbahan plastik dengan volume yang berbeda. Bak penampung awal memiliki volume sebesar 50 liter, diameter

44 cm dan tinggi 33 cm sedangkan bak pengatur debit memiliki volume 16 liter, diameter 28 cm dan tinggi 26 cm. Reaktor MBBR memiliki bentuk tabung yang berbahan plastik polypropylene dengan volume 10 liter, diameter 24 cm dan tinggi 22 cm. Reaktor akan diisi dengan media Kaldness K1, Spons (biocube) dan Bambu. Variasi volume isian media yaitu 20%, 30% dan 40% dari volume reaktor. Kemudian air limbah dimasukkan pada bak penampung awal kemudian dipompa menuju bak pengatur debit dan dialirkan pada reaktor MBBR yang telah diisi oleh media Kaldness K1, Spons (biocube) dan Bambu hasil dari aklimatisasi. Selanjutnya menentukan waktu sampling yaitu 8 jam, 10 jam dan 12 jam. Titik sampling diambil pada bak penampung akhir dan selanjutnya dapat dilakukan analisis penurunan kandungan polutan air limbah laundry. Rangkaian reaktor dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian *Moving Bed Biofilm Reactor*

- Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis untuk mengetahui efektivitas jenis media, volume isian media dan waktu sampling terhadap penurunan kandungan polutan air limbah laundry menggunakan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Selain itu, dilakukan analisis jenis mikroorganisme apa yang terkandung didalam air limbah laundry.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### *Seeding dan Aklimatisasi*

Proses *seeding* biasanya membutuhkan waktu sekitar 2-4 minggu dan dilakukan secara kontinu dengan kadar air limbah lama 50% dan air limbah baru 50%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proses *seeding* minggu ke-3 menunjukkan nilai MLSS dan MLVSS lebih dari 2000 mg/L yang artinya mikroorganisme tumbuh dan melekat dengan maksimal serta dalam keadaan steady state sehingga mampu menerima beban polutan baru. Berikut gambar saat proses *seeding*. Proses aklimatisasi ini berlangsung selama 7 hari dan dilakukan 4 tahapan:

- Tahap pertama dengan kadar 75% air limbah lama dan 25% air limbah baru
- Tahap kedua dengan kadar 50% air limbah lama dan 50% air limbah baru
- Tahap ketiga dengan kadar 25% air limbah lama dan 75% air limbah baru
- Tahap keempat dengan kadar 100% limbah baru

Tujuan dilakukan 4 tahapan ini agar mikroorganisme yang telah tumbuh dan melekat pada media dapat melakukan adaptasi pada limbah baru dan polutan baru. Selain itu tahapan ini juga mampu menurunkan resiko adanya mikroorganisme yang mati akibat tidak dapat beradaptasi pada air limbah baru dan menerima polutan baru. Aklimatisasi dapat berakhir ketika penurunan COD telah mencapai 50%, peningkatan ini menunjukkan mikroorganisme mampu beradaptasi dengan air limbah baru dan dapat dilanjutkan proses *running*. Berikut Tabel 2 hasil analisis dan persentase Penurunan COD pada proses aklimatisasi.

Tabel 2. Hasil Analisis COD Proses Aklimatisasi

Jenis Media	Volume Isian Media	Nilai Kadar COD (mg/L)			
		25%	50%	75%	100%
Kaldness K1	20%	530	421	336	251
	30%	508	394	299	228
	40%	495	369	275	190

Jenis Media	Volume Isian Media	Nilai Kadar COD (mg/L)			
		25%	50%	75%	100%
Spons (biocube)	20%	534	449	368	260
	30%	521	420	334	235
	40%	504	396	304	217
Bambu	20%	635	527	429	360
	30%	594	493	371	331
	40%	568	447	345	281

**Tabel 3.** Persentase Penurunan COD Proses Aklimatisasi

Jenis Media	Volume Isian Media	Persentase Penurunan COD (mg/L)			
		25%	50%	75%	100%
Kaldness K1	20%	42,31%	54,73%	63,17%	72,88%
	30%	45,28%	57,73%	67,64%	75,21%
	40%	48,70%	59,19%	70,01%	79,57%
Spons (biocube)	20%	40,42%	51,40%	60,03%	71,88%
	30%	43,21%	54,80%	63,76%	74,12%
	40%	45,75%	57,44%	66,93%	76,56%
Bambu	20%	31,22%	42,96%	55,78%	61,39%
	30%	35,67%	46,64%	59,84%	64,03%
	40%	38,52%	48,37%	62,66%	69,58%

### Proses Running

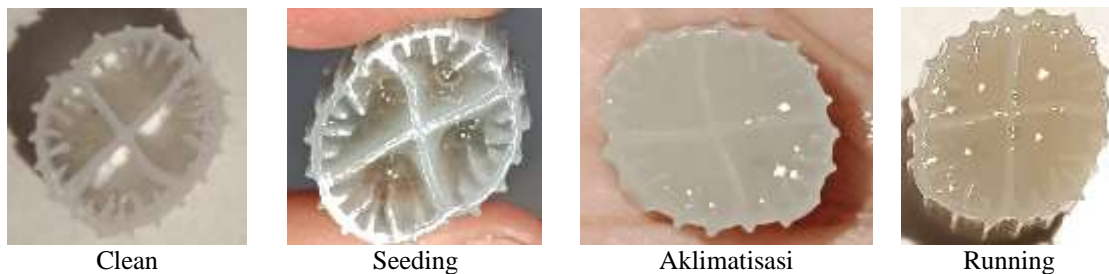
Langkah awal proses running adalah mengganti air limbah lama dengan kadar air limbah baru sebesar 100% dan terdapat variabel yang dapat mempengaruhi proses pengolahan air limbah laundry menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) meliputi jenis media dari hasil proses aklimatisasi (Kaldness K1, Spons dan Bambu), volume isian media (20%; 30% dan 40%) dan waktu sampling (8 jam, 10 jam dan 12 jam). Setelah proses *running* akan dilakukan sampling air limbah sesuai waktu sampling dan dilakukan analisis penurunan kandungan polutan seperti *Biochemical Oxygen Demand* (BOD<sub>5</sub>), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Detergen (MBAS) dan didapatkan hasil Penurunan parameter air limbah pada reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* sebagai berikut :

**Tabel 4.** Hasil Analisis Penurunan Parameter Pada *Moving Bed Biofilm Reactor*

Jenis Media	Volume Isian Media	Waktu Sampling	BOD <sub>5</sub>		COD		TSS		Detergen	
			Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan
Kaldness K1	20%	Influent	334	-	924	-	142	-	13,6	-
		8 jam	58	82.63	150	83.76	68	52.11	6	55.88
		10 jam	54	83.83	139	84.95	65	54.22	5.7	58.08
		12 jam	50	85.02	127	86.25	61	57.04	5.3	61.02
Kaldness K1	30%	8 jam	58	82.63	150	83.76	68	52.11	6	55.88
		10 jam	48	85.62	120	87.01	59	57.45	5.1	62.5
		12 jam	44	86.82	109	88.20	55	60.26	4.5	66.91
		8 jam	41	87.42	112	87.87	58	58.15	4.6	66.17
Kaldness K1	40%	10 jam	35	89.52	101	89.06	53	61.67	4	70.58
		12 jam	29	91.31	85	91.80	48	64.19	3.3	75.73
		Influent	334	-	924	-	302	-	13,6	-
		8 jam	66	80,23	180	80,51	70	50.70	6.4	52.94
Spons	20%	10 jam	63	81.13	167	81.92	67	52.81	6	55.88
		12 jam	59	82.33	153	83.44	64	54.92	5.4	60.29
		8 jam	60	82.03	160	82.68	66	53.52	5.6	58.82
	30%	12 jam	49	85.32	130	85.93	57	59.85	4.7	65.44
		8 jam	51	84.73	133	85.60	61	57.04	5	63.23
		10 jam	45	86.52	117	87.33	56	60.56	4.5	66.91
40%	12 jam	38	88.62	100	89.17	50	64.78	4.1	69.85	

Jenis Media	Volume Isian Media	Waktu Sampling	BOD <sub>5</sub>		COD		TSS		Detergen	
			Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan	Nilai Mg/L	% Penurunan
Bambu	Influent		334	-	924	-	302	-	13,6	
	20%	8 jam	89	73,35	240	74,02	80	43.66	6,6	51.47
		10 jam	86	74.25	229	75.21	77	45.77	6.3	53.67
		12 jam	82	75.44	216	76.62	74	47.88	6	55.88
	30%	8 jam	84	74.85	220	76.19	76	46.47	6.2	54.41
		10 jam	80	76.04	208	77.48	72	49.29	5.8	57.35
		12 jam	76	77.24	194	79	67	52.81	5.3	61.02
	40%	8 jam	77	76.94	200	78.35	68	52.11	5.7	58.08
		10 jam	72	78.44	184	80.08	64	54.92	5.2	61.76
		12 jam	66	80.13	167	81.92	59	58.45	4.7	65.44

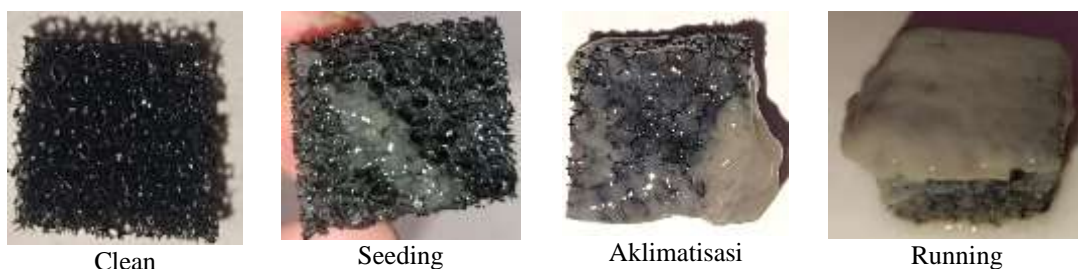
Selain hasil Penurunan parameter air limbah laundry pada reaktor MBBR, terdapat perubahan mikroorganisme yang melekat pada media yang digunakan seperti perubahan bentuk, ketebalan dan warna. Dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 3.** Media Kaldness K1 Sebelum dan Sesudah Mikroorganisme Melekat

Media Kaldness K1 memiliki diameter 1,5 cm dan tebal media 0,8 gram. **Gambar 3** diatas menunjukkan adanya perubahan mikroorganisme yang melekat dimulai pada :

- Gambar pertama menunjukkan media dalam keadaan bersih dan tidak ada mikroorganisme yang melekat pada media tersebut.
- Gambar kedua menunjukkan saat dilakukan proses seeding terdapat mikroorganisme yang mulai tumbuh dan melekat pada media dengan ketebalan rata-rata 0,5 cm dan berwarna putih
- Gambar ketiga menunjukkan saat dilakukan proses aklimatisasi terdapat mikroorganisme yang tumbuh dan melekat sempurna sehingga dapat mengisi seluruh ruang media Kaldness K1 dengan ketebalan rata-rata 1 cm dan mulai berubah warna dari putih menjadi abu-abu
- Gambar keempat menunjukkan saat proses running atau proses terakhir pada reaktor MBBR terdapat mikroorganisme yang melekat di seluruh ruang media dengan ketebalan rata-rata 1 cm dan terdapat perubahan warna dari abu-abu menjadi kecoklatan

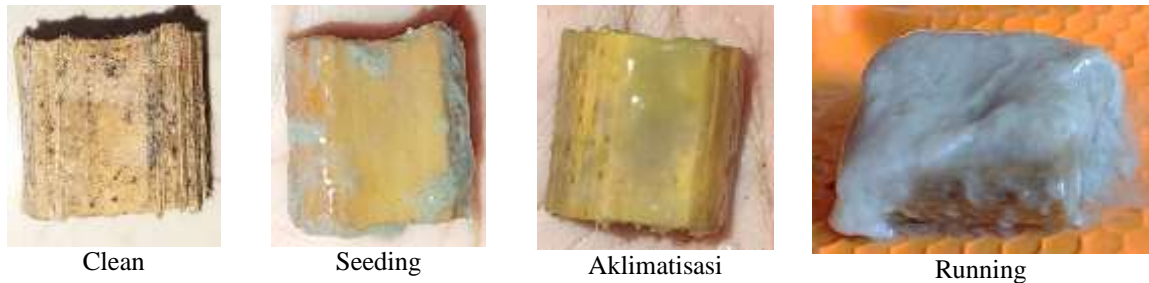


**Gambar 4.** Media Spons Sebelum dan Sesudah Mikroorganisme Melekat

Media spons memiliki diameter 1,5 cm dan tebal media 1,5 cm. **Gambar 4** diatas menunjukkan adanya perubahan mikroorganisme yang melekat dimulai pada :

- Gambar pertama menunjukkan media dalam keadaan bersih dan tidak ada mikroorganisme yang melekat pada media tersebut.

- b. Gambar kedua menunjukkan saat dilakukan proses seeding terdapat mikroorganisme yang mulai tumbuh dan melekat pada media dengan ketebalan rata-rata 1 cm dan berwarna putih
- c. Gambar ketiga menunjukkan saat dilakukan proses aklimatisasi terdapat mikroorganisme yang tumbuh dan melekat sempurna sehingga dapat mengisi seluruh ruang media Spons (*biocube*) dengan ketebalan rata-rata 1,5 cm dan mulai berubah warna dari putih menjadi abu-abu
- d. Gambar keempat menunjukkan saat proses running atau proses terakhir pada reaktor MBBR terdapat mikroorganisme yang melekat di seluruh ruang media dengan ketebalan rata-rata 2 cm dan terdapat perubahan warna dari abu-abu menjadi kecoklatan.

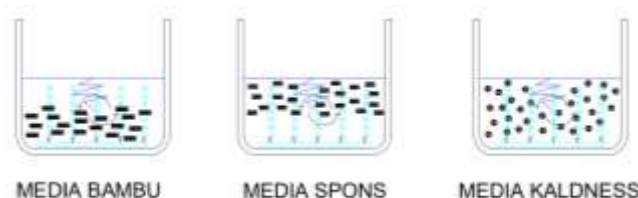


**Gambar 5.** Media Bambu Sebelum dan Sesudah Mikroorganisme Melekat

Media bambu memiliki diameter 2 cm dan tebal media 1 cm. **Gambar 5** diatas menunjukkan adanya perubahan mikroorganisme yang melekat dimulai pada :

- a. Gambar pertama menunjukkan media dalam keadaan bersih dan tidak ada mikroorganisme yang melekat pada media tersebut.
- b. Gambar kedua menunjukkan saat dilakukan proses seeding terdapat mikroorganisme yang mulai tumbuh dan melekat pada media dengan ketebalan rata-rata 0,2 cm dan berwarna putih
- c. Gambar ketiga menunjukkan saat dilakukan proses aklimatisasi terdapat mikroorganisme yang tumbuh dan melekat sempurna sehingga dapat mengisi seluruh ruang media Bambu dengan ketebalan rata-rata 0,5 cm dan mulai berubah warna dari putih ke abu-abu
- d. Gambar keempat menunjukkan saat proses running atau proses terakhir pada reaktor MBBR terdapat mikroorganisme yang melekat di seluruh ruang media dengan ketebalan rata-rata 1 cm dan terdapat perubahan warna dari abu-abu menjadi kecoklatan.

#### *Pola Sebaran Media*



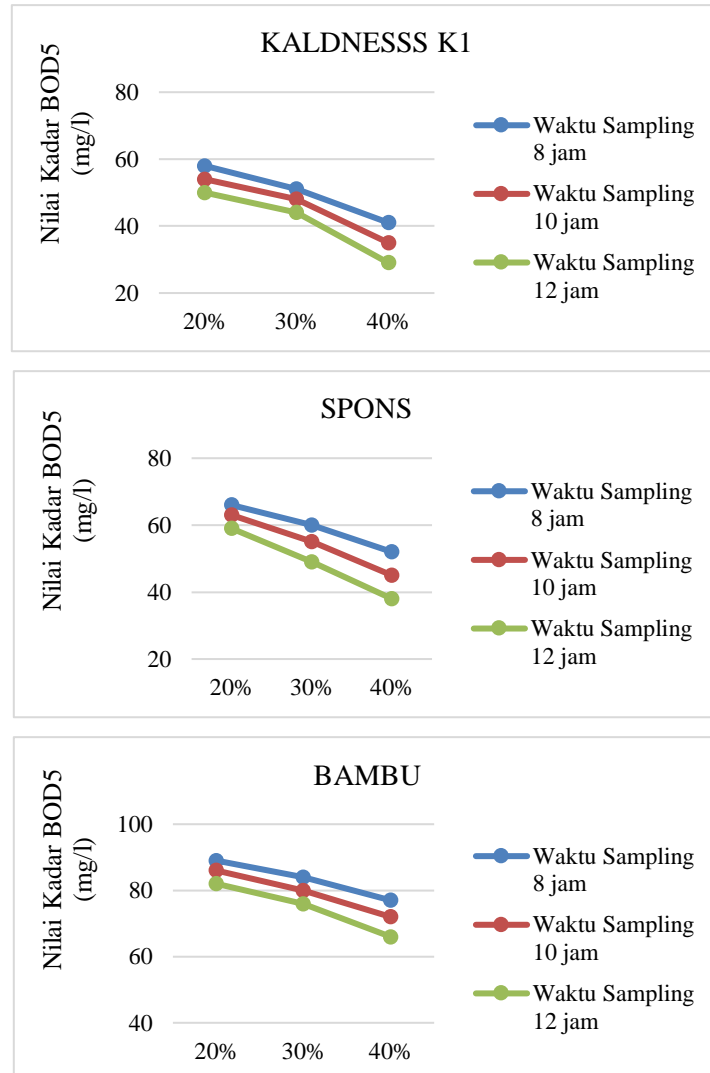
**Gambar 6.** Pola Sebaran Media

Pada **Gambar 6** menunjukkan adanya perbandingan pergerakan media Kaldness K1, Spons dan Bambu sebagai berikut :

- a. Media Kaldness K1 mampu bergerak keseluruhan ruang dan adanya kebutuhan udara yang seimbang maka mikroorganisme lebih banyak tumbuh dan melekat pada media. Sehingga media Kaldness K1 dapat menurunkan kandungan polutan lebih besar dibandingkan media lain.
- b. Media Spons mampu bergerak sampai setengah bak saja, hal ini disebabkan karena Spons menjadi lebih berat akibat adanya mikroorganisme yang melekat pada area luar Spons dan media ini dapat menyerap air lebih banyak sehingga Spons kurang bergerak leluasa hingga dasar bak dan kemampuan menurunkan kandungan polutan tidak sebesar Kaldness K1
- c. Media Bambu mampu bergerak dari tengah bak hingga dasar bak, hal ini disebabkan karena jika Bambu direndam pada air maka berat Bambu akan bertambah dari sebelumnya dan terdapat mikroorganisme yang tumbuh pada area Bambu yang menambah berat Bambu sehingga Bambu hanya dapat bergerak dari tengah bak hingga dasar bak. Meskipun Bambu tidak dapat bergerak keseluruhan ruang tetapi kebutuhan oksigen masih terpenuhi sehingga mikroorganisme dapat berkembang dan memiliki kemampuan menurunkan kandungan polutan dengan baik.

*Analisis Efektivitas Jenis Media, Volume Isian Media dan Waktu Sampling terhadap Penurunan Parameter BOD<sub>5</sub>*

Parameter BOD<sub>5</sub> memiliki kadar awal pada air limbah laundry sebesar 334 mg/l belum sesuai dengan Pergub Nomor 72 Tahun 2013 tentang "Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha". Oleh karena itu dilakukan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* agar kadar parameter BOD<sub>5</sub> dapat memenuhi baku mutu. **Gambar 7** adalah grafik penurunan parameter BOD<sub>5</sub> pada air limbah laundry.



**Gambar 7.** Grafik Penurunan Parameter BOD<sub>5</sub>

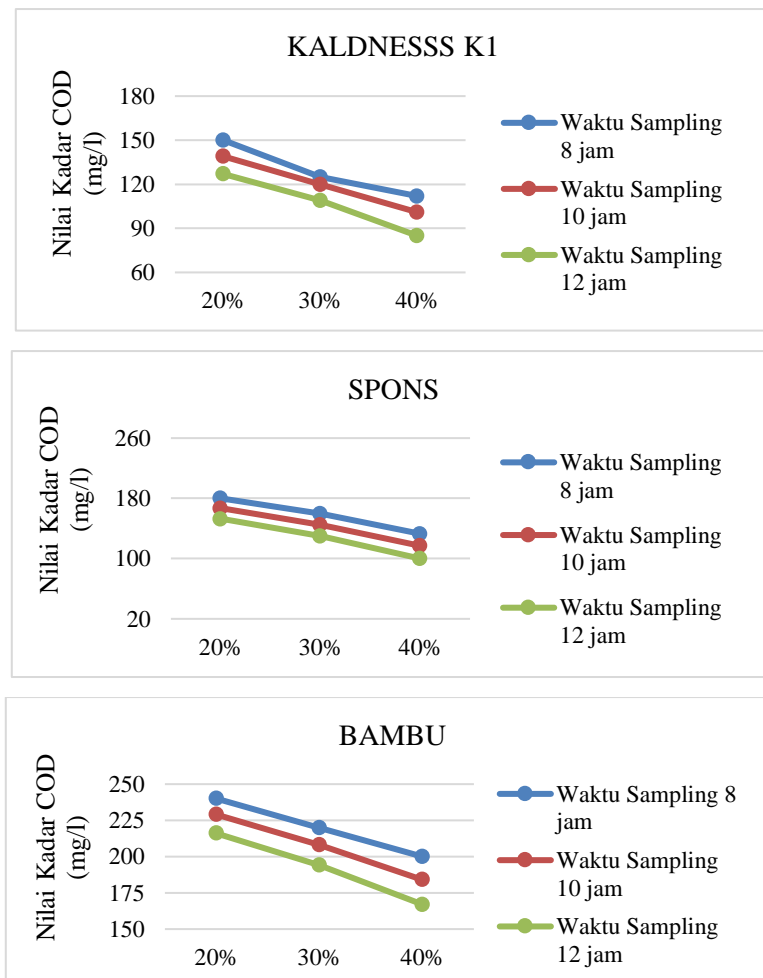
Berdasarkan grafik **Gambar 7** diatas menunjukkan bahwa penurunan parameter BOD<sub>5</sub> paling efektif terjadi pada jenis media Kaldness K1, volume isian 40% dan waktu sampling 12 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 29 mg/L dan persentase penurunan sebesar 91,31%. Sedangkan, untuk penurunan parameter BOD<sub>5</sub> terendah terjadi pada jenis media Bambu, volume isian 20% dan waktu sampling 8 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 89 mg/L dan persentase penurunan sebesar 73,35%. Berdasarkan hasil analisis semua jenis media telah memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 dengan nilai baku mutu air limbah laundry untuk parameter BOD<sub>5</sub> sebesar 100 mg/L.

Volume isian media juga mempengaruhi penurunan parameter BOD<sub>5</sub>, pada media Kaldness K1 dengan volume isian media 40% menjadi yang paling optimal dibandingkan media Bambu dengan volume isian media 20% menjadi yang terendah dalam penurunan parameter BOD<sub>5</sub>. Hal ini disebabkan karena semakin banyak volume media pada sebuah reaktor maka akan semakin besar luas permukaan media yang akan digunakan sebagai tempat tumbuh dan melekatnya mikroorganismenya. Sehingga kemampuan mikroorganismenya dalam menurunkan parameter BOD<sub>5</sub> semakin besar dan dapat memenuhi baku mutu air limbah.

Waktu sampling (8 jam, 8 jam dan 10 jam) berkaitan dengan waktu kontak antara air limbah laundry dengan mikroorganisme. Waktu kontak yang lebih lama akan meningkatkan kemampuan mikroorganisme dalam menurunkan parameter BOD<sub>5</sub> seperti media Kaldness K1 dengan waktu sampling 10 jam menjadi yang paling optimal dibandingkan media Bambu dengan waktu sampling 8 jam menjadi yang terendah dalam menurunkan parameter BOD<sub>5</sub>. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak yang cukup akan membuat mikroorganisme memiliki banyak waktu untuk memakan bahan organik dalam air limbah laundry dan penurunan parameter BOD<sub>5</sub> lebih meningkat (Maghfirah, 2022).

#### Analisis Efektivitas Jenis Media, Volume Isian Media dan Waktu Sampling terhadap Penurunan Parameter COD

Parameter COD memiliki kadar awal pada air limbah laundry sebesar 924 mg/l belum sesuai dengan Pergub Nomor 72 Tahun 2013 tentang "Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha". Oleh karena itu dilakukan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* agar kadar parameter COD dapat memenuhi baku mutu. **Gambar 8** adalah grafik penurunan parameter COD pada air limbah laundry.



**Gambar 8.** Grafik Penurunan Parameter COD

Berdasarkan grafik **Gambar 8** diatas menunjukkan bahwa penurunan parameter COD paling efektif terjadi pada jenis media Kaldness K1, volume isian 40% dan waktu sampling 12 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 85 mg/L dan persentase penurunan sebesar 91,80%. Sedangkan, untuk penurunan parameter COD terendah terjadi pada jenis media Bambu, volume isian 20% dan waktu sampling 8 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 240 mg/L dan persentase penurunan sebesar 74,02%. Berdasarkan hasil analisis semua jenis media telah memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 dengan nilai baku mutu air limbah laundry untuk parameter COD sebesar 250 mg/L.

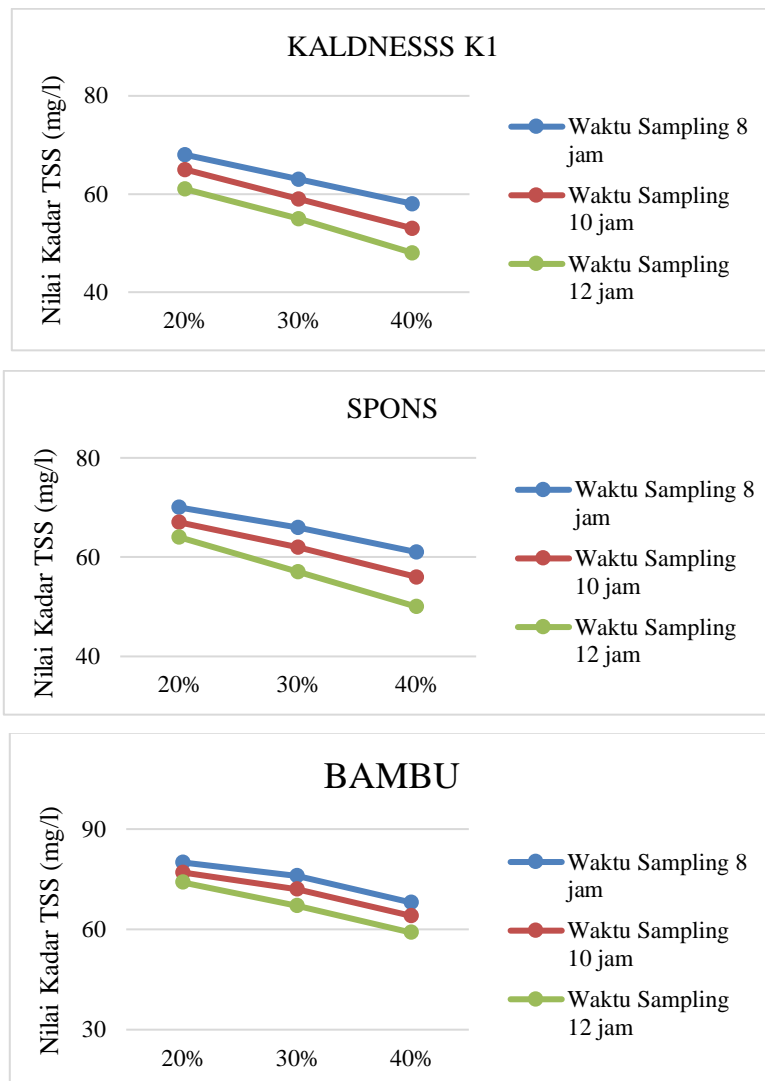
Terjadinya penurunan parameter COD disebabkan oleh banyaknya biofilm menempel pada media. Mikroorganisme yang hidup menempel pada media dalam reaktor *Moving Bed Biofilm Reactor* menguraikan zat organik dari air limbah yang akan diolah. Hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan



bahwa media Kaldness K1 lebih optimal dibandingkan media Spons dan Bambu dalam menurunkan parameter COD. Hal ini dikarenakan pada media Kaldness K1 lebih banyak mikroorganisme yang melekat sehingga kemampuan menurunkan parameter COD lebih besar dibandingkan media Spons dan Bambu, selain itu dari bentuk media juga mempengaruhi seperti adanya celah yang cukup untuk mikroorganisme melekat dan aman saat terjadi benturan antar media yang disebabkan oleh pergerakan media. Waktu sampling yang berkaitan dengan waktu kontak juga berpengaruh dimana semakin lama waktu sampling maka semakin lama waktu yang diberikan pada mikroorganisme untuk menurunkan parameter COD pada air limbah laundry.

*Analisis Efektivitas Jenis Media, Volume Isian Media dan Waktu Sampling terhadap Penurunan Parameter TSS*

Parameter TSS memiliki kadar awal pada air limbah laundry sebesar 142 mg/L belum sesuai dengan Pergub Nomor 72 Tahun 2013 tentang "Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha". Oleh karena itu dilakukan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* agar kadar parameter TSS dapat memenuhi baku mutu. **Gambar 9** adalah grafik penurunan parameter TSS pada air limbah laundry.



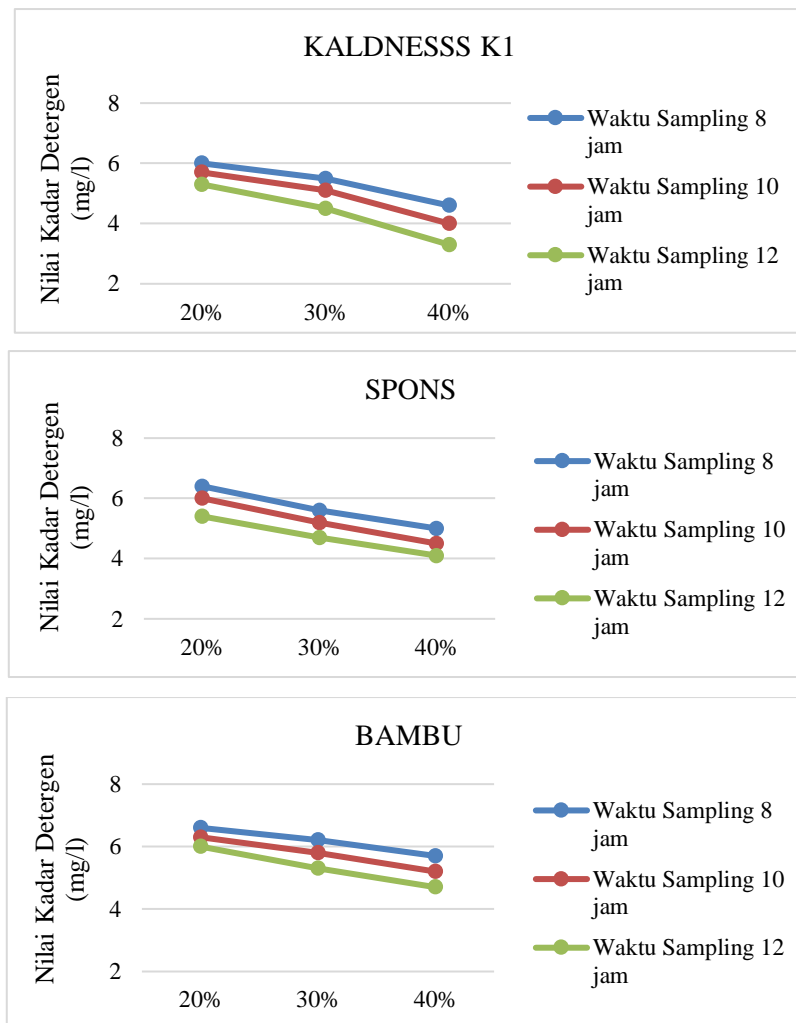
**Gambar 9.** Grafik Penurunan Parameter TSS

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa penurunan parameter TSS paling efektif terjadi pada jenis media Kaldness K1, volume isian 40% dan waktu sampling 12 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 48 mg/L dan persentase penurunan sebesar 64,19%. Sedangkan, untuk penurunan parameter TSS terendah terjadi pada jenis media Bambu, volume isian 20% dan waktu sampling 8 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 80 mg/L dan persentase penurunan sebesar 43,66%. Berdasarkan hasil analisis semua jenis media telah memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 dengan nilai baku mutu air

limbah laundry untuk parameter TSS sebesar 100 mg/L. Jenis media Kaldness K1 dan Spons memiliki rata-rata penurunan parameter TSS sebesar 60% ada beberapa hal yang mempengaruhi adalah lapisan biofilm yang tebal dapat menahan partikel solid dalam air limbah, media berpori memiliki saluran terbuka di dalamnya yang memungkinkan air limbah masuk dan melewatinya. Ketika air limbah memasuki pori-pori media, sejumlah padatan tersuspensi dapat tertahan, yang mengakibatkan penurunan kadar TSS (Ardhie & Hendrasarie, 2022).

*Analisis Efektivitas Jenis Media, Volume Isian Media dan Waktu Sampling terhadap Penurunan Parameter Detergen*

Parameter Detergen memiliki kadar awal pada air limbah laundry sebesar 13,2 mg/l belum sesuai dengan Pergub Nomor 72 Tahun 2013 tentang "Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha". Oleh karena itu dilakukan metode *Moving Bed Biofilm Reactor* agar kadar parameter Detergen dapat memenuhi baku mutu. **Gambar 10** adalah grafik penurunan parameter Detergen pada air limbah laundry.

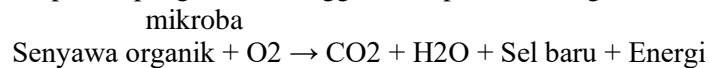


**Gambar 10.** Grafik Penurunan Parameter Detergen

Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa penurunan parameter Detergen paling efektif terjadi pada jenis media Kaldness K1, volume isian 40% dan waktu sampling 12 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 3,3 mg/L dan persentase penurunan sebesar 75,73%. Sedangkan, untuk penurunan parameter Detergen terendah terjadi pada jenis media Bambu, volume isian 20% dan waktu sampling 8 jam dengan nilai kadar akhir sebesar 6.6 mg/L dan persentase penurunan sebesar 51,47%. Berdasarkan hasil analisis semua jenis media telah memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur No 72 Tahun 2013 dengan nilai baku mutu air limbah laundry untuk parameter Detergen sebesar 10 mg/L.

Jenis media Kaldness K1 dan Spons memiliki rata-rata penurunan parameter Detergen sebesar 66% terjadinya penurunan parameter Detergen disebabkan oleh banyaknya biofilm menempel pada media.

Mikroorganisme yang hidup akan menguraikan zat organik dari air limbah yang akan diolah. Berikut ini merupakan reaksi yang terjadi pada proses penguraian menggunakan proses biologis :



Proses reduksi senyawa organik yang dilakukan oleh mikroorganisme akan menghasilkan CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, serta biomassa dan energi untuk metabolisme mikroorganisme. Oksidasi merupakan proses di mana zat organik yang diuraikan mikroorganisme menghasilkan energi untuk pertumbuhan mikroorganisme.

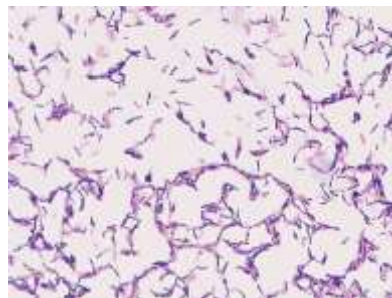
#### Identifikasi Jenis Bakteri Indigenous yang Terkandung Dalam Moving Bed Biofilm Reactor

Pentingnya dilakukan identifikasi mikroorganisme atau bakteri indigenous yang terkandung di dalam *Moving Bed Biofilm Reactor*. Mikroorganisme yang hidup di dalam reaktor memiliki peran menurunkan kandungan polutan yang ada di dalam air limbah laundry agar dapat memenuhi baku mutu air limbah. Pengujian mikrobiologis ini bertujuan mengetahui jenis mikroorganisme dan kuantitas mikroorganisme. Berdasarkan hasil pengujian pada air limbah laundry dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Mikroorganisme Pada Pengolahan Air Limbah Laundry

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan	Metode Analisis	Referensi Metode
<i>Lactobasillus sp</i>	Positif	-	Kultur Konvensional	a.
Total <i>Lactobasillus</i>	3.120	CFU/ml	Agar Tuang	SNI ISO 7932 ; 2012

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat dilihat bahwa pengujian mikrobiologi untuk mendeteksi keberadaan bakteri dalam air limbah menggunakan metode analisis kultur konvensional dan agar tuang. Terdapat bakteri indigenous dalam air limbah laundry yaitu *Lactobasillus sp* dengan *Total Lactobasillus* sebesar 3.120 CFU/ml. Berikut gambaran bakteri *Lactobasillus sp* pada **Gambar 11**.



**Gambar 11.** Bakteri *Lactobasillus sp*

*Lactobacillus spp* merupakan genus bakteri gram-positif yang biasanya dikenal karena kemampuannya untuk fermentasi gula untuk menghasilkan asam laktat sebagai produk utamanya. Kemampuan ini dapat digunakan untuk menguraikan bahan organik kompleks dalam limbah kecap. Sebagian besar spesies *Lactobacillus spp* adalah anaerob atau fakultatif anaerob, yang berarti dapat tumbuh baik dalam kondisi dengan sedikit oksigen atau sama sekali tanpa oksigen, yang memungkinkan *Lactobacillus sp* untuk bekerja aktif dalam pengolahan limbah kecap. Beberapa spesies *Lactobacillus spp* juga tahan terhadap lingkungan asam, yang sering ditemukan dalam limbah organik seperti limbah kecap. Beberapa strain *Lactobacillus spp* memiliki sifat anti mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen lain. Hal ini dapat bermanfaat dalam menjaga kualitas air limbah dengan mengendalikan populasi mikroorganisme yang berpotensi merugikan (Rosyidah, 2023).

#### 4. Kesimpulan

Jenis media, volume isian media dan waktu sampling berpengaruh terhadap penurunan kandungan polutan pada air limbah laundry. Hasil penelitian menunjukkan jenis media Kaldness K1 dengan volume isian media 40% dan waktu sampling 12 jam memiliki kemampuan menurunkan kandungan polutan paling efektif sebesar BOD<sub>5</sub> 29 Mg/L atau 91.31%; COD 85 Mg/L atau 91.80%; TSS 48 Mg/L atau 64.19%; dan Detergen 3.3 Mg/L atau 75.73%. Sedangkan jenis media yang menurunkan kandungan polutan terendah adalah media bambu dengan volume isian media 20% dan waktu sampling 8 jam sebesar BOD<sub>5</sub> 89 Mg/L

atau 73.35%; COD 240 Mg/L atau 74.02%; TSS 80 Mg/L atau 43.66%; dan Detergen 6.6 Mg/L atau 51.47%. Volume isian media 40% lebih besar menurunkan kandungan polutan dibandingkan volume isian media 20%. Hal ini disebabkan banyaknya mikroorganisme yang tumbuh dan melekat. Semakin banyak volume isian media maka semakin besar penurunan kandungan polutan pada air limbah laundry. Waktu sampling ini berkaitan dengan waktu kontak antara air limbah dengan mikroorganisme yang membuat semakin lama waktu sampling maka semakin besar penurunan kandungan polutan

Mikroorganisme yang berperan pada proses pengolahan biologis menggunakan *Moving Bed Biofilm Reactor* adalah *Lactobacillus sp* dan *Total Lactobacillus*

## 5. Referensi

- [1] Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan Dan Sulfat Dalam Limbah Laundry. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, Volume 53, Nomor 9, (Hlm 1689–1699).
- [2] Hendrasarie, N., Fadilah, K., & Ranno, M. R. (2022). Sequencing Batch Reactor to Treatment Tofu Wastewater Using Impeller Addition. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 158–164. <https://doi.org/10.12911/22998993/153491>
- [3] Hendrasarie, N., & Maria, S. H. (2021). Combining grease trap and Moringa Oleifera as adsorbent to treat wastewater restaurant. *South African Journal of Chemical Engineering*, 37(May), 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2021.05.004>
- [4] Hendrasarie, N., Nugraha, M., & Fadilah, K. (2021). Restaurant wastewater treatment with a two-chamber septic tank and a sequencing batch reactor. *E3S Web of Conferences*, 328, 01011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132801011>
- [5] Hendrasarie, N., & Trilta, M. N. (2019). Removal of nitrogen-phosphorus in food wastewater treatment by the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Rotating Biological Contactor (RBC). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 245(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/245/1/012017>
- [6] Hendrasarie, N., Pratama, Y. A., Sitogasa, P. S. A., Nisa, S. Z., & 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. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.574-580>
- [7] Hendrasarie, N., & Zarfandi, F. I. (2023). Integrated Anoxic-Oxic Sequencing Batch Reactor Combined with Coconut Fiber Waste as Biofilm and Adsorbent Media. *Journal of Ecological Engineering*, 24(11), 176–189. <https://doi.org/10.12911/22998993/170994>
- [8] Hendrasarie, N., Zarfandi, F., Rosariawari, F., & Putro, R. (2021). Addition of Fixed Bed Biofilm in Sequencing Batch Reactor to Remove CarbonNitrogen for Apartment Wastewater. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1125(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1125/1/012089>
- [9] Kim, B. K. (2011) Wastewater Treatment in Moving-Bed Biofilm Reactor operated by Flow Reversal Intermittent Aeration System. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, Volume Vol: 5, No: 12.
- [10] Lestari, P. B. (2016). Biodegradasi Limbah Cair Tahu Dari Mikroorganisme Indigen Sebagai Bahan Ajar Mikrobiologi Lingkungan Di Perguruan Tinggi. *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 2(1), 84. <https://doi.org/10.25273/jems.v2i1.197>
- [11] Martiningsih, S. T., & Rahmi, S. U. (2019). Efektifitas Bakteri Indigen Limbah Cair Batik Untuk Dekolorisasi Sisa Pencelupan Tekstil Dengan Zat Warna Remazol Blue. *Jurnal Teknologika*.
- [12] Mayanti, B dan Herto Dwi Arysyadi (2009). Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Comercial Seed Pengolah Limbah Cair Cat. Institut Teknologi Bandung.
- [13] Metcalf, & Eddy (2003). *Wastewater Engineering: Treatment*. New York: McGraw-Hill.
- [14] Metcalf & Eddy (1991) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse*. Newyork: McGraw Hill, Inc
- [15] Ningtyas, B. C., Setyo, S. M., Priyadi, C. R., & Said, N. I. (2015). Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Anoksik-Aerobik Moving Bed Biofilm Reactor (Studi Kasus: Penurunan Amonia Dan Karbon Dalam Air Limbah Domestik). *Jurnal Artikel Ilmiah*, 8(2), 177-188.
- [16] Nusa, I. S. & Ruliasih (2005). Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah. *JAI*, Volume Vol. 1 No. 3.
- [17] Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya.

- 
- [18] Rahayu, R. (2018). Penurunan Kadar COD dalam Proses Seeding dan Aklimatisasi Secara Anaerob Dengan Sistem Curah Menggunakan Fluidize Bed Reactor. Seminar Nasional Sains dan Teknologi..
- [19] Reynolds, T. D., & Richards, P. A. (1982). Unit operation and process in environmental engineering. In Wadsorth, CA .