

## **Seeding dan Aklimatisasi Karung Plastik *Reject* sebagai Alternatif Media Biofilter Aerobik**

**Lingga Manunggal Bhakti<sup>1</sup>, Mirna Apriani<sup>1\*</sup>, Ulvi Pri Astuti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS-PPNS, Sukolilo, Surabaya 60111.

\*E-mail: mirna.apriani@ppns.ac.id

### **Abstrak**

Pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan. Air limbah domestik menjadi salah satu penyumbang kerusakan yang serius di perkotaan besar. Dampak negatif lain adalah peningkatan timbulan sampah plastik. Bahan yang tidak dapat diurai oleh air laut dan juga sulit terdegradasi walaupun telah terpendam di dalam tanah tentunya menimbulkan permasalahan. Timbulan karung plastik *reject* menjadi penyumbang bertambahnya jumlah sampah plastik. Tujuan penelitian untuk melakukan *seeding* dan aklimatisasi menggunakan media modifikasi sejajar karung plastik *reject*. Proses dilakukan pada reaktor biofilter aerobik menggunakan air limbah domestik. Parameter yang diukur yaitu suhu, pH, dan COD. Proses *seeding* terjadi pada temperatur substrat dengan rentang 28 - 33,3 °C dan pH 5,92 - 8,91. Proses *seeding* dapat dilanjutkan aklimatisasi setelah diamati terbentuknya biofilm pada hari ke - 26, sehingga media mengalami penambahan volume. Proses aklimatisasi berakhir dengan adanya fluktuasi konsentrasi COD yang konstan di bawah 10 % pada percobaan ke 7, 8, dan 9.

**Keywords:** Aklimatisasi, Air Limbah Domestik, Karung Plastik *Reject*, Media Biofilter, *Seeding*,

### **1. PENDAHULUAN**

Pertambahan penduduk yang cepat menimbulkan dampak serius terhadap kelestarian lingkungan. Sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk tiap tahunnya, bertambah pula kebutuhan air bersih dan menyebabkan peningkatan jumlah air limbah yang dihasilkan. Tanpa disadari masyarakat berperan sebagai penyumbang pencemaran air, yaitu akibat dari air buangan hasil aktivitas rumah tangga/domestik seperti mandi, cuci dan kakus yang jumlahnya semakin besar seiring dengan perkembangan jumlah penduduk (Widayat, 2009). Di buangnya air limbah yang bersumber dari dapur, air bekas cuci pakaian, dan air mandi menyumbang beban pencemar sebesar 110 mg/l BOD; 250 mg/l COD; 150 mg/l TSS terhadap kualitas air (Genau Lab, 2022). Hal tersebut berdampak negatif dengan menurunnya kualitas badan air yang menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air tersebut (Sasongko dkk., 2014).

Timbulan plastik turut meningkat seiring cepatnya pertumbuhan penduduk. Di ketahui bahwa setiap tahunnya terjadi peningkatan sampah plastik seiring dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk (Wahyudi dkk., 2018). Timbulan karung plastik *reject* menjadi salah satu penyumbang bertambahnya jumlah sampah plastik. Hal tersebut memperburuk permasalahan sampah plastik sebagai kontributor pencemaran terbesar kedua setelah sampah organik (Kholidah dkk., 2018). Permasalahan utama dari sampah plastik adalah bahan yang tidak dapat diurai oleh air laut dan juga sulit terdegradasi walaupun telah terpendam di dalam tanah (Gunadi dkk., 2021).

Alternatif pengolahan limbah aktivitas manusia baik dalam kegiatan industri maupun domestik dapat dilakukan secara biologis menggunakan aktivitas mikroorganisme (Khusnul & Putu, 2015). Keunggulan dari pengolahan biologis adalah pengoperasian yang mudah, dan menghasilkan lumpur yang relatif sedikit (Said, 2005). Tahapan yang perlu dilakukan adalah penumbuhan dan pembiakan mikroorganisme pada media biakan dalam (*Seeding*) untuk kemudian dilanjutkannya pada tahap pengadaptasian (aklimatisasi).

Permasalahan tersebut menuntut adanya inovasi pemanfaatan karung plastik *reject* untuk mengolah air limbah domestik. Pemanfaatan karung plastik *reject* sebagai media biakan unit biofilter, diharapkan dapat mengurangi jumlah timbulan dan memberikan nilai ekonomi yang lebih terhadap karung plastik *reject*. Pemanfaatan tersebut diharapkan pula dapat meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya operasional unit biofilter.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Material

Penelitian membutuhkan material seperti air limbah, reaktor serta komponen-komponen penunjang, bibit mikroorganisme (*starter*), dan media seperti yang diuraikan sebagai berikut:

#### A. Air Limbah

Air limbah domestik jenis *grey water* (air bekas cuci dapur, air bekas cuci pakaian, dan air mandi). Volume air limbah yang akan dilakukan penelitian sebesar 6,0 liter.

#### B. Reaktor Dan Komponen-Komponen Penunjang

Reaktor menggunakan bak terbuka (tanpa penutup) terbuat dari plastik ukuran panjang 32,5 cm; lebar 26,5 cm; dan tinggi 12 cm. Penyangga media agar tersusun sejajar dengan baik, digunakan keranjang dengan ukuran yang menyesuaikan reaktor.

#### C. Kebutuhan Aerasi

Pemenuhan kebutuhan udara aktual tersebut dengan menggunakan dua buah aerator yang ada di pasaran yaitu Aerator *Recent Aquarium Air Pump AA-410* dengan spesifikasi 4 liter/menit dengan keluaran 2 lubang.

#### D. Starter dan Nutrisi

Starter yang digunakan adalah bakteri *effective microorganism* (EM<sub>4</sub>) dengan gula merah cair dan nutrisi yang digunakan adalah produk pupuk urea petro untuk kebutuhan nitrogen serta pupuk MKP PAK TANI untuk kebutuhan fosfat.

#### E. Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan adalah karung plastik *reject* modifikasi tersusun sejajar seperti pada **Gambar 1**. Sisi media memiliki luas Panjang 26,5 cm; dan lebar 4,0 cm; serta jarak antar sisi sebesar 0,5 cm.



**Gambar 1.** Karung Plastik Reject Modifikasi Tersusun Sejajar

### 2.2 Prosedur Percobaan

#### A. Seeding Bakteri

*Seeding* adalah proses menumbuhkan mikroorganisme pada media di dalam air limbah. Proses *seeding* dilakukan dengan penambahan *starter* bakteri *Effective Microorganism* (EM<sub>4</sub>) untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri pada media. Penambahan EM<sub>4</sub> mengacu pada penelitian yang dilakukan Permatasari (2018). Tahap awal mencampurkan 1,0 liter EM<sub>4</sub> dengan 10 L aquades dan menambahkan 5 sendok makan gula merah cair, untuk kemudian memfermentasi selama 4 hari di dalam kondisi tertutup rapat pada suhu ruang. Selama proses pengaktifan dilakukan penambahan nutrisi untuk menyediakan makanan bagi mikroorganisme dalam air limbah berdasarkan komposisi COD : N : P = 100 : 5 : 1. Pemenuhan kebutuhan Nitrogen diperoleh menggunakan Produk Pupuk Urea Petro dengan komposisi N (*Nitrogen*) sebesar 46%. Kebutuhan phosphate diperoleh

menggunakan Pupuk MKP PAK TANI (*Mono Potassium Phosphate*), dengan komposisi  $P_2O_5$  (*Phosphate*) sebesar 52%. Proses *seeding* dilakukan pengamatan harian terhadap pH, suhu, dan visual. Pengamatan visual dilakukan hingga timbul lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media (Bastom, 2015).

### B. Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukan. Tahapan tersebut dilakukan dengan mengganti air limbah pada reaktor secara bertahap dengan air limbah utama. Penggantian air dilakukan dengan mengambil dan menambah 25%, 50%, 75%, dan 100% air pada reaktor dengan air limbah utama yang dilakukan setiap tiga hari. Proses aklimatisasi diberhentikan saat efisiensi penyisihan COD telah stabil dengan fluktuasi tidak melebihi 10% (Ananda Dkk., 2017).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Tahap Seeding

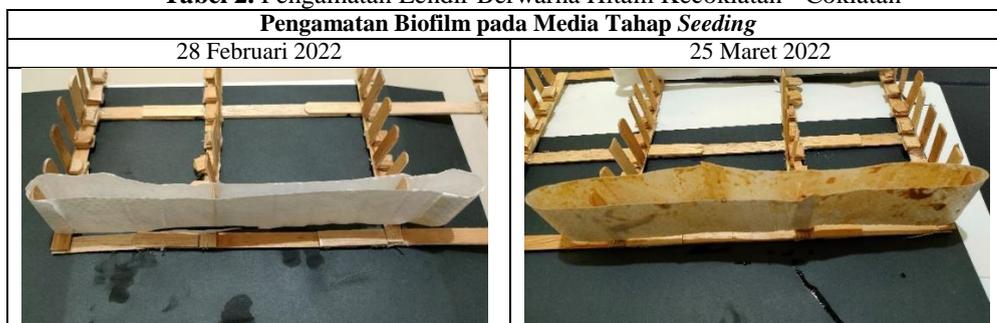
*Seeding* dilakukan untuk membentuk biofilm pada media biakan yang akan digunakan. Pembentukan biofilm dalam proses *seeding* dilakukan dengan merendam media ke dalam reaktor berisi air limbah. Perendaman dilakukan dengan menambahkan EM<sub>4</sub> (*Effective Microorganisms*) pada awal proses, serta oksigen secara terus menerus menggunakan aerator. Oksigen berperan dalam proses oksidasi, sintesa, dan respirasi dari sel mikroorganisme (PERMEN PUPR No. 04 Tahun 2017). EM<sub>4</sub> terdiri atas campuran kelompok mikroorganisme mesofil yang menguntungkan (Maulana, 2017). Mikroba mesofil (neutrofil) adalah kelompok mikroba yang dapat hidup pada pH 5,5 - 8,5 (Andrestian, 2015). Bakteri tersebut dapat tumbuh dengan baik pada suhu 20 – 45 °C (Adnyana, 2016). Pengamatan terhadap pH dan temperatur disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Pengamatan pH dan Temperatur *Seeding*

Tgl	pH	Temperatur	Tgl	pH	Temperatur	Tgl	pH	Temperatur
	Rata - rata			Rata - rata			Rata - rata	
28/02	5,93	28,0	09/03	8,71	31,0	18/03	8,74	29,0
01/03	6,17	29,0	10/03	8,65	31,0	19/03	8,67	29,5
02/03	7,05	31,0	11/03	8,74	33,0	20/03	8,62	29,2
03/03	6,58	31,5	12/03	8,56	31,0	21/03	8,45	32,0
04/03	7,84	31,5	13/03	8,36	31,5	22/03	8,40	31,5
05/03	8,07	31,5	14/03	8,62	30,5	23/03	8,41	32,0
06/03	8,14	32,0	15/03	8,48	31,5	24/03	8,40	29,0
07/03	8,35	31,0	16/03	8,62	30,0	25/03	8,46	31,5
08/03	8,70	31,3	17/03	8,78	29,0			

Temperatur substrat berada pada rentang 28 - 33,0 °C ditunjukkan oleh tanda lingkaran. Kondisi pH substrat berada di rentang pH 5,93 – 8,78 ditunjukkan oleh tanda persegi panjang. Rentang pH tersebut menunjukkan adanya kondisi reaktor yang tidak optimum untuk pembiakan mikroba golongan mesofil. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh tanda *bold* pada **Tabel 1**. Kondisi yang tidak optimum berdampak pada lamanya proses *seeding*. Di butuhkan 26 hari hingga terbentuk lapisan lendir berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media seperti pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Pengamatan Lendir Berwarna Hitam Kecoklatan - Coklatan



Bakteri akan memasuki fase eksponensial dibuktikan adanya mikroorganisme yang mulai nampak tumbuh pada media kultur. Fase tersebut ditandai adanya peningkatan komponen makromolekul, aktivitas

metabolik, dan kerentanan terhadap zat kimia dan faktor fisik (Laksono, 2012). **Tabel 2.** menunjukkan adanya penebalan lendir biofilm pada hari ke – 26 yang ditunjukkan oleh tanda lingkaran. Hadirnya lendir tersebut menandakan tahapan *seeding* dapat dilanjutkan menuju aklimatisasi.

### 3.2 Aklimatisasi Media

Aklimatisasi bertujuan agar suatu kultur mikroorganisme mampu beradaptasi dengan air buangan limbah yang akan diolah. Tahap aklimatisasi dilakukan dengan pencampuran secara bertahap air limbah domestik industri karung plastik dengan limbah cair yang ada pada reaktor selama proses *seeding*. Penggantian air limbah dilakukan secara bertahap dengan persentase yang ditampilkan pada **Tabel 3.**

**Tabel 3.** Tahapan Penggantian Air Limbah Tahap Aklimatisasi

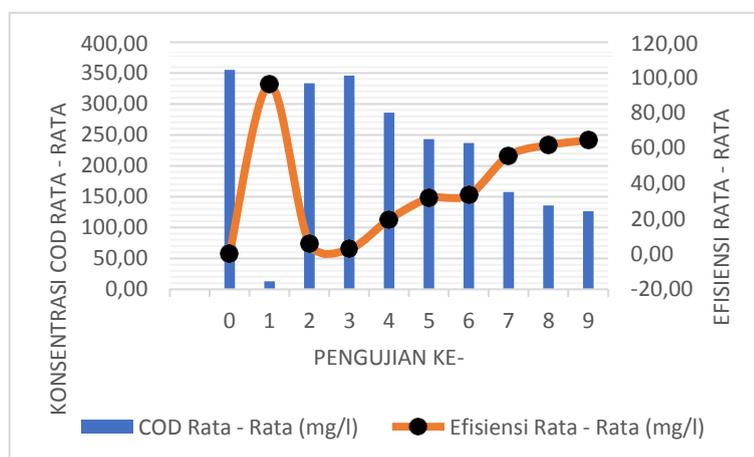
No	Periode Aklimatisasi	Tanggal Penggantian Air	Air di Dalam Reaktor (%)	Air Limbah (%)
1	Periode 1	26 Maret 2022	75	25
2	Periode 2	29 Maret 2022	50	50
3	Periode 3	01 April 2022	25	75
4	Periode 4	04 April 2022	0	100

Aklimatisasi sebagai fase tumbuh dan adaptasi mikroorganisme pada media, dibutuhkan pula pengamatan pH dan temperatur untuk memastikan kondisi reaktor mendukung terjadinya perkembangan biakan dengan baik. Pengamatan terhadap pH dan temperatur disajikan pada **Tabel 4.**

**Tabel 4.** Pengamatan pH dan Temperatur Aklimatisasi

Tgl	pH	Temperatur	Tgl	pH	Temperatur	Tgl	pH	Temperatur
	Rata - rata			Rata - rata			Rata - rata	
04/04	6,75	30,2	08/04	7,76	29,3	12/04	7,95	29,4
05/04	6,60	30,7	09/04	7,44	29,5	13/04	7,90	29,3
06/04	6,63	30,5	10/04	7,52	29,4	14/04	7,90	29,7
07/04	6,56	30,3	11/04	7,55	29,1	15/04	7,96	29,5

Pengamatan pH dan temperatur substrat berada pada rentang 6,56 – 7,96 (tanda lingkaran) dan 29,1 °C - 30,7 °C (tanda persegi). Berdasarkan pembahasan pada tahapan *seeding*, rentang nilai tersebut dalam kondisi layak untuk pertumbuhan mikroorganisme. Pengamatan fluktuasi efisiensi removal COD ditampilkan pada **Gambar 2.**



**Gambar 2.** Efisiensi Penyisihan COD Proses Aklimatisasi

**Gambar 2** menunjukkan naik dan turunnya konsentrasi COD. Fluktuasi drastis terjadi pada hari ke dua setelah terjadinya penurunan konsentrasi yang besar di hari pertama. Fluktuasi tersebut akibat adanya biofilm luruh dan ikut terbawa bersama efluen. Peluruhan tersebut menyebabkan teridentifikasi sebagai senyawa organik saat pengujian COD (Purnaningtias dkk., 2018). Fluktuasi drastis tersebut tidak terulang pada pengujian selanjutnya. Hal tersebut diduga akibat adanya fase penyesuaian hingga mencapai fase stasioner. Masa pengadaptasian tersebut menunjukkan bakteri berada pada fase pertumbuhan

eksponensial. Mikroorganisme tumbuh dan membelah diri pada tingkat maksimal. Pertumbuhan tersebut memungkinkan bakteri menghasilkan potensi genetik, keadaan natural pada media, dan kondisi untuk bakteri bertumbuh atau berkembang biak (Laksono, 2012). Penyesuaian tersebut mengembalikan kemampuan sistem untuk mengolah kembali air limbah dengan baik. Dugaan tersebut terbukti dengan terjadinya proses penurunan konsentrasi COD secara bertahap pada pengujian ke-4 hingga ke-9.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Parasmitha dkk., (2013), tahapan aklimatisasi dapat dilanjutkan pada penelitian utama setelah didapati 3 nilai yang tidak mengalami fluktuasi di bawah 10%. Hal tersebut diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Ananda dkk., (2017). Proses aklimatisasi pada penelitian ini berlangsung selama sembilan hari. Berakhirnya proses aklimatisasi ditandai adanya tiga nilai efisiensi rata – rata removal COD, yakni pengujian ke 7, 8, dan 9 yang memiliki fluktuasi di bawah 10 %. Nilai fluktuasi menunjukkan bakteri telah mencapai fase stasioner. Fase tersebut menandakan perkembangan biakan bakteri berlangsung konstan dan seimbang, sehingga dapat dilanjutkan pada penelitian utama.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Proses penumbuhan bakteri (*Seeding*) dilakukan selama 26 hari, dengan terbentuk lapisan lendir berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media.
- b. Proses aklimatisasi dilakukan selama 12 hari, dengan nilai fluktuasi persen removal COD tidak lebih dari 10% pada pengujian ke 7, 8 dan 9.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, Gde, A., B., S. dkk. (2016). Penentuan Suhu Dan Sumber Karbon Terbaik Pada Pertumbuhan Isolat SBJ8 Dalam Biodesulfurisasi Dibenzotiofena. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. Vol 4, No 4, pp 43 – 48.
- Ananda, R. A., Hartati, E., & Salafudin. (2017). Seeding dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob Two Stage System menggunakan Reaktor Fixed Bed. *Jurnal Online Insitut Teknologi Nasional*, Vol.6, No.1, pp.1–9.
- Andrestian, M. D., dan Husnul Hatimah. (2015). Daya Simpan Susu Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*) dengan Persentase Penambahan Sari Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*). *Indonesian Journal of Human Nutrition*. Vol.2, No.1, pp 38 – 47.
- Bastom, B. M. (2015). *Kajian Efek Aerasi Pada Kinerja Biofilter Aerob Dengan Media Bioball Untuk Pengolahan Air Limbah Budidaya Tambak Udang*. Surabaya: **Tugas Akhir** Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hadiwidodo, M., Oktiawan, W., Primadani, A. R., Parasmitha, N., & Gunawan, I. (2012). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob Dan Wetland. *Jurnal Presipitasi*, Vol.9, No.2, pp.84-95.
- Jjatmiko Wahyudi, Hermain Teguh Prayitno, dan A. D. A. (2018). Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Litbang*, Vol.14, No.11, pp.58–67.
- Kholidah, N., Faizal, M., & Said, M. (2018). Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as Catalyst. *Science and Technology Indonesia*, Vol.3, No.1, pp.1–6.
- Khusnul, A., & Putu, W. (2015). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (Bioball). *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol.7, No.2, pp.55–66.
- Laksono, Sucipta. (2012). Pengolahan Biologis Limbah Batik dengan Media Biofilter. **Tugas Akhir** Universitas Indonesia , Depok.
- Maulana, P. M., Sofyatuddin Karina, Siska Mellisa. (2017). Pemanfaatan Fermentasi Limbah Cair Tahu Menggunakan EM<sub>4</sub> Sebagai Alternatif Nutrisi Bagi Mikroalga Spirulina sp. **Tugas Akhir**. Universitas Syiah Kuala Darussalam. Aceh.
- Parasmitha, Bernadette N. Dkk., Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter BOD<sub>5</sub>, COD dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah), *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 2, no. 1, pp. 1-16.
- Permatasari, R. Dkk., (2018). Treating Domestic Effluent Wastewater Treatment By Aerobic Biofilter With Bioballs Medium. *The 4th International Seminar On Sustainable Urban Development Series : Earth And Environmental Science*. Vol.106, No.1, pp.01-06.
- Purnaningtias, A. (2018). Perbandingan Efektivitas Biofilter Aerobik Dengan Menggunakan Media Bioball, Sarang Tawon Dan Botol Plastik Bekas. **Tugas Akhir**, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.

- Said, N. I. (2005). Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter. *Jurnal Air Indonesia*, Vol.1, No.1, pp.1–11.
- Sasongko, E. B., Widyastuti, E., & Priyono, R. E. (2014). Kajian Kualitas Air Dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol.12, No.2, pp.72
- Widayat, Wahyu. (2009). Daur Ulang Air Limbah Domestik Kapasitas 0,9 M3 Per Jam Menggunakan Kombinasi Reaktor Biofilter Anaerob Aerob Dan Pengolahan Lanjutan. *JAI*. Vol 5, No. 1, pp. 28 – 41.