

Seeding dan Aklimatisasi Tutup Botol Plastik Bekas Sebagai Alternatif Media Biofilter Aerobik untuk Mengolah Air Limbah Restoran Cepat Saji

Vivian Zuraida Atiqoh¹, Mirna Apriani¹, Ulvi Pri Astuti^{1*}

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

*E-mail: ulvipriastuti@ppns.ac.id

Abstrak

Berkembangnya usaha restoran cepat saji menyebabkan semakin banyaknya air limbah yang memiliki zat pencemar organik tinggi. Disisi lain, jumlah timbulan tutup botol plastik yang terdapat di lingkungan juga meningkat. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mereduksi kandungan zat organik yaitu menggunakan biofilter. Penelitian ini memanfaatkan tutup botol plastik bekas sebagai media tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme. Mikroorganisme yang tumbuh pada media biofilter dapat mereduksi kandungan organik seperti COD dan TSS pada air limbah restoran cepat saji. Pertumbuhan biofilm ditentukan oleh proses *seeding* dan aklimatisasi. Tujuan penelitian ini melakukan proses *seeding* dan aklimatisasi pada reaktor biofilter aerobik. Media yang digunakan pada penelitian ini yaitu modifikasi tutup botol plastik bekas dengan bentuk lubang lingkaran. Parameter yang diukur yaitu pH, suhu, dan COD. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada proses *seeding* memiliki nilai pH antara 7,53-8,11 dan suhu antara 27,6⁰C-29⁰C. Proses *seeding* membutuhkan waktu selama 2 minggu. Penurunan konsentrasi COD secara konstan pada proses aklimatisasi terjadi pada hari ke-7 hingga hari ke-10. Kesimpulan penelitian ini yaitu proses *seeding* ditandai dengan terbentuknya lapisan biofilm dan proses aklimatisasi ditandai dengan penurunan konsentrasi COD secara konstan dengan fluktuasi efisiensi penyisihan tidak lebih dari 10%.

Keywords: Air limbah restoran cepat saji, tutup botol plastik bekas, *seeding*, aklimatisasi

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya usaha restoran cepat saji menyebabkan air limbah yang dihasilkan semakin bertambah. Sumber utama air limbah restoran cepat saji berasal dari air buangan sisa makanan dan pencucian peralatan makanan. Kandungan zat organik yang tinggi pada air limbah restoran dapat menimbulkan potensi pencemaran pada badan air (Gilalom dkk., 2021). Alternatif pengolahan air limbah restoran dapat dilakukan secara biologis dengan metode biofilter aerobik.

Biofilter aerobik memiliki beberapa keunggulan seperti biaya operasi pengolahan murah dan tidak menimbulkan potensi efek samping yang berbahaya (Tim Teknis Pembangunan Sanitasi, 2010). Tahapan yang perlu dilakukan sebelum melaksanakan proses biofilter aerobik adalah menumbuhkan mikroorganisme dalam media lekat biofilter (*seeding*), kemudian dilanjutkan pada tahap pengadaptasian mikroorganisme (aklimatisasi).

Pemanfaatan limbah tutup botol plastik dapat meningkatkan nilai ekonomis limbah plastik yang sebelumnya hanya menjadi pencemar bagi lingkungan. Pemanfaatan limbah tutup botol plastik juga diharapkan dapat mengurangi jumlah timbulan tutup botol plastik dan memberikan nilai lebih terhadap limbah tersebut. Media biofilter dengan tutup botol plastik bekas diharapkan dapat mereduksi parameter air limbah restoran cepat saji. Metode biofilter aerobik memiliki efisiensi yang cukup tinggi untuk mengolah air limbah restoran dikarenakan tidak memerlukan luas area yang besar. Selain itu, memiliki harga yang ekonomis karena ketersediaan limbah tutup botol plastik yang melimpah di lingkungan.

2. METODOLOGI

a. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 2 yaitu air limbah dan media biofilter yang diuraikan sebagai berikut:

A. Air Limbah

Air limbah yang digunakan adalah air limbah yang berasal dari kegiatan restoran cepat saji, Kota Kediri, Jawa Timur.

B. Media Biofilter

Media biofilter yang digunakan adalah tutup botol plastik bekas yang dimodifikasi seperti media pabrikan. Media dimodifikasi dengan melekatkan 2 tutup botol plastik dan melubangi pada kedua sisinya dengan diameter lubang 0,5 cm, diameter media 3 cm, dan tinggi media 2,4 cm.

b. Prosedur Percobaan

A. Seeding

Proses *seeding* bertujuan untuk menumbuhkan biofilm pada media biofilter. Air limbah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari *outlet grease trap* restoran cepat saji. Proses *seeding* dilakukan penambahan starter bakteri *Effective Microorganism-4* (EM₄) serta penambahan nutrisi berupa gula merah dan pupuk untuk mempercepat proses pertumbuhan bakteri. Penelitian ini menggunakan 3 liter air limbah sehingga membutuhkan starter bakteri EM₄ sebesar 3 mL. Nutrisi gula merah yang digunakan sesuai petunjuk aturan pakai penggunaan produk EM₄ yaitu 1 Liter EM₄ membutuhkan 5 sendok nutrisi gula merah cair. Penelitian ini membutuhkan nutrisi gula merah sebesar 0,225 mL untuk 3 mL EM₄. Penambahan pupuk berdasarkan komposisi COD:N:P = 100:5:1 (Permatasari dkk., 2018). Kadar *nitrogen* pada pupuk Urea Petro sebesar 46% dan kadar *phosphor* pada pupuk MKP Pak Tani sebesar 52%. Penelitian ini membutuhkan pupuk Urea Petro sebesar 53,6 mg/L dan pupuk MKP Pak Tani sebesar 9,5 mg/L. Proses *seeding* diamati setiap hari, apabila pada media terbentuk lapisan lendir yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media, maka dapat dipastikan bahwa telah tumbuh mikroorganisme pada media (Filliazati dkk., 2013).

B. Aklimatisasi

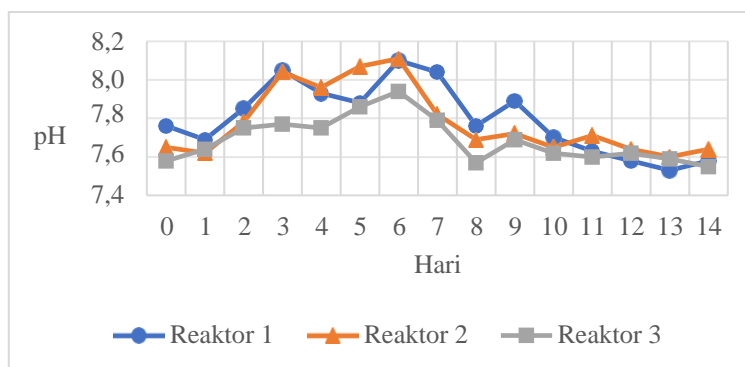
Proses aklimatisasi bertujuan untuk menyesuaikan atau mengadaptasikan suatu mikroorganisme terhadap lingkungan yang baru. Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengganti secara bertahap air limbah hasil *seeding* dengan air limbah restoran cepat saji. Proses penggantian air limbah dilakukan dengan persentase 25%, 50%, 75%, dan 100% air limbah pada tahap *seeding* dengan air limbah baru (Bastom, 2015). Waktu kontak pada setiap penggantian air limbah adalah 3 hari (Filliazati dkk., 2013). Proses aklimatisasi dikatakan selesai ketika terjadi kondisi *steady state* dengan fluktuasi efisiensi penyisihan COD tidak lebih dari 10% (Ananda dkk., 2017).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Proses Seeding Bakteri

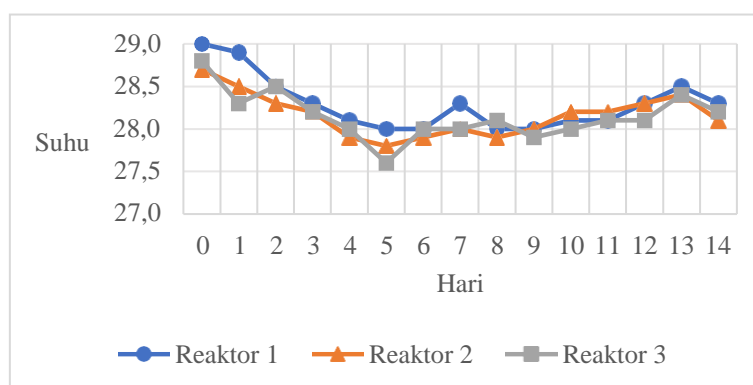
Seeding dilakukan dengan sistem *batch* dalam reaktor berbentuk balok dengan ukuran 34 cm x 21 cm x 22,5 cm. Proses *seeding* dilakukan selama 2 (dua) minggu, hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan hasil sampai terjadi *steady state* pada kondisi air limbah. Selama proses *seeding* dilakukan pemberian oksigen secara terus menerus agar proses oksidasi biologi oleh mikroba dapat berjalan dengan baik (Filliazati dkk., 2013). Setelah aerasi berjalan dengan baik, ditambahkan *starter* bakteri berupa EM₄. Penambahan starter bakteri EM₄ mampu mempercepat proses pembentukan dan pematangan biofilm sehingga dapat meningkatkan efisiensi biofilter dengan mempersingkat waktu pengolahan (Pitriani dkk., 2014).

Selain penambahan starter bakteri juga dilakukan penambahan nutrisi setiap hari untuk menyediakan makanan bagi mikroorganisme dalam air limbah. Nutrisi yang digunakan yaitu gula merah untuk mencukupi kebutuhan *carbon*. Selain itu ditambahkan pupuk urea petro untuk mencukupi kebutuhan *nitrogen* dan pupuk MKP pak tani untuk mencukupi kebutuhan *phosphor*. Proses pembentukan biofilm, populasi mikroba dipengaruhi oleh beberapa hal seperti ketersediaan nutrisi, pengaruh suhu dan pH, serta kandungan oksigen dalam reaktor biofilter (Laksono, 2012). Hasil pengukuran pH dan suhu dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2. pH Proses Seeding

Gambar 2. Menunjukkan nilai pH air limbah selama proses *seeding* berada dalam rentang 7,53-8,11. Nilai tersebut masih berada dalam rentang pH untuk kehidupan mikroorganisme. Secara umum mikroorganisme memerlukan pH antara 6,5 – 9 (Pitriani dkk., 2014). pH yang terlalu tinggi (>9) akan menghambat aktivitas mikroorganisme. pH di bawah 6,5 akan mengakibatkan pertumbuhan jamur dan terjadi persaingan dengan bakteri dalam metabolisme materi organik (Waluyo, 2009).



Gambar 3. Suhu Proses Seeding

Gambar 3. Menunjukkan nilai suhu air limbah selama proses *seeding* berada dalam rentang 27,6°C-29°C, hal tersebut menunjukkan mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme adalah 25°C – 30°C (Pitriani dkk., 2014). Suhu yang terlalu tinggi akan merusak proses dengan mencegah aktivitas enzim dalam sel. Peningkatan setiap 1°C dari kisaran ideal dapat menyebabkan penurunan efisiensi pengolahan (Saraswati dkk., 2010).

Proses *seeding* dilakukan selama 2 minggu sampai terbentuk biofilm yang berwarna hitam kecoklatan-coklatan serta tidak mudah terlepas dari media. Perbandingan media modifikasi tutup botol plastik bekas sebelum ditumbuhi biofilm dan setelah ditumbuhi biofilm dapat dilihat pada **Gambar 4.**

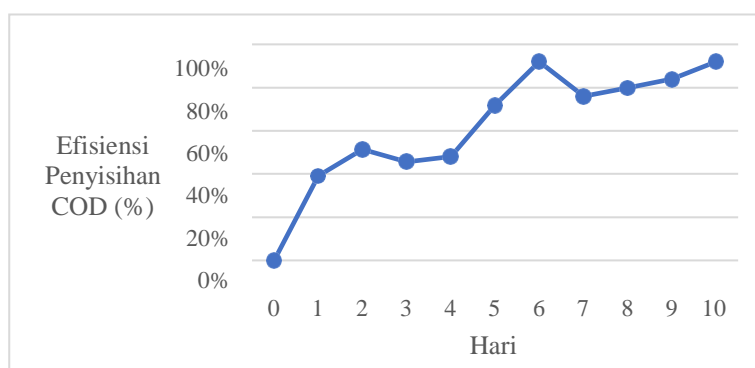


Gambar 4. Perbandingan Media Sebelum dan Setelah Seeding

b. Proses Aklimatisasi Bakteri

Aklimatisasi bertujuan untuk mendapatkan suatu kultur mikroorganismenya yang stabil dan dapat beradaptasi dengan air limbah restoran cepat saji. Pengadaptasian mikroorganismenya dilakukan dengan cara mengganti air limbah *seeding* dengan air limbah restoran cepat saji secara bertahap. Pada hari pertama persentase yang digunakan yaitu 75% air limbah *seeding* : 25% air limbah baru dan pada hari ke-10 persentase yang digunakan yaitu 0% air limbah *seeding* : 100% air limbah baru. Selama proses aklimatisasi dilakukan pemberian oksigen secara terus menerus.

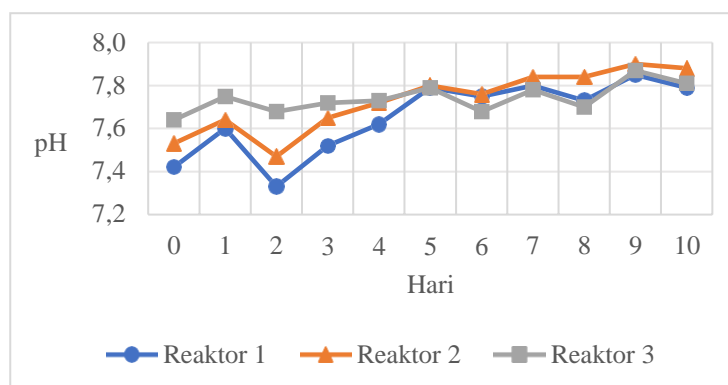
Selama proses aklimatisasi dilakukan pengukuran konsentrasi COD setelah air limbah terganti 100% dengan air limbah baru. Peningkatan efisiensi penyisihan COD menunjukkan keaktifan mikroorganismenya dalam menguraikan senyawa organik air limbah restoran cepat saji. Penelitian ini, proses aklimatisasi dilakukan selama 10 hari sampai efisiensi penyisihan COD relatif konstan dengan fluktuasi efisiensi penyisihan COD tidak lebih dari 10% (Ananda dkk., 2017). Grafik efisiensi penyisihan COD dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Efisiensi Penyisihan COD Proses Aklimatisasi

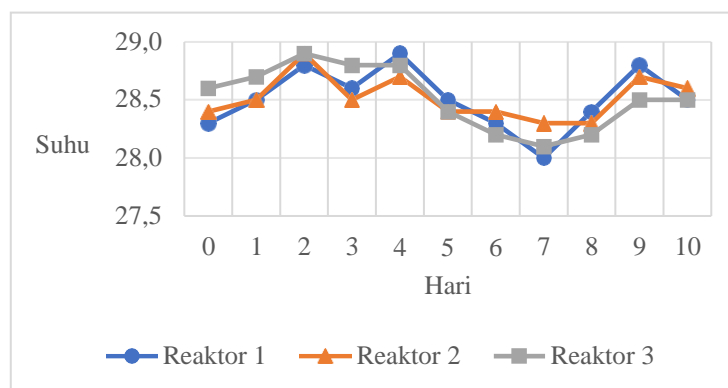
Gambar 5. Menunjukkan persentase efisiensi penyisihan COD mulai konstan pada hari ke 7 sampai hari ke 10. Proses aklimatisasi dalam 3 hari terakhir menunjukkan fluktuasi efisiensi penyisihan COD tidak lebih dari 10%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Parasmitha dkk., (2013), tahapan aklimatisasi dapat dilanjutkan pada penelitian utama setelah didapatkan 3 nilai dengan fluktuasi di bawah 10%. Oleh karena itu, pada hari ke 11 proses aklimatisasi dapat dikatakan selesai.

Proses aklimatisasi juga dilakukan pengukuran parameter pH dan suhu untuk mengamati nilai pH dan suhu pada penelitian ini. Hasil pengukuran pH dan suhu dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.



Gambar 6. pH Proses Aklimatisasi

Gambar 6. Menunjukkan nilai pH pada proses aklimatisasi berada dalam rentang 7,33-7,9. Nilai tersebut masih berada dalam rentang pH untuk kehidupan mikroorganismenya. pH lingkungan media yang optimum sangat mempengaruhi proses pengolahan limbah secara biologis. Perubahan nilai pH terjadi akibat adanya penguraian bahan organik pada air limbah (Munawaroh, 2013).



Gambar 7. Suhu Proses Aklimatisasi

Gambar 7. Menunjukkan nilai suhu pada proses aklimatisasi berkisar antara 28°C – 28,9°C. Nilai tersebut masih berada dalam rentang suhu untuk kehidupan mikroorganisme. Perubahan suhu dipengaruhi oleh kondisi lingkungan disekitar reaktor dan dipengaruhi oleh mekanisme mikroorganisme dalam beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Dalam proses aklimatisasi diperlukan kondisi lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme (Helard, 2010).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses *seeding* pada penelitian ini membutuhkan waktu selama 2 minggu dengan penambahan starter bakteri EM₄ dan nutrisi berupa gula merah dan pupuk urea serta pupuk MKP pak tani.
2. Proses aklimatisasi pada penelitian ini membutuhkan waktu selama 10 hari sampai terjadi *steady state* dengan fluktuasi efisiensi penyisihan COD tidak lebih dari 10%.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada restoran cepat saji kota Kediri yang telah memberikan izin dalam melakukan pengambilan sampel air limbah sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R. A., Etih, H., dan Salafudin. (2017). *Seeding dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob Two Stage System Menggunakan Reaktor Fixed Bed*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Bastom, B. M. (2015). *Kajian Efek Aerasi Pada Kinerja Biofilter Aerob dengan Media Bioball untuk Pengolahan Air Limbah Budidaya Tambak Udang*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Filliazati, M., Isna, A., dan Titin, A. Z. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1-10.
- Gilalom, F., Arifin, dan Kiki, P. U. (2021). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media filter Bio-yarn. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 5(1), 1-10.
- Helard, D. (2010). *Pengaruh Variasi Rasio Waktu Reaksi Terhadap Waktu Stabilisasi Pada Penyisihan Senyawa Organik Dari Air Buangan Pabrik Minyak Kelapa Sawit Dengan Sequencing Batch Reactor Aerob*. Padang: Universitas Andalas.
- Laksono, Sucipta. (2012). *Pengolahan Biologis Limbah Batik dengan Media Biofilter*. Depok: Universitas Indonesia.
- Munawaroh, U., Sutisna, M., dan Pharmawati, K. (2013). Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM₄) Serta Pemanfaatannya. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 1(2).
- Parasmita, Bernadette N., dkk. (2013). Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter BOD₅, COD, dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 1-16.

- Permatasari, R., Rinanti, A., dan Ratnaningsih, R. (2018). Treating Domestic Effluent Wastewater Treatment by Aerobic Biofilter with Bioballs Medium. *The 4th International Seminar on Sustainable Urban Development*. IOP.
- Pitriani, Anwar, D., dan Nurhaedar, J. (2014). *Efektivitas Penambahan EM4 pada Biofilter Anaerob-Aerob dalam Pengolahan Air Limbah RS*. UNHAS. Palu: Universitas Tadulako.
- Saraswati, Rastiet dkk. (2010). Mikroorganism Perombak Bahan Organik. *Badan Litbang Pertanian*. Tim Teknis Pembangunan Sanitasi. (2010). *Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan umum.
- Waluyo, Lud. (2009). *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.