

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah domestik cair merupakan salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan, terutama dari sistem *septic tank* individu tanpa pengolahan lanjutan yang memadai. Limbah ini mengandung *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), total fosfat, dan amonia, yang jika tidak ditangani secara tepat dapat menyebabkan eutrofikasi, penurunan oksigen terlarut, dan kematian biota air. Berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sebanyak 80% air limbah domestik di Indonesia dibuang tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu (Pamungkas & Rosariawari, 2024). Kondisi ini juga ditemukan di Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Gununganyar Sawah yang memerlukan pengolahan limbah lebih optimal.

Untuk menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan teknologi pengolahan air limbah yang efisien, mudah dioperasikan, dan adaptif terhadap berbagai jenis polutan, seperti *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Teknologi ini termasuk dalam sistem pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan zat pencemar, dan bekerja dengan menggunakan media biofilm bergerak (seperti kaldnes) sebagai tempat tumbuhnya mikroba (Sriweni & Hendrasarie, 2025). MBBR menggabungkan dua mekanisme pertumbuhan mikroba secara bersamaan, yaitu *attached growth* dan *suspended growth* yang memanfaatkan mikroorganisme dalam reaktor serta efisiensi penurunan polutan. (Bankston & Higgins, 2020).

Dalam perkembangannya, mikroorganisme yang digunakan pada MBBR tidak hanya terbatas pada bakteri, tetapi juga mencakup mikroalga, seperti *Chlorella sp.*. Mikroalga *Chlorella sp.* merupakan alga uniseluler berklorofil hijau yang memiliki kemampuan fotosintesis tinggi dan pertumbuhan yang cepat, serta mampu menyerap senyawa organik dan anorganik seperti amonia, nitrat, dan fosfat dari air limbah. Dalam sistem MBBR, *Chlorella sp.* berfungsi tidak hanya sebagai

pendegradasi polutan melalui bioadsorpsi dan asimilasi nutrien, tetapi juga sebagai penghasil oksigen melalui fotosintesis yang mendukung aktivitas bakteri aerob di zona *oxic* (Kang & Kim, 2021).

Penerapan *Chlorella sp.* dalam MBBR terbukti meningkatkan efisiensi penyisihan parameter pencemar air limbah. Studi oleh Pamungkas dan Rosariawari (2024) menunjukkan bahwa *Chlorella sp.* dalam sistem MBBR mampu meningkatkan efisiensi penyisihan amonia hingga 98,84%. *Chlorella vulgaris* dalam juga mampu reduksi fosfat ortho hingga 84 % dan nitrat sebesar 94 % (Ajala & Alexander, 2020). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa *Chlorella vulgaris* mampu menurunkan BOD₅ dari 92,77%-95,67%, COD dari 73,25%–83,73 %, dan TSS sebesar 93,57%–96,84% (Biase et al, 2019)

Pemanfaatan mikroalga *Chlorella* umumnya berfokus pada fungsinya sebagai sumber biomassa, padahal hasil residunya masih kaya akan nutrisi. Analisis komposisi menunjukkan bahwa residu *Chlorella* mengandung kadar nitrogen yang tinggi sebesar 97.910 mg/kg, serta unsur hara seperti kalsium 4.300 mg/kg dan magnesium 9.700 mg/kg (Okazaki et al., 2024). *Chlorella* sebagai biostimulan juga telah dibuktikan melalui berbagai penelitian. Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Kim *et al.* (2018) bahwa aplikasi biostimulan *Chlorella fusca* mampu meningkatkan ketebalan daun bayam dari 1,54 mm menjadi 1,97 mm, sementara jumlah daun bertambah dari 25,1 helai menjadi 35,6 helai. Dengan demikian, hal ini menegaskan bahwa selain berperan sebagai agen biodegradasi dalam MBBR, ekstrak dari suspensi *Chlorella sp.* yang sudah menjadi efluen MBBR juga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif ramah lingkungan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman sayuran seperti bayam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang didapatkan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) berbasis mikroalga *Chlorella sp.* dalam pengolahan limbah domestik *septic tank* Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) Gunung Anyar Sawah?

2. Bagaimana perbandingan MBBR berbasis mikroba *indigenous*-mikroalga *Chlorella sp.* dan mikroba *indigenous*-mikroba *indigenous* berdasarkan HRT dan volume isian media dalam mengolah limbah domestik *septic tank* Rusunawa Gunung Anyar Sawah?
3. Berapa konsentrasi *Chlorella sp.* pasca MBBR yang optimal sebagai biostimulan dalam merangsang pertumbuhan bayam (*Amaranthus sp.*)?

1.3 Tujuan

Tujuan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis efektivitas *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) berbasis mikroba *indigenous*-mikroalga *Chlorella sp.* dalam pengolahan limbah domestik *septic tank* Rusunawa Gunung Anyar Sawah.
2. Menganalisis perbandingan MBBR berbasis mikroba *indigenous*-mikroalga *Chlorella sp.* dan mikroba *indigenous*-mikroba *indigenous* berdasarkan HRT dan volume isian media dalam menurunkan parameter pencemar limbah domestik *septic tank* Rusunawa Gunung Anyar Sawah.
3. Mengidentifikasi konsentrasi optimal dari *Chlorella sp.* pasca pengolahan di MBBR yang dimanfaatkan sebagai biostimulan dalam pertumbuhan bayam (*Amaranthus sp.*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan wawasan sekaligus referensi riset dalam mengolah limbah menggunakan MBBR berbasis *Chlorella sp.*, sekaligus memanfaatkan hasil akhirnya sebagai bahan alami untuk menyuburkan tanaman.
2. Menunjukkan cara pengolahan limbah rumah tangga yang lebih aman bagi lingkungan, dan bagaimana limbah tersebut bisa dimanfaatkan kembali untuk membantu pertumbuhan tanaman, seperti bayam, tanpa pupuk kimia.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Sampel air limbah yang digunakan adalah limbah air domestik yang diambil dari *septic tank* Rumah Susun Sederhana Sewa Gunung Anyar Sawah.
2. Parameter yang diteliti adalah BOD₅, COD, TSS, Amonia, dan Total Fosfat.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) secara *batch*.
4. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah media *kaldness* 3 atau K3.
5. Jenis mikroalga yang digunakan adalah *Chlorella sp.*
6. Ekstrak *Chlorella sp.* dimanfaatkan sebagai biostimulan setelah diproses dalam reaktor *anoxic* dan *oxic* MBBR.
7. Jenis tanaman yang digunakan dalam percobaan *Chlorella sp.* sebagai biostimulan adalah bayam (*Amaranthus sp.*).
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset dan Laboratorium Air Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.