

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi industri belakangan ini sangatlah pesat. Selain menghasilkan produk hasil pengolahan, juga menghasilkan produk sampingan berupa limbah. Limbah industri yang dibuang ke lingkungan secara terus-menerus tentunya harus diimbangi dengan upaya pengolahan dan pengelolaan agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu penyebab pencemaran air yaitu limbah cair yang dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan, ataupun sudah dilakukan pengolahan, namun belum memenuhi baku mutu (Rahmi & Sajidah, 2017).

Limbah cair dapat mengandung kontaminan organik maupun anorganik, salah satunya logam berat. Logam berat mengandung toksisitas tinggi, tidak dapat terurai, dan mudah terabsorpsi (Irianti et al., 2017). Salah satu parameter pencemar logam berat yang toksik yaitu timbal (Pb). Di balik alasan penggunaan logam Pb yang mudah dibentuk karena memiliki titik cair yang rendah (Fardiaz, 1992), namun logam ini termasuk dalam kategori ekstrem toksik bagi makhluk hidup (Ernawan, 2010) dan memiliki kelarutan yang tinggi (Najamuddin et al., 2016). Pb dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh hewan dan tumbuhan serta dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi manusia (Pranudta et al., 2021).

Menurut *World Health Organization* (WHO), batasan kadar Pb dalam darah manusia yaitu di bawah 10 µg/dL (ppm) (Gustama & Wicaksana, 2020) dan batas maksimum Pb yang dapat diserap oleh manusia dewasa sekitar 400 – 450 µg/hari (Adhani & Husaini, 2017). Pb yang terakumulasi dalam tubuh dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan, mengakibatkan cacat fisik, menurunkan kecerdasan, serta berpengaruh terhadap saraf dan tulang (Ridwan et al., 2019). Selain bersumber dari emisi gas buang kendaraan bermotor, Pb juga dapat ditemukan pada limbah cair industri pembuatan baterai, logam, mobil, cat, dan keramik (Flora et al., 2012).

Sebelum dibuang ke lingkungan dan terakumulasi masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup, diperlukan upaya untuk menghilangkan kandungan Pb dalam air limbah. Beberapa metode penghilangan Pb yang telah banyak dilakukan yaitu pengendapan, pertukaran ion, *reverse osmosis*, dan adsorpsi yang memanfaatkan bahan kimia untuk membantu menurunkan kandungan Pb dalam air (Said, 2017). Selain itu juga membutuhkan biaya instalasi dan operasional yang tinggi. Namun, belakangan ini marak digunakan metode penghilangan logam berat menggunakan bioremediasi, dikarenakan biaya operasionalnya yang ekonomis (Wetipo et al., 2015).

Bioremediasi dapat menggunakan agen biologis seperti bakteri, khamir, jamur, alga, dan tumbuhan tingkat tinggi yang dapat mengatasi tumpahan minyak maupun logam berat. Bioremediasi menggunakan mikroalga atau fikoremediasi telah banyak diteliti, salah satunya menggunakan mikroalga *Chlorella* sp. yang mampu meremoval kontaminan Pb pada limbah cair plastik sebesar 83,08% dan 80,08% pada limbah tekstil (Soeprbowati & Hariyati, 2013). Mikroalga mampu secara selektif menyerap logam dari limbah cair dan mengakumulasi logam tersebut dalam selnya (Halima et al., 2019). Selain *Chlorella* sp., mikroalga yang telah terbukti mampu meremoval Pb pada air limbah yaitu *Nannochloropsis* sp. Dalam penelitian (Masithah et al., 2011), *Nannochloropsis* sp. mampu meremoval Pb sekitar 11,46% pada konsentrasi logam Pb dengan kadar 0,9 mg/L.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. untuk mengetahui kemampuan masing-masing mikroalga serta gabungan keduanya dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb). Potensi bioremediasi ini diukur berdasarkan rasio mikroalga yang divariasikan untuk melihat komposisi optimum mikroalga dalam menyisihkan Pb. Kadar limbah Pb juga divariasikan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan mikroalga terhadap limbah cair Pb. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk bioremediasi logam berat timbal dengan agen biologis yang memiliki potensi penyisihan tinggi dan mudah dibudidayakan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. pada saat *seeding*?
2. Bagaimana kemampuan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb)?
3. Bagaimana efektifitas mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb)?
4. Bagaimana pengaruh pH dan suhu terhadap laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp.?
5. Bagaimana hubungan keterkaitan antarparameter apabila dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. pada saat *seeding*.
2. Menganalisis kemampuan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb).
3. Menganalisis efektifitas mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb).
4. Menganalisis pengaruh pH dan suhu terhadap laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp.
5. Menganalisis hubungan keterkaitan antarparameter apabila dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi tentang kemampuan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. dalam menyisihkan logam berat pada air limbah.

2. Memberikan alternatif penggunaan mikroalga dalam menyisihkan logam berat timbal (Pb) pada air limbah.
3. Sebagai rekomendasi dalam meningkatkan kualitas air yang tercemar logam berat timbal (Pb).

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut.

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang dilakukan di laboratorium riset, laboratorium air, dan laboratorium mikrobiologi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Jenis mikroalga yang digunakan yaitu *Chlorella vulgaris* dan *Nannochloropsis oculata*.
3. Sampel limbah cair terbuat dari limbah cair buatan yang mengandung timbal. Timbal yang digunakan adalah dari larutan Pb (NO₃)₂.
4. Parameter yang diteliti dalam penelitian ini adalah:
 - Kandungan logam berat timbal (Pb (NO₃)₂) akhir
 - Rasio mikroalga
 - Suhu
 - pH
 - Jumlah sel mikroalga (kelimpahan mikroalga)
 - Klorofil A
5. Variabel penelitian ini terdiri dari:
 - Kadar logam berat timbal (Pb (NO₃)₂)
 - Rasio mikroalga
6. Analisis yang digunakan yaitu:
 - Analisis kadar Pb menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)
 - Analisis klorofil A menggunakan spektrofotometer.
 - Menghitung kelimpahan mikroalga menggunakan *haemocytometer*
 - Analisis statistik menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA)