

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah domestik merupakan salah satu sumber pencemar utama lingkungan perairan, keadaan ini semakin meningkat seiring dengan bertumbuhnya populasi penduduk dan urbanisasi. Kandungan senyawa organik yang terdapat pada limbah domestik dapat menyebabkan eutrofikasi hingga memengaruhi ekosistem perairan (Yusal et al., 2025), dengan ini perlu adanya upaya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya eutrofikasi, salah satunya dengan melakukan pengolahan limbah domestik sebelum masuk ke badan air. Kandungan pada limbah domestik yang mengandung nitrogen dan karbon berpotensi dimanfaatkan sebagai nutrisi oleh pengolahan biologis salah satunya mikroalga.

Mikroalga merupakan organisme fotosintetik uniseluler yang dapat memanfaatkan cahaya dan nutrisi untuk menghasilkan biomassa. Selain berperan dalam bioremediasi limbah dengan menyerap senyawa organik maupun anorganik, mikroalga juga dapat menghasilkan produk bernilai ekonomis dari biomassa. Seperti lipid yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bio energi (Hadiyanto & Azim, 2012). Beberapa mikroalga yang ditemui memiliki potensi dalam produksi biomassa dan lipidnya adalah *Chlorella Vulgaris* dan *Nannochloropsis Oculata*, didapatkan kadar lipid 29,7% dan 58% (Suzan Triyastuti, 2023).

Pertumbuhan dan produktivitas mikroalga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, antara lain ketersediaan nutrisi, pH, suhu, dan intensitas cahaya (Hadiyanto & Azim, 2012). Salah satu faktor penting adalah fotoperiode atau siklus gelap terang (*L/D*). Fotoperiode merupakan perbandingan lama fase terang dan gelap yang diterima oleh mikroalga, pada fase terang mikroalga melakukan fotosintesis untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP dan NADPH serta memperbanyak sel, sedangkan pada fase gelap energi tersebut digunakan untuk fiksasi karbon dan sintesis metabolit sekunder seperti lipid (Gammanpila et al., 2015). Oleh karena itu pengaturan fotoperiode atau siklus gelap terang (*L/D*)

dapat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan biomassa maupun akumulasi lipid mikroalga.

Selain memengaruhi produksi biomassa dan akumulasi lipid, fotoperiode juga berperan dalam proses penyerapan serta asimilasi nitrogen dan karbon oleh mikroalga yang berlangsung seiring dengan terjadinya fotosintesis (Santoso et al., 2011). Nitrogen diserap sepanjang waktu, namun asimilasinya dominan terjadi pada fase terang karena membutuhkan energi fotosintesis, sedangkan fiksasi karbon anorganik (CO_2) juga hanya dapat berlangsung pada fase terang. Pada fase gelap, mikroalga cenderung memanfaatkan cadangan energi hasil fotosintesis sebelumnya untuk respirasi, pemeliharaan sel, dan sintesis metabolit sekunder seperti lipid, sehingga pemanfaatan nitrogen dan karbon tidak seoptimal pada fase terang. Mekanisme ini secara tidak langsung memengaruhi laju pertumbuhan biomassa dan akumulasi lipid mikroalga

Reaktor untuk penggunaan mikroalga bermacam macam seperti *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR), *Oxidation Ditch* (OD), *Rotary Biological Contactor* (RBC), dan lain lain (Asmawati, 2024). *Rotary Biological Contactor* (RBC) merupakan salah satu reaktor yang efisien, reaktor ini memiliki keunggulan dengan media yang berbentuk disk berputar yang sebagian tercelup dalam limbah dan sebagian berada di permukaan. Hal ini dapat memaksimalkan pertumbuhan mikroalga dalam menyerap nutrisi pada saat tercelup, juga mendapatkan pencahayaan yang terdistribusi secara merata pada saat di permukaan, selain itu pemanenan dan produktivitas biomassa mikroalga dapat lebih efisien dan tinggi (Elystia et al., 2024), berdasarkan penelitiannya menggunakan reaktor tersebut kadar lipid dapat mencapai hingga 52%, kepadatan sel mencapai $4,1 \times 10^6$ sel/ml pada biofilm dan efisiensi penyisihan COD mencapai 90,24% menggunakan reaktor RBC

Penelitian mengenai fotoperiode pada RBC dengan limbah domestik masih terbatas, Oleh karena itu penelitian ini digunakan mikroalga *Nannochloropsis Oculata* dan *Chlorella Vulgaris* untuk mengkaji pengaruh variasi fotoperiode terhadap produksi biomassa dan lipid menggunakan *Rotary Biological Contactor* (RBC) pada media limbah domestik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan

informasi ilmiah mengenai potensi mikroalga dalam pemanfaatan limbah domestik sekaligus mendukung pengembangan energi terbarukan berbasis mikroalga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana pengaruh variasi fotoperiode terhadap produksi biomassa mikroalga pada *Rotary Biological Contactor* ?
2. Bagaimana pengaruh produksi biomassa mikroalga terhadap penyisihan amonia dan COD pada *Rotary Biological Contactor* ?
3. Bagaimana pengaruh variasi fotoperiode serta penyisihan amonia dan COD terhadap produksi kadar lipid mikroalga pada *Rotary Biological Contactor*?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah sebagai berikut

1. Menganalisis pengaruh variasi fotoperiode terhadap produksi biomassa mikroalga pada *Rotary Biological Contactor*?
2. Menganalisis pengaruh produksi biomassa mikroalga terhadap penyisihan amonia dan COD pada *Rotary Biological Contactor*?
3. Menganalisis pengaruh variasi fotoperiode serta penyisihan amonia dan COD terhadap produksi kadar lipid mikroalga pada *Rotary Biological Contactor*

1.4 Manfaat

Adapun manfaat yang ingin dicapai adalah sebagai berikut:

1. Memberikan dasar ilmiah mengenai hubungan antara fotoperiode dengan produksi biomassa dan kadar lipid mikroalga
2. Menambah referensi studi mengenai penggunaan reaktor RBC untuk produksi biomassa dan lipid dengan limbah domestik
3. Menambah referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai efisiensi fotoperiode dengan mikroalga menggunakan reaktor RBC

1.5 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini, ruang lingkup yang akan dibatasi sebagai berikut

1. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang akan dilakukan di laboratorium riset, laboratorium air, dan laboratorium mikrobiologi Teknik Lingkungan UPN “VETERAN” Jawa Timur
2. Jenis mikroalga yang digunakan yaitu *Nannochloropsis Oculata* dan *Chlorella Vulgaris*
3. Variabel bebas Fotoperiode yang dalam satuan jam diantaranya (12:12), (15:9), dan (9:15)
4. Sampel air limbah domestik diambil dari Rusunawa Penjaringan Sari
5. Penelitian ini akan menguji kadar lipid, biomassa, penyisihan amonia dan COD oleh *Nannochloropsis Oculata* dan *Chlorella vulgaris* menggunakan air limbah domestik menggunakan reaktor *Rotary Biological Contactor*
6. Optimasi fotoperiode dalam penelitian ini dilakukan secara empiris dengan menganalisis kecenderungan hasil tertinggi produksi biomassa dan lipid serta penyisihan COD dan amonia pada berbagai variasi fotoperiode