

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim global menjadi salah satu isu utama yang dihadapi oleh dunia saat ini, terutama akibat peningkatan emisi CO₂ dari aktivitas manusia seperti pembakaran fosil, deforestasi, dan industri yang menyebabkan pemanasan global serta perubahan iklim ekstrem. Menurut laporan *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), tingkat CO₂ atmosfer telah meningkat secara signifikan melebihi tingkat yang pernah terjadi dalam ribuan tahun terakhir sehingga memicu berbagai dampak negatif terhadap lingkungan dan kehidupan manusia (IPPC, 2021).

Salah satu upaya yang menonjol adalah fiksasi karbon secara biologis karena lebih ramah lingkungan, hemat biaya, dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Mikroalga berperan penting dalam ekosistem karena mampu menyerap karbon dalam jumlah besar melalui fotosintesis, bahkan lebih dari 50% dari total karbon yang ditangkap secara alami di seluruh dunia. Mikroalga menjadi pilihan yang efektif karena tumbuh dengan cepat, memiliki siklus hidup yang singkat, dan hanya memerlukan nutrisi sederhana untuk berkembang (Yao et al., 2024).

Keberadaan CO₂ dapat meningkatkan produktivitas mikroalga hingga 2-5 kali lipat dibandingkan kondisi normal, terutama ketika mikroalga dibudidayakan dalam fotobioreaktor (Sari et al., 2018). Menurut Yao et al. (2024), konsentrasi CO₂ yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga umumnya di bawah 10%, karena kadar yang melebihi 10% dapat bersifat toksik bagi sebagian besar galur mikroalga.

Beberapa spesies mikroalga menunjukkan kemampuan untuk menyerap CO₂ pada konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan tumbuhan darat. Dalam penelitian Sangtani et al. (2024), dengan suplai 5% CO₂, *Scenedesmus sp.* yang tumbuh di media berbasis pupuk (BG-11) menunjukkan peningkatan signifikan dalam penyerapan CO₂. Kemampuannya dalam menyerap karbon terbukti lebih tinggi dibandingkan *Chlorella vulgaris* dan bahkan lebih unggul dari penelitian sebelumnya pada *Scenedesmus sp.* di kondisi berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi media pupuk dan konsentrasi CO₂ dapat meningkatkan efisiensi sekuestrasi karbon oleh *Scenedesmus sp.*.

Menurut Jin et al. (2024), faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga dalam penelitian ini mencakup pencampuran dan aerasi, cahaya, kepadatan

sel, suhu, pH, dan ketersediaan nutrisi, yang dioptimalkan melalui penggunaan fotobioreaktor untuk menciptakan lingkungan kultur yang stabil dan efisien.

Meskipun mikroalga berpotensi dalam mitigasi emisi karbon, masih terdapat keterbatasan data spesifik mengenai pengaruh konsentrasi CO₂ terhadap efisiensi penyerapan pada *Scenedesmus sp.*. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada mikroalga lain atau aspek umum pertumbuhan tanpa mendalami hubungan antara CO₂ dan faktor lain seperti intensitas cahaya. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk memahami respons *Scenedesmus sp.* terhadap variasi CO₂ dan cahaya guna mengoptimalkan efisiensi penyerapan karbon.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam Tugas Akhir ini akan dilakukan penelitian dengan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi CO₂ dan intensitas cahaya terhadap laju pertumbuhan, kepadatan sel serta produktivitas biomassa mikroalga *Scenedesmus sp.* pada media kultur?
2. Berapa konsentrasi CO₂ dan intensitas cahaya optimal dalam meningkatkan laju pertumbuhan dan produktivitas biomassa mikroalga *Scenedesmus sp.* pada media kultur?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai tujuan sebagai berikut.

1. Menganalisis laju pertumbuhan, kepadatan sel serta produktivitas biomassa mikroalga *Scenedesmus sp.* dengan variasi konsentrasi CO₂ dan intensitas cahaya pada media kultur.
2. Menganalisis konsentrasi CO₂ dan intensitas cahaya optimal dalam meningkatkan laju pertumbuhan dan produktivitas biomassa mikroalga *Scenedesmus sp.* pada media kultur.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat teoritis, dapat menambah wawasan dan pengetahuan ilmiah tentang produktivitas serta efisiensi mikroalga dalam pemanfaatan CO₂ serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2. Manfaat praktis, dapat memberikan informasi untuk industri dan pemerintah dalam mengembangkan teknologi *biofuel* yang lebih ramah lingkungan serta teknologi penyerapan karbon berbasis mikroalga sebagai salah satu alternatif dalam bahan baku *biofuel* dan pengurangan emisi CO₂ yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan.
3. Manfaat lingkungan, dapat memberikan solusi berkelanjutan dalam mitigasi penggunaan bahan bakar murni fosil serta mitigasi perubahan iklim melalui pengurangan konsentrasi CO₂ di atmosfer.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian atau batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Objek penelitian ini akan berfokus pada spesies mikroalga *Scenedesmus sp*.
2. Penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi CO₂ 2%, 2.5%, 3%, 3.5% dan variasi intensitas cahaya 3500 lux, 4000 lux, 4500 lux, 5000 lux dengan proporsi pencahayaan 16 jam terang dan 8 jam gelap.
3. Penelitian akan mengeksplorasi pengaruh berbagai faktor lain, yaitu laju alir (4 liter/menit), suhu ruang (25°-30°C) dan pH (7 – 8,5) terhadap produktivitas mikroalga.
4. Laju alir dihasilkan dari aerator dengan menggunakan udara ambien sebagai sumbernya.
5. Penelitian akan menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan mengukur kepadatan sel, kekeruhan, biomassa kering serta penyerapan CO₂ dalam fotobioreaktor dengan kondisi yang dikontrol.
6. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, sehingga hasil yang diperoleh mungkin perlu disesuaikan untuk aplikasi skala besar dalam kondisi alami atau industri.