BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut NASA, suhu rata-rata global telah meningkat sekitar 1,18 derajat Celcius sejak akhir abad ke-19, dengan sebagian besar pemanasan terjadi dalam 40 tahun terakhir. Konsentrasi CO_2 yang meningkat ini berpengaruh besar terhadap perubahan iklim global, yang ditandai dengan kenaikan suhu, perubahan pola curah hujan, serta ketidakstabilan cuaca yang semakin sering terjadi di berbagai negara termasuk Indonesia [1]. Pemanasan global ini umumnya bersumber dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, kegiatan industri, dan deforestasi yang berlebihan yang menyebabkan peningkatan emisi karbon dan efek rumah kaca, yang kemudian berdampak jangka panjang terhadap lingkungan. Salah satu gas rumah kaca yang dominan adalah karbon dioksida (CO_2), yang keberadaannya meningkat drastis dalam beberapa tahun terakhir[2]. Dalam perspektif Islam, kerusakan lingkungan akibat ulah manusia merupakan bentuk penyimpangan terhadap amanah sebagai khalifah di bumi. Hal ini ditegaskan dalam firman Allah (QS. Al-A'raf: 56).: "*Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, setelah Allah memperbaikinya*." Ayat ini memberikan dasar teologis bahwa setiap upaya pengendalian emisi dan pelestarian lingkungan, termasuk melalui pendekatan ilmiah seperti bioremediasi CO_2, merupakan bagian dari keagamaan dan etika ekologis manusia.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Pengendalian dan pengurangan emisi CO_2 menjadi langkah penting dalam mitigasi perubahan iklim. Salah satu pendekatan ramah lingkungan yang saat ini sedang dikembangkan adalah pemanfaatan mikroalga sebagai agen biologis dalam menyerap CO_2 secara efisien melalui proses fotosintesis. Mikroalga dapat mengubah CO_2 menjadi biomassa dan oksigen, sehingga sangat berpotensi menjadi solusi alami dalam menurunkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer [3]. Upaya penyerapan CO_2 dengan mikroalga memiliki banyak keunggulan karena mikroalga tumbuh cepat, memiliki efisiensi fotosintetik yang tinggi, serta merupakan sumber daya hayati yang dapat diperbarui. Mikroalga juga tidak memerlukan lahan luas dan memiliki fleksibilitas dalam media kultur, sehingga sangat cocok diaplikasikan dalam sistem tertutup[4]. Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa

mikroalga dapat menjadi alternatif sumber bahan bakar (biofuel) karena mampu menghasilkan senyawa lipid dan protein dalam jumlah signifikan [5]. Salah satu mikroalga yaitu *Chlorella pyrenoidosa*, yang dikenal memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap CO_2, tumbuh cepat, dan mudah dibudidayakan [6]. Mikroalga ini tidak hanya digunakan dalam mitigasi emisi karbon, tetapi juga berperan dalam produksi bioenergi, pakan ternak, dan suplemen nutrisi [7].

Dalam penelitian ini, *Chlorella pyrenoidosa* dimanfaatkan sebagai organisme utama dalam sistem fotobioreaktor (FBR) tertutup untuk menyerap CO_2 dalam ruangan. FBR tertutup merupakan sistem budidaya mikroalga menggunakan wadah yang memungkinkan kontrol intensif terhadap parameter lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, aerasi, dan konsentrasi CO_2. Sumber cahaya digantikan dengan lampu LED yang hemat energi dan mampu menghasilkan spektrum sesuai kebutuhan fotosintesis [8]. Sistem ini dinilai efisien karena meminimalisasi kehilangan CO_2 dan kontaminasi eksternal, menjadikannya ideal untuk aplikasi skala laboratorium maupun komersial [9].

Penelitian oleh Santoso *et al.* (2020) menunjukkan bahwa optimasi aliran CO_2 dalam FBR dapat meningkatkan produktivitas biomassa *Chlorella* sp hingga 0,405 g/L dan penyerapan CO_2 sebesar 0,638 g/gram biomassa [10]. Sementara itu, Hakim (2024) berhasil menunjukkan peningkatan kadar CO_2 terlarut hingga 33,44 mg/L menggunakan *Chlorella vulgaris* dalam fotobioreaktor portabel [11]. Studi lain oleh Hossain *et.al* (2023) juga menunjukkan keberhasilan *Chlorella Vulgaris* dalam mengubah CO_2 menjadi biomassa dengan hasil 0,071 g/L[12].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja fotobioreaktor tertutup berbasis mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* dalam meningkatkan penyerapan CO_2 di lingkungan tertutup. Dengan mengoptimalkan variabel operasional dan mengukur kadar CO_2 terlarut sebagai indikator utama, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi biokonversi CO_2 yang ramah lingkungan dan sejalan dengan prinsip konservasi dalam Islam.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
BANDUNG

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang perlu dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja fotobioreaktor tertutup berbasis mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* dalam menyerap CO_2 dalam ruangan?
2. Bagaimana dinamika kepadatan sel yang dihasilkan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* fotobioreaktor dalam ruangan?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, penelitian ini akan dibatasi pada beberapa masalah berikut:

1. Mikroalga yang digunakan adalah jenis *Chlorella pyrenoidosa* yang didapatkan dari Balai Besar Perikanan Air Payau (BBPAP) Jepara.
2. Fotobioreaktor yang digunakan berbentuk tabung silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 35 cm.
3. Sumber cahaya yang digunakan adalah lampu LED.
4. Pembuatan Desain Fotobioreaktor dengan metode *Sketcup.*
5. Analisis kadar CO_2 pada mikroalga yang terserap dengan menggunakan metode titrasi.
6. Ukuran rungannya sekitar 7,96× 11,15 × 3 meter.

UIN
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang diajukan, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja fotobioreaktor tertutup berbasis mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* dalam menyerap CO_2 dalam ruangan.
2. Menentukan dinamika kepadatan sel yang dihasilkan mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* fotobioreaktor dalam ruangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini dapat menambah pengetahuan ilmiah mengenai pemanfaatan mikroalga *Chlorella Pyrenoidosa* dalam fotobioreaktor tertutup sebagai teknologi yang efektif untuk mitigasi emisi CO_2 dan inovasi CCS.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG