

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara menyebabkan penurunan kualitas udara yang berdampak pada kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan. Pencemaran udara disebabkan oleh aktivitas manusia seperti limbah industri, transportasi dan kebakaran hutan. Pencemaran udara mengakibatkan emisi karbon dioksida ( $CO_2$ ) di udara meningkat (Hutabarat, 2010). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.107 Tahun 2015 ambang batas kadar  $CO_2$  di dalam ruangan adalah kurang dari 1000 ppm. Kadar  $CO_2$  yang tinggi di dalam tubuh manusia dapat menyebabkan *asidosis* (keracunan karbon dioksida). *Asidosis* menyebabkan oksigen dalam darah sulit untuk dilepaskan ke dalam sel tubuh, sehingga tubuh kekurangan oksigen (Handayani dkk., 2015).

Pengontrolan tingkat emisi  $CO_2$  pada suatu ruangan dibutuhkan, agar tidak mencapai ambang batas sebesar 1000 ppm. Emisi  $CO_2$  dapat dikontrol dengan menggunakan mikroalga di dalam fotobioreaktor (Cheng dkk., 2005). Mikroalga adalah organisme mikroskopis berdiameter antara (3 -30)  $\mu m$  yang dapat ditemukan di perairan air tawar dan air laut. Mikroalga menyerap emisi  $CO_2$  bersama dengan cahaya pada proses fotosintesis sehingga menghasilkan glukosa dan  $O_2$  (Daniyati dkk., 2012). Jenis mikroalga yang paling banyak dimanfaatkan untuk mitigasi emisi gas  $CO_2$  salah satunya adalah *Chlorella vulgaris* karena jenis ini mudah ditemukan hampir di seluruh wilayah perairan Indonesia. *Chlorella vulgaris* juga dapat berfotosintesis dengan menggunakan sumber cahaya buatan sehingga dapat dikembangbiakan di dalam ruangan (Bernard dkk., 2016).

Fotobioreaktor dirancang untuk mengoptimalkan kemampuan mikroalga dalam mereduksi emisi CO<sub>2</sub>. Fotobioreaktor merupakan gabungan antara bioreaktor dengan sumber cahaya (Jordening dan Winter, 2005). Bioreaktor adalah tempat terjadinya reaksi yang melibatkan organisme tertentu menjadi suatu hasil yang dikehendaki. Fotosintesis merupakan reaksi yang terjadi di dalam fotobioreaktor, mikroalga berperan sebagai reaktornya, dan oksigen (O<sub>2</sub>) merupakan keluaran proses tersebut. Sumber cahaya dapat berupa sinar matahari dan sinar buatan yang berasal dari *Light Emitting Diode* (LED) berfungsi untuk membantu proses fotosintesis di dalam fotobioreaktor. (Rusdiani dkk, 2016).

Perancangan fotobioreaktor pada mikroalga untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub> telah banyak dikembangkan sebelumnya. Santoso dkk. (2010) merancang fotobioreaktor untuk mereduksi emisi CO<sub>2</sub> pada cerobong industri. Pengukuran konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> yang tereduksi dilakukan dengan metode berat kering biomassa dan perhitungan persamaan gas ideal. Hasil yang didapat berupa penurunan konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> dari *boiller* setelah melewati fotobioreaktor sebesar 1-4% volume/hari. Penelitian ini tidak menggunakan alat ukur maupun sensor untuk mengukur konsentrasi emisi CO<sub>2</sub>, sehingga perlu adanya pengembangan yang lebih lanjut dari penelitian ini.

Konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> perlu diukur untuk mengetahui besar volume konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> yang dapat diserap oleh mikroalga dalam fotobioreaktor. Rosa dkk. (2020) telah merancang alat monitoring kadar gas berbahaya CO<sub>2</sub> di dalam ruangan menggunakan sensor MQ-135. Sensor MQ-135 berbahan dasar SnO<sub>2</sub> yang merupakan bahan semikonduktor. SnO<sub>2</sub> memiliki konduksivitas lebih

rendah di udara bersih, sehingga ketika sensor terpapar emisi CO<sub>2</sub> konduksivitas sensor akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi emisi CO<sub>2</sub>. Pengukuran sensor dilakukan dengan membandingkan nilai konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> terhadap tegangan keluaran yang terbaca dari sensor. Jika nilai konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> meningkat maka tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor akan semakin kecil. Alat ini dirancang khusus untuk mengukur konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> di lingkungan industri, sehingga perlu dilakukan pengujian ulang apakah alat ini cocok untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> yang mampu diserap oleh mikroalga dalam fotobioreaktor.

Nurliah dkk. (2020) merancang alat ukur konsentrasi CO<sub>2</sub> menggunakan sensor MG-811. Keluaran dari sensor berupa tegangan keluaran dari sensor. Semakin tinggi kadar gas yang terdeteksi maka akan semakin kecil tegangan keluaran yang dihasilkan sensor tersebut. Kelemahan dari sistem ini adalah harga sensor yang tidak ekonomis dan sensor ini menggunakan prinsip elektrokimia sehingga ketika sensor *overheat* akan mempengaruhi sensitivitas sensor dalam membaca konsentrasi emisi CO<sub>2</sub>.

Abdurrachman dkk. (2020) merancang sistem untuk mengukur konsentrasi gas CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> untuk pengamatan emisi dari pembakaran sampah rumah tangga. Sensor NDIR (Infamerah Non-dispertif) digunakan pada sistem ini. Sensor NDIR terdiri dari sumber inframerah, detektor inframerah, filter optik dan ruang pengukuran. Sensor ini memanfaatkan kemampuan gas CO<sub>2</sub> dalam menyerap intensitas gelombang inframerah. Perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh detektor sebanding dengan konsentrasi total gas CO<sub>2</sub> di dalam ruang

pengukuran. Kelemahan dari sistem ini adalah harga sensor tidak ekonomis dan ukuran sensor yang besar, sehingga tidak fleksibel untuk aplikasi tertanam yang diintegrasikan ke dalam sistem lain seperti fotobioreaktor mikroalga.

Berdasarkan permasalahan dan hasil penelitian yang telah dijabarkan maka akan dilakukan maka akan dikembangkan Sistem Mitigasi Emisi CO<sub>2</sub> Pada Ruangan Menggunakan Fotobioreaktor Mikroalga Berbasis Sensor MQ-135. Mikroalga *Chlorella vulgaris* digunakan karena dapat menghasilkan konsentrasi O<sub>2</sub> yang tertinggi dibandingkan jenis mikroalga lainnya. Konsentrasi O<sub>2</sub> yang dihasilkan sekitar 20,9%-21,7% (Biolita dan Harmadi, 2017). Sistem dirancang menggunakan fotobioreaktor *annular* dengan sumber cahaya LED (merah, biru dan hijau) dan cahaya matahari. Suhu fotobioreaktor diatur dengan rentang 23°C hingga 30°C agar mikroalga *Chlorella vulgaris* dapat tumbuh dan berkembangbiak dengan baik (Nurhayati dkk., 2013). Penginjeksian gas CO<sub>2</sub> pada fotobioreaktor sebesar 2 L/min (Biolita dan Harmadi, 2017). Sensor MQ-135 berfungsi sebagai detektor emisi CO<sub>2</sub> pada fotobioreaktor. Sensor MQ-135 digunakan karena memiliki sensitivitas dan selektivitas yang baik terhadap emisi CO<sub>2</sub>.

## 1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem mitigasi emisi CO<sub>2</sub> pada ruangan menggunakan fotobioreaktor mikroalga berbasis sensor MQ-135. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dan peneliti selanjutnya, agar dapat mengoptimalkan lagi pemanfaatan fotobioreaktor mikroalga sebagai sistem mitigasi emisi CO<sub>2</sub>.

### 1.3 Batasan Masalah

Perancangan merancang sistem mitigasi emisi CO<sub>2</sub> pada ruangan menggunakan fotobioreaktor mikroalga berbasis sensor Sensor MQ-135 dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Sistem detektor yang digunakan adalah sensor MQ-135.
2. Menggunakan fotobioreaktor *annular* dan mikroalga *Chlorella vulgaris*.
3. Fotobioreaktor dirancang dengan tinggi 25 cm dan diameter 7 cm yang ditempatkan dalam ruangan berukuran 30 cm x 30 cm x 50 cm.
4. Suhu di dalam fotobioreaktor diatur dalam rentang (23-30) °C.
5. Emisi CO<sub>2</sub> yang dapat di deteksi oleh sistem sebesar (0-1000) ppm.
6. Sumber cahaya berupa LED (merah, biru dan hijau) dan cahaya matahari.
7. Keluaran berupa nilai konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> yang tereduksi oleh mikroalga dan besar suhu di dalam fotobioreaktor.
8. Lutron MCH-383SD dan termometer digital digunakan sebagai alat pembandin=

