

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gas karbondioksida (CO_2) menjadi emisi terbesar yang dilepaskan ke udara akibat aktivitas makhluk hidup terutama manusia, sekitar 90% emisi gas karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan diperoleh dari pembakaran hutan dan pembakaran bahan bakar fosil [1]. Selain itu, emisi gas karbondioksida (CO_2) juga dihasilkan oleh setiap organisme melalui respirasi sel dimana organisme tersebut memperoleh energi dari penguraian glukosa, lemak, dan asam amino dengan oksigen sebagai bagian dari metabolismenya [2]. Gas karbondioksida merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau, tidak reaktif, dan memiliki massa jenis sebesar $1,53 \text{ g/cm}^3$. Gas ini dapat menyebabkan sakit kepala, kerusakan saluran pernapasan, hingga kematian bergantung pada konsentrasi yang terserap oleh tubuh. Banyak upaya yang dapat dilakukan salah satunya yaitu menggunakan mikroorganisme bersel satu yang dikenal sebagai mikroalga.

Mikroalga merupakan tumbuhan akuatik berukuran kecil yang memiliki potensi dalam penyerapan emisi gas karbondioksida (CO_2) dan mampu menghasilkan oksigen (O_2) [3]. Mikroalga mampu menjadi sumber daya terbarukan karena perkembangbiakannya cukup cepat dan mudah. Selain itu, kemampuan penyerapan gas karbondioksida (CO_2) oleh mikroalga memiliki efisiensi yang cukup tinggi dapat menyerap hingga 10 – 50 kali lebih cepat dari tumbuhan darat. Gas karbondioksida (CO_2) memiliki fungsi yang mutlak sebagai sumber karbon (C) utama bagi mikroalga dalam melakukan fotosintesis [4]. Penelitian mikroalga telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir, salah satu jenis mikroalga yang banyak digunakan dalam mengurangi emisi gas karbondioksida (CO_2) yaitu *Chlorella vulgaris*.

Mikroalga *Chlorella vulgaris* banyak ditemukan di seluruh wilayah Indonesia dan memiliki umur sel lebih lama dibandingkan dengan jenis mikroalga lainnya yaitu mencapai 60 hari. Mikroalga *Chlorella vulgaris* mampu melakukan fotosintesis dengan bantuan sumber cahaya buatan seperti cahaya lampu. Mikroalga jenis ini juga mampu hidup di air tawar, pada perairan dengan salinitas rendah atau tinggi dan dapat menyerap logam berat seperti Cd, Zn, Pb, dan Cu [5].

Pembudidayaan mikroalga sangat diperlukan media sebagai sumber nutrisi bagi mikroalga sehingga mikroalga mampu berkerja secara optimal. Sumber nutrisi mikroalga dapat ditemukan dalam pupuk khusus yang mengandung nutrisi bagi mikroalga. Nutrisi yang dibutuhkan mikroalga dalam jumlah besar yaitu karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor (P) dengan rasio umumnya yaitu (56:9:1). Kebutuhan nutrisi mikroalga ini dapat ditemukan dalam limbah cair tahu, hal ini dikarenakan limbah cair tahu banyak mengandung senyawa-senyawa organik seperti amoniak, fosfat, dan nitrat [6].

Limbah cair tahu merupakan limbah yang dihasilkan oleh industri tahu yang berbentuk cair. Pada proses produksinya industri tahu menghasilkan limbah padat berupa ampas kedelai dan limbah cair berupa air sisa perendaman kedelai, pencucian kedelai, penggumpalan tahu, dan pengepresan tahu. Sebagian besar industri tahu belum memiliki unit pengolahan limbah, sehingga limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke perairan tanpa adanya pengolahan atau penetralan terlebih dahulu [7]. Hal ini yang membuat banyak perairan yang terkontaminasi oleh limbah dari industri tahu. Limbah cair tahu mengandung senyawa organik dengan konsentrasi tinggi sehingga dapat menyebabkan pencemaran air dan turunnya kualitas air apabila langsung dibuang begitu saja pada perairan. Oleh karena itu, banyak upaya yang dapat dilakukan dalam mengatasi pencemaran air akibat limbah cair tahu salah satunya dengan memanfaatkannya sebagai media tumbuh tanaman air seperti mikroalga.

Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai pemanfaatan mikroalga untuk penangkapan emisi gas karbondioksida (CO_2) dengan berbagai jenis mikroalga dan media tumbuh yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2024) mengenai efektivitas rancangan fotobioreaktor *portable* berbentuk tabung berbasis mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk penangkapan CO_2 dalam ruangan. Hasil penelitian menunjukkan fotobioreaktor dalam bentuk tabung yang telah dikembangkan dapat menjadi solusi penangkapan gas CO_2 dalam ruangan dengan menghasilkan kepadatan sel mikroalga mencapai $51,540 \times 10^6$ sel/mL dan penyerapan CO_2 tertinggi terjadi pada hari ke-5 dengan kadar CO_2 terlarut sebesar 33,44 mg/L. Penelitian lain yang dilakukan oleh Yulinda (2020) mengenai pengaruh pemberian limbah cair tahu dengan berbagai konsentrasi yang berbeda

terhadap kandungan protein *Chlorella pyrenoidosa*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi limbah cair tahu yang digunakan sebagai media tumbuh mikroalga tersebut memberi pengaruh terhadap kadar protein mikroalga dengan hasilnya pada konsentrasi 10% diperoleh kadar protein mikroalga sebesar 56,40%, pada konsentrasi 15% sebesar 57,99%, dan pada konsentrasi 20% sebesar 58,61% [8] [9]. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Fadilla (2022) mengenai pengaruh pemberian lindi hasil penyaringan dengan dosis berbeda terhadap kelimpahan *Chlorella sp.* Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan *Chlorella sp.* yang tertinggi terjadi pada P2 (konsentrasi 10%) yaitu sebanyak 2250×10^3 sel/mL pada hari ke-10 dan kelimpahan *Chlorella sp.* terendah terjadi pada P5 (konsentrasi 25%) sebanyak 1650×10^3 sel/mL pada hari puncak ke-10 [10].

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian pengaruh konsentrasi limbah cair tahu sebagai media kultivasi mikroalga *Chlorella vulgaris* dalam upaya penangkapan emisi gas CO₂. Variasi konsentrasi limbah cair tahu yang digunakan yaitu (0, 5, 10, 15, 20, dan 40) %.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap kinerja *Chlorella vulgaris* dalam penangkapan CO₂?
2. Bagaimana kepadatan sel mikroalga *Chlorella vulgaris* menggunakan media limbah cair tahu selama penangkapan CO₂?
3. Bagaimana efisiensi penyerapan nutrisi mikroalga *Chlorella vulgaris* pada media limbah cair tahu?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Kultivasi mikroalga *Chlorella vulgaris* dilakukan dalam botol kaca dengan adanya sinar lampu LED (3000 lux).
2. Pengkulturan mikroalga *Chlorella vulgaris* awal dilakukan menggunakan media pupuk kw21.

3. Variasi konsentrasi limbah cair tahu yang digunakan sebagai media *Chlorella vulgaris* yaitu 0, 5, 10, 15, 20, dan 40 %.
4. Pengukuran kepadatan sel mikroalga *Chlorella vulgaris* dilakukan menggunakan alat *spektrofotometer visible* pada panjang gelombang 686 nm.
5. Analisis kadar karbondioksida (CO₂) terlarut dilakukan menggunakan metode titrasi alkalimetri.
6. Konsentrasi limbah cair tahu yang diukur parameter air limbahnya yaitu pada konsentrasi 5, 10, 15 %.
7. Parameter air limbah yang diukur yaitu ammonia, nitrat, fosfat, BOD, dan COD.
8. Pengukuran kadar ammonia dilakukan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.30-2005.
9. Pengukuran kadar nitrat dilakukan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan IKM 7.2-1-3.8.01/LABLINGCMH.
10. Pengukuran kadar fosfat dilakukan menggunakan metode spektrofotometri berdasarkan SM APHA 24th Ed. 4500-P E, 2023.
11. Pengukuran kadar BOD dilakukan menggunakan metode BOD₅ berdasarkan SNI 6989.72:2009.
12. Pengukuran kadar COD dilakukan menggunakan metode titrimetri berdasarkan SNI 6989.73:2019.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengidentifikasi pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap kinerja *Chlorella vulgaris* dalam penangkapan gas CO₂.
2. Mengidentifikasi pengaruh konsentrasi limbah cair tahu terhadap kepadatan sel *Chlorella vulgaris* dalam penangkapan CO₂.
3. Mengidentifikasi efisiensi penyerapan nutrisi mikroalga *Chlorella vulgaris* pada media limbah cair tahu.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pada masyarakat mengenai pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media tumbuh mikroalga *Chlorella vulgaris* dalam upaya penangkapan emisi gas CO₂. Sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah cair tahu yang dibuang ke perairan sekaligus mengurangi emisi gas CO₂.

