

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global (*global warming*) merupakan fenomena yang menjadi masalah dunia pada beberapa dekade terakhir (Putra dkk., 2019). Pemanasan global adalah fenomena alam yang ditandai dengan meningkatnya suhu atmosfer, laut, dan daratan bumi yang terjadi secara global akibat peningkatan emisi gas rumah kaca (Septaria dkk., 2019). Menurut data yang dilansir National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), konsentrasi karbon dioksida (CO_2) di atmosfer semakin meningkat secara bertahap dan telah mencapai rata-rata 400 bagian per juta (ppm) pada tahun 2019 dimana tingkat amannya hanya 350 ppm. Hal tersebut memiliki dampak yang signifikan terhadap pemanasan global dan menyebabkan perubahan iklim (Yahya *et al.*, 2020). Aktivitas industri dan manusia yang mengeluarkan gas CO_2 menyebabkan perubahan iklim yang semakin cepat dengan dampak negatif yang nyata, seperti perubahan ekosistem, kenaikan permukaan laut, banjir, dan kekeringan (Ainurrohman & Sudarti, 2022).

Penangkapan dan penyimpanan CO_2 saat ini sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak CO_2 terhadap perubahan iklim. Teknik penangkapan dan penyimpanan CO_2 yang dilakukan sejauh ini dapat dibagi menjadi secara fisik dan biologis. Teknik secara fisik masih memiliki kelemahan, yaitu biaya yang tinggi karena pengembangan

teknologi yang terus menerus disesuaikan untuk menangkap, mengangkut dan menyimpan CO₂. Metode alternatif yang dapat dilakukan yaitu menggunakan teknik secara biologis. Salah satu agen biologis yang berpotensi menyerap CO₂ adalah mikroalga (Kumar *et al.*, 2011). Mikroalga dianggap sebagai pendekatan alternatif dalam pengikatan CO₂ yang berkelanjutan karena pertumbuhannya yang cepat dengan melakukan fiksasi karbon untuk membentuk biomassa yang dapat dimanfaatkan oleh manusia melalui proses fotosintesis (Aslam *et al.*, 2017).

Pada skala industri, kemampuan fiksasi CO₂ mikroalga harus tinggi untuk dapat diubah menjadi produk hilir yang berharga, seperti biofuel, nutrisi, pakan akuakultur, pupuk, dan lain-lain (Manzolini *et al.*, 2020). Laju fiksasi CO₂ dan biomassa mikroalga dapat meningkat apabila faktor lingkungan utamanya mendukung kebutuhan fotosintesis mikroalga. Selama pertumbuhannya, energi cahaya digunakan untuk melakukan fotosintesis guna menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan sel dan untuk mengikat CO₂ dalam siklus Calvin (Chen *et al.*, 2013). Paparan gas CO₂ juga merupakan bahan baku utama fotosintesis yang berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk molekul organik. Selain bahan baku utama fotosintesis, beberapa faktor tertentu seperti desain fotobioreaktor, pH, suhu, dan media nutrisi pertumbuhan dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroalga (Zhou *et al.*, 2017).

Arthrospira merupakan salah satu mikroalga dengan kemampuan fiksasi CO₂ dan produktivitas yang tinggi. Berbagai penelitian telah dilaporkan mengenai kemampuan produktivitas mikroalga di bawah paparan gas CO₂ yang berbeda. Misalnya, spesies *Arthrospira platensis* dilaporkan oleh Almomani *et al.* (2019) mampu tumbuh dengan baik pada paparan gas CO₂ pada konsentrasi 15%, sedangkan *Chlorella* sp. pada konsentrasi 10% (Kao *et al.*, 2014). Penelitian lain oleh Lima *et al.* (2018) juga menemukan bahwa produktivitas *Arthrospira* yang tinggi tumbuh pada intensitas cahaya sekitar 5.000 lux dengan produktivitas biomassa 148 mg/L/hari. Intensitas cahaya yang optimal berperan penting dalam pertumbuhan *Arthrospira* yang dapat dilihat dari peningkatan kepadatan optik sel. Tingkat pertumbuhan *Arthrospira* yang berbeda juga ditentukan oleh kepadatan optik yang bervariasi pada awal kultivasi (Maria *et al.*, 2010). Hasil produktivitas biomassa yang tinggi menunjukkan adanya kemampuan fiksasi CO₂ yang tinggi.

Beberapa parameter kondisi budidaya yang optimal, *Arthrospira* mampu menghasilkan produk biokimia yang kaya akan nutrisi. Misalnya, *Arthrospira maxima* telah dikenal dengan proteinnya yang tinggi sekitar 50-70% dan merupakan *cyanobacteria* yang mana dalam produktivitasnya menghasilkan pigmen berwarna biru yang disebut sebagai fikosianin. Hal ini membuatnya dimanfaatkan di dalam industri makanan (Kumar *et al.*, 2019). Komposisi biokimia biomassa mikroalga menjadi fokus lain sehubungan dengan fiksasi CO₂ mikroalga. Karena perwujudan dari

fiksasi karbon ini, biomassa yang dihasilkan dapat memberikan data penting mengenai metabolisme mikroalga dan mungkin dipertimbangkan dalam aplikasi industri (Zhu *et al.*, 2020).

Pemanfaatan mikroalga untuk mengurangi dampak pemanasan global dengan menyerap CO₂ dari udara atau emisi industri menjadi salah satu solusi yang layak sebagai sumber energi berkelanjutan dan terbarukan, yaitu biofuel. Produksi biofuel diperlukan untuk meminimalkan potensi dampak negatif lingkungan, seperti persaingan dengan tanaman pangan maupun ternak. Mikroalga dapat tumbuh dengan cepat untuk menghasilkan lebih banyak biofuel daripada tanaman darat yang pertumbuhannya membutuhkan waktu lama (Abreu *et al.*, 2023). Perwujudan dari biofuel, misalnya seperti biodiesel dapat diperoleh dari lipid mikroalga melalui proses transesterifikasi. Misalnya, CO₂ sebanyak 3% yang dimasukkan ke dalam kultivasi mikroalga *C. vulgaris*, menghasilkan total 21,3% asam lemak yang ditrans-esterifikasi untuk produksi biodiesel (Xie *et al.*, 2022).

Memiliki mikroalga yang unggul sangat penting untuk mengurangi CO₂. Dengan rekayasa bioproses, kondisi budidaya mikroalga dapat didesain untuk mengoptimalkan fiksasi CO₂ pada proses fotosintesis (Zhu *et al.*, 2020). Temuan penelitian oleh Satya *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kondisi kultivasi yang berbeda mempunyai pengaruh yang berbeda-beda juga terhadap pertumbuhan dan produktivitas mikroalga. Terutama kondisi intensitas cahaya yang merupakan salah satu faktor terpenting

untuk produksi biomassa dan CO₂ mitigasi (Soletto *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2013). Namun, perlu didukung juga oleh faktor-faktor lainnya secara simultan supaya mendapatkan hasil yang optimal.

Penelitian mengenai optimasi fiksasi biologis CO₂ oleh mikroalga secara simultan masih terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mencari kondisi budidaya yang optimum dari beberapa faktor yang mempengaruhi secara simultan. Penelitian ini dilakukan pada mikroalga *Arthrospira maxima* untuk meningkatkan kemampuan fiksasi CO₂ dari ketiga faktor (intensitas cahaya, volume CO₂, dan jumlah bibit) secara simultan dengan mengevaluasi produksi biomassa kering.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana kondisi intensitas cahaya, volume CO₂, dan jumlah bibit yang optimum untuk meningkatkan kemampuan fiksasi CO₂ dan produksi biomassa *A. maxima*?
- 1.2.2 Bagaimana produktivitas protein dan fikosianin *A. maxima* setelah dioptimasi?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui kondisi intensitas cahaya, volume CO₂, dan jumlah bibit yang optimum untuk meningkatkan kemampuan fiksasi CO₂ dan produksi biomassa *A. maxima*.
- 1.3.2 Mengetahui produktivitas protein dan fikosianin *A. maxima* setelah dioptimasi.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Memberikan informasi tentang kondisi intensitas cahaya, volume CO₂, dan jumlah bibit yang optimum untuk meningkatkan kemampuan fiksasi CO₂ dan produksi biomassa *A. maxima*.
- 1.4.2 Memberikan informasi tentang produktivitas protein dan fikosianin *A. maxima* setelah dioptimasi.