BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mikroalga, baik itu eukariotik atau *cyanobacteria* sedang menjadi topik penelitian yang banyak dilakukan beberapa tahun belakangan ini karena mikroalga memiliki potensi yang besar untuk menjadi sumber utama dari senyawa-senyawa yang bernilai tinggi, seperti antioksidan, karbohidrat, pigmen, lipid, dan juga protein (El-fayoumy et al., 2023). Hal tersebut berkaitan dengan kemampuan fotosintesis yang efisien, laju pertumbuhan yang cepat dan tinggi, siklus panen yang pendek, dan adanya peluang untuk mengoptimasi media pertumbuhan dengan biaya rendah serta strategi kultivasinya.

Karakteristik khusus dari alga adalah keberadaan klorofilnya, yang memungkinkan terjadinya fotosintesis di tiap sel individu (Ratomski & Hawrot-Paw, 2021). Keunggulan lain yang dimiliki mikroalga adalah kemungkinan pembudidayaannya di lahan non-subur atau terdegradasi (Klok et al., 2014). Mikroalga sebagai organisme yang melakukan fotosintesis, membutuhkan cahaya sebagai sumber energi, selain daripada CO₂, air. Untuk pertumbuhannya sendiri, dibutuhkan nutrisi anorganik, terutama nitrogen dan fosfat (Blair et al., 2014).

Pada bioproses *cyanobacteria*, penting untuk melakukan pengembangan alat-alat yang akan digunakan untuk mengendalikan ekspresi gen. Efisiensi dalam produksi akan tercapai apabila adanya pengembangan sistem ekspresi gen (Kobayashi et al., 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh (Guerrero et al., 2012), telah digunakan prinsip induksi secara kimia sebagai sistem regulasi gen, contohnya adalah *isopropyl-β-D-thiogalactopyranoside* (IPTG) yang dilakukan terhadap *strain cyanobacteria* air tawar dan air laut. Meskipun demikian, terdapat masalah-masalah yang timbul yang menyebabkan pengaplikasian induksi secara kimia terbatas, seperti ketidakmampuan regulasi gen yang ketat serta kebutuhan untuk menghilangkan bahan kimia penginduksi yang mahal dari kultur, dimana akan membuat kesulitan apabila dilakukan proses downstream. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem regulasi gen pengganti yang memiliki kemampuan lebih baik

dan efektif dari segi biaya. Menurut Kobayashi et al. (2019), sistem regulasi berbasis cahaya dapat menjadi alternatif untuk ekspresi gen pada mikroorganisme tanpa perlu menambahkan bahan kimia penginduksi ke dalam kultur.

Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan utama yang ikut terlibat dalam proses fotosintesis dan metabolisme sel mikroalga. Berdasarkan temuan Mulders (2014), regulasi jumlah kompleks pigmen-protein fungsional dari fotosistem dan jumlah pigmen ikut terlibat dalam proses fotoaklimasi, serta bergantung pada intensitas cahayanya. Dampak negatif dari pencahayaan berlebih terhadap mikroalga adalah kerusakan pada sel mikroalga melalui berbagai proses, contohnya adalah terbentuknya spesies reaktif oksigen (ROS) pada membran tilakoid (Sforza et al., 2012).

Pigmen yang terdapat pada mikroalga merupakan molekul-molekul yang dapat menyerap sebagian dari spektrum cahaya visual. Adapula bagian yang tidak diserap, akan dipantulkan dan ditangkap oleh pengelihat manusia sebagai warna. Pada mikroalga, berbagai molekul pigmen dihasilkan, seperti klorofil yang berwarna hijau, karotenoid yang berwarna merah/oranye/kuning, dan fikobiliprotein yang berwarna merah dan biru.

Salah satu contoh mikroalga yang sangat menjanjikan adalah dari golongan chlorophyta, yaitu *Chlorella vulgaris*. Penelitian sudah membuktikan bahwa ada banyak potensi bioteknologi dari biomassa yang dihasilkan oleh *Chlorella vulgaris*. Namun, diperlukan kualitas genome dan seperangkat transkripsi RNA yang baik agar dapat meningkatkan produktivitas biomassa dan metabolitnya.

Sebelumnya peningkatan terhadap produktivitas biomassa dan metabolit telah dilakukan melalui modifikasi tahap kultivasi. Menurut El-fayoumy et al (2023) kombinasi antara salinitas dan intensitas cahaya sebagai stresor pada *Chlorella vulgaris* menunjukkan potensi terhadap produksi densitas biomassa yang tinggi, lipid untuk biodiesel, dan senyawa antioksidan. Karotenoid merupakan pigmen yang terdapat mikroalga, seperti *Chlorella vulgaris*. Peran antioksidan dari karotenoid ini sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut berkaitan dengan gen yang menginduksi tingginya kandungan karotenoid *Chlorella vulgaris*.

Berdasarkan latar belakang di atas, pendekatan manipulasi bioteknologi dan modifikasi tahap kultivasi dianggap mampu meningkatkan senyawa antioksidan tersebut. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh strategi pada tahap kultivasi yaitu dengan variasi intensitas cahaya terhadap pertumbuhan, produksi pigmen, dan lipid pada mikroalga *Chlorella vulgaris*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahannya:

1. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap kurva laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris*?
2. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap total biomassa?
3. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap produksi pigmen dan komposisi biokimia pada *Chlorella vulgaris*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap kurva pertumbuhan.
2. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap total biomassa kering.
3. Mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap produksi pigmen dan komposisi biokimia.

1.4. Manfaat Penelitian

Memberikan pengetahuan dan wawasan terhadap pengaruh manipulasi bioteknologi sebagai strategi peningkatan senyawa yang ditargetkan pada mikroalga *Chlorella vulgaris*.