

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masyarakat, komunitas riset, dan pemangku kepentingan komersial memberikan perhatian besar terhadap bioteknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam beberapa tahun terakhir (Castiglia et al., 2021). Seiring dengan pesatnya peningkatan tuntutan masyarakat untuk mewujudkan masyarakat rendah karbon, minyak nabati semakin diminati sebagai sumber energi terbarukan pengganti bahan bakar fosil. Namun, produksi minyak untuk *biofuel* yang bersumber dari tumbuhan tingkat tinggi dikhawatirkan akan bersaing dengan produksi pangan sehingga akan meningkatkan harga pasar. Mikroalga berperan sebagai kandidat organisme penghasil minyak baru karena mikroalga tidak bersaing dengan produksi pangan (Baba & Shiraiwa, 2013). Mikroalga dianggap dapat mengatasi beberapa keterbatasan yang dimiliki tumbuhan. Mikroalga muncul sebagai *platform* bioteknologi yang efektif dan memberikan nilai tambah melalui eksploitasi senyawa bioaktif yang diperoleh dari biomasnya (Hamed, 2016). Mikroalga uniseluler memiliki metabolisme yang serbaguna, dan menjadikannya *platform* yang efisien dan ekonomis untuk mengakumulasi senyawa organik untuk aplikasi komersial (Gallo et al., 2020).

Spesies mikroalga yang berpotensi dalam produksi *biofuel* diantaranya yaitu *Phaeodactylum tricornutum*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella protothecoides*, *Botryococcus braunii*, dan *Nannochloropsis salina* (Tasić et al., 2016). Dari beberapa spesies tersebut, *Botryococcus braunii* merupakan salah satu yang paling menjanjikan untuk produksi *biofuel* karena kemampuan produksi lipidnya yang baik, bahkan bisa mencapai 65% (Tran et al., 2010). Namun, komposisi lipid dan profil asam lemak mikroalga sangat dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan lingkungan (Niitsu et al., 2012). Sel mikroalga dapat mengakumulasi lipid di bawah kondisi defisiensi

nutrisi atau tekanan lingkungan sebagai simpanan karbon yang kaya energi dan menghasilkan sejumlah karotenoid tambahan untuk mengurangi kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh kondisi stres (Shi et al., 2020). Kondisi stres tidak menguntungkan bagi akumulasi biomassa dan dapat menyebabkan kerusakan oksidatif, tetapi kandungan lipid meningkat menjadi lebih tinggi per biomassa. Meskipun terjadi peningkatan kandungan lipid per biomassa, tetapi produktivitas lipid totalnya lebih rendah karena terjadi penurunan biomassa akibat adanya stres (Choi et al., 2011). Berkurangnya produksi biomassa tentu mempunyai dampak negatif pada tingkat industri yang mana produksi lipid lebih penting dibandingkan kandungan lipid untuk satuan sel (Bazaes et al., 2012).

Kemajuan eksperimental masih diperlukan untuk meningkatkan dan memodulasi kandungan senyawa mikroalga. Rekayasa genetika merupakan pendekatan yang efektif untuk mendapatkan kinerja mikroalga yang lebih baik (Sun et al., 2019). Analisis ekspresi gen yang berperan dalam biosintesis lipid perlu dilakukan sebagai upaya dalam menyediakan sumber gen yang dapat dimanfaatkan untuk rekayasa genetik. Mikroalga pada umumnya cenderung mengakumulasi lipid dalam bentuk triasilgliserol ketika mengalami stres (Cakmak et al., 2012). Sementara itu, gen *LEC1* dan *MYB1* diketahui berperan dalam respons stres (Liu et al., 2021; Zhao et al., 2023) dan memodulasi gen yang berperan dalam biosintesis asam lemak (Khoo et al., 2023). Menurut Liu et al. (2021), sekitar 59% gen yang terkait dengan metabolisme lipid diregulasi dalam transgen *AtLEC1* yang dioverekspresi pada *Chlorella* sp.. Pada *Chlamydomonas reinhardtii*, transforman *MYB1*-OE mengakumulasi triasilgliserol sebanyak 1,9 hingga 3,2 kali lipat lebih banyak dibanding *parental line* dan total asam lemak juga meningkat secara signifikan (Zhao et al., 2023). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis ekspresi gen ortolog *LEC1* dan *MYB1* yang berhubungan dalam biosintesis lipid pada spesies mikroalga *Botryococcus braunii*. Isolat mikroalga ini teridentifikasi sebagai *Botryococcus braunii* berdasarkan ciri morfologi, yang mana belum terkonfirmasi pada tingkat

molekuler, sehingga sekuensing terhadap fragmen gen *18S rRNA* juga dilakukan pada penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan penelitian dapat dirumuskan dalam pertanyaan penelitian sebagai berikut,

- Apakah isolat koleksi mikroalga benar merupakan *Botryococcus braunii* berdasarkan bukti molekuler?
- Bagaimana pengaruh perlakuan salinitas terhadap pertumbuhan dan produksi lipid pada mikroalga *Botryococcus braunii*?
- Bagaimana ekspresi gen ortolog *LEC1* dan *MYB1* pada mikroalga *Botryococcus braunii* dalam cekaman salinitas?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengonfirmasi identitas isolat *Botryococcus braunii* menggunakan gen *18S rRNA* serta menganalisis respon pertumbuhan, produksi lipid, dan ekspresi gen ortolog *LEC1* dan *MYB1* pada mikroalga tersebut dalam cekaman salinitas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis yang diharapkan dari penelitian ini untuk menjelaskan mekanisme yang berperan dalam regulasi biosintesis lipid pada mikroalga *Botryococcus braunii* dalam kondisi cekaman, terutama salinitas, pada tingkat molekuler. Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk pengembangan bioteknologi untuk optimasi produksi bioenergi dari mikroalga dalam upaya mendukung ketahanan energi.