

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mikroalga adalah mikroorganisme uniseluler yang habitatnya berada di perairan dengan ukuran umumnya adalah 3-30  $\mu\text{m}$ . Mikroalga yang berklorofil dapat ditemukan di air tawar ataupun air laut. Sifat pada mikroalga hampir serupa dengan sifat tumbuhan multiseluler, namun pada mikroalga tidak ditemukan akar, batang, dan daun sejati. Mikroalga terbagi menjadi empat kelompok, diantaranya Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, dan Bacillariophyceae. Sebagian besar dari mikroalga ini dapat menghasilkan produk berupa pigmen, asam peptida, asam lemak, antioksidan, enzim, terpenoid, sterol, flavonoid, dan toxin (Gildantia *et al.*, 2022). Pertumbuhan mikroalga yang cepat dan tidak membutuhkan lahan subur ini merupakan salah satu keunggulan mikroalga, sehingga tidak berkompetisi dengan budidaya tanaman pangan lainnya. Selain itu, mikroalga memiliki kemampuan untuk diperbarui secara cepat (Siregar, 2023).

*Chlorella sorokiniana* merupakan organisme yang termasuk ke dalam eukariotik, yang mempunyai membran inti. Mikroalga ini menjadi salah satu spesies mikroalga yang menarik perhatian. Spesies mikroalga ini memiliki kemampuan untuk mengakumulasi lipid, protein, karbohidrat, dan antioksidan, di mana masing-masing konsentrasinya bergantung pada kondisi pertumbuhan (Georgiou *et al.*, 2024). Mikroalga *C. sorokiniana*

juga mengandung metabolit sekunder utamanya pada golongan fenolik dan flavonoid sehingga spesies ini memiliki kemampuan sebagai antioksidan (Safitri *et al.*, 2023). Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *C. sorokiniana* juga memproduksi metabolit sekunder salah satunya pigmen seperti karotenoid (Lizzul *et al.*, 2018).

Karotenoid adalah pigmen alami berwarna kuning, oranye, atau merah yang dapat diperoleh dari mikroba seperti mikroalga. Penerapan entitas mikroba untuk menghasilkan karotenoid menjadi sorotan karena banyaknya keuntungan yang ditunjukkan dibandingkan dengan ekstraksi dari tanaman (Papapostolou *et al.*, 2023). Karotenoid dapat ditemukan dikloroplas dan kromoplas pada tumbuhan tingkat tinggi dan mikroalga. Keberadaan karotenoid dalam organisme fotosintetik berfungsi selama proses fotosintesis. Karotenoid mempunyai dua peran utama, yaitu penangkap cahaya (*light harvesting*) dan perlindungan terhadap cahaya (*photoprotection*). Dalam pencahayaan yang redup karotenoid berfungsi sebagai pigmen tambahan, di mana karotenoid akan menangkap cahaya dan memindahkan energi yang dihasilkan ke klorofil. Sementara dalam pencahayaan yang terlalu terang, karotenoid berperan sebagai pelindung cahaya. Karotenoid akan menghindari kerusakan pada molekul klorofil dengan menyerap dan mendistribusikan kelebihan energi yang mampu membebani klorofil. Karotenoid juga berperan untuk keberlangsungan hidup sel mikroalga. Mereka secara fisik mampu menstabilkan membran

dan menghapus keadaan triplet klorofil, dapat menetralkan senyawa oksigen reaktif dan radikal bebas (Mostafa & Hasnem., 2024)

Produksi pigmen pada mikroalga dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah suhu (Prihanto *et al.*, 2022). Suhu dapat memengaruhi laju pertumbuhan mikroalga. Suhu tinggi meningkatkan stres oksidatif sehingga menyebabkan peningkatan kadar karotenoid sebagai reaksinya. Terjadinya stress oksidatif dikarenakan adanya akumulasi *Reactive Oxygen Species* (ROS) berlebih. ROS merupakan spesies kimia reaktif yang mempunyai satu elektron tidak berpasangan diorbit terluar, ROS ini menjadi sinyal bagi sel mikroalga memproduksi karotenoid sebagai antioksidan untuk meredam kadar ROS berlebih. Antioksidan akan berinteraksi dengan radikal bebas dan menghentikan reaksi berantai sebelum merusak sel (Handra *et al.*, 2019). Pada mikroalga *Dunaliella salina*, variasi suhu dapat menyebabkan akumulasi  $\beta$ -karoten (Mostafa & Hashem., 2024). Peningkatan suhu di atas batas optimal (25-35°C) pada mikroalga *Chlorella vulgaris* menyebabkan stres dan mengurangi jumlah sel, namun mikroalga dapat mengurangi efek stres panas ini dengan meningkatkan produksi metabolit sekunder seperti pigmen karotenoid yang berfungsi untuk melindungi struktur fotosintesis dari adanya kerusakan oksidatif (Brück *et al.*, 2024).

Meskipun telah terdapat penelitian yang membahas pengaruh suhu terhadap produksi karotenoid oleh mikroalga, namun studi yang fokus pada *C. sorokiniana* masih terbatas. Pemahaman mendalam mengenai interaksi

ini akan memberikan wawasan guna mengoptimalkan produksi karotenoid oleh mikroalga khususnya *C. sorokiniana*. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji secara sistematis pengaruh cekaman suhu berdasarkan variasi waktu inkubasi terhadap produksi karotenoid.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh cekaman suhu berdasarkan variasi waktu inkubasi terhadap viabilitas sel, produksi karotenoid, dan keberadaan ROS pada mikroalga *Chlorella sorokiniana*?

## **1.3. Tujuan**

Mengetahui viabilitas sel mikroalga, produksi karotenoid, dan keberadaan ROS setelah diberikan cekaman suhu berdasarkan variasi waktu inkubasi pada mikroalga *Chlorella sorokiniana*.

## **1.4. Manfaat**

Memberikan informasi mengenai potensi *C. sorokiniana* dalam produksi karotenoid sebagai bahan baku berbagai industri.