

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroalga merupakan organisme fotosintetik yang memiliki peran penting sebagai sumber pakan alami dalam budidaya perairan, khususnya pada tahap larva udang vanamei. *Thalassiosira* sp. termasuk mikroorganisme yang memiliki kandungan nutrisi kompleks dan asam lemak esensial seperti EPA dan DHA yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan larva udang (Jessica *et al.*, 2024). Teknik kultur yang tepat sangat penting untuk memperoleh biomassa mikroalga yang optimal dalam pemenuhan kebutuhan pangan larva secara langsung. Habitat *Thalassiosira* sp. sangat tergantung dengan kualitas air seperti salinitas media kultur.

Salinitas menjadi parameter kualitas air penting yang memengaruhi tekanan osmotik air, sehingga berdampak pada tingkat pertumbuhan dan kepadatan populasi mikroalga. *Thalassiosira* sp. memiliki toleransi terhadap variasi salinitas yang sangat luas, namun responnya dapat bervariasi tergantung pada spesies dan kondisi kultur. Salinitas dimanfaatkan untuk mendukung peningkatan biomassa serta konsentrasi pigmen pada sel mikroalga (Angraeni *et al.*, 2022). Tinggi

atau rendahnya salinitas dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan *Thalassiosira* sp. (Ilhami & Rizal *et al.*, 2018).

Berdasarkan hal itu, dilakukan penelitian tentang pengaruh berbagai tingkat salinitas terhadap kepadatan populasi dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. Tujuan penelitian ini adalah menentukan dampak perbedaan salinitas terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan, serta untuk mengetahui salinitas optimal dalam proses kultur *Thalassiosira* sp. pada skala laboratorium.

1.2 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah menganalisis kepadatan dan laju pertumbuhan *Thalassiosira* sp. dengan salinitas berbeda, serta menentukan salinitas optimal dalam proses kultur *Thalassiosira* sp. pada skala laboratorium.

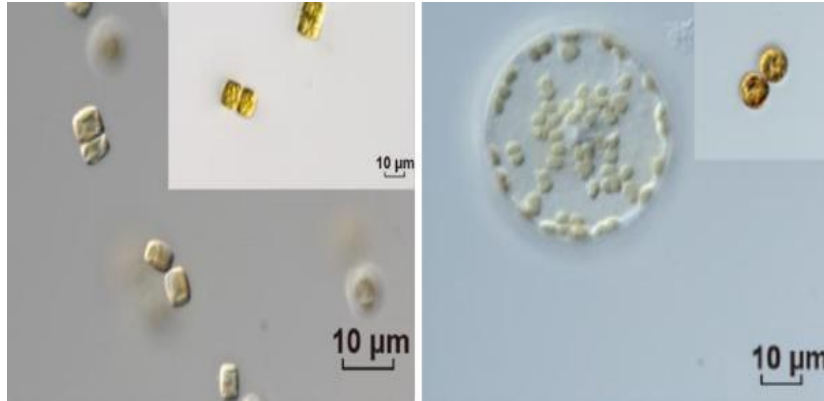
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi *Thalassiosira* sp.

Thalassiosira sp. adalah jenis diatom dan termasuk kelas *Bacillariophyta* yang paling umum ditemukan di perairan (Panjaitan *et al.*, 2015). Memiliki karakteristik diatom unik dengan selnya yang tersusun dari silika dan karbon (Kociolek *et al.*, 2015). Menurut (Setiarto, 2020), diatom ini memiliki ciri khas yang tersusun atas kandungan silika pada dinding selnya dengan warna cangkang yang bening, serta terdapat lubang pada area dinding sel yang tampak seperti saringan dan lubang-lubang yang berfungsi sebagai filter. Klasifikasi *Thalassiosira* sp. menurut (Adriana *et al.*, 2017) adalah:

Kelas	: <i>Bacillariophyceae</i>
Ordo	: <i>Bacillariales</i>
Family	: <i>Thalassionemataceae</i>
Genus	: <i>Thalassiosira</i>
Spesies	: <i>Thalassiosira</i> sp.



Gambar 1. *Ligh microscopy of Thalassiosira sp.* (Liu *et al.*, 2021)

2.2 Morfologi *Thalassiosira sp.*

Secara umum, *Thalassiosira sp.* memiliki warna yang transparan atau kekuningan. Namun, beberapa spesies diantaranya memiliki warna hijau kecoklatan atau kehijauan karena mengandung kloroplas discoid yang berwarna kuning kecoklatan. Perubahan warna tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti cahaya, nutrisi, media kultur dan kondisi lingkungan lainnya.

Ukuran *Thalassiosira sp.* berbeda tergantung spesies dan kondisi lingkungan hidupnya. Bentuknya terlihat bulat dengan sel bersilika yang dilengkapi dengan dua kutub terdiri dari epivalve berukuran lebih besar dan hipovalve yang ukurannya lebih kecil. Sel-sel yang dimiliki berbentuk rantai lurus dan melengkung. Struktur rantai koloni ini dihubungkan oleh benang halus yang disebut kitin. Panjangnya berkisar antara 4-32 µm (Devianti *et al.*, 2022). Menurut

(Guiry *et al.*, 2021) *Thalassiosira* sp. memiliki beberapa komponen penting yang membentuk cangkang (*frustule*). Berikut komponen utama struktur tubuh *Thalassiosira* sp.:

- a. Cangkang (*frustule*) merupakan cangkang yang terdiri dari dua bagian epivalve dan hipovalve. Epivalve adalah bagian atas yang berfungsi menutupi dan melindungi sel. Hipovalve adalah bagian bawah yang berfungsi melindungi sel dan memiliki ukuran lebih besar dari epivalve. Memiliki pola segmen pada cangkang, seperti pola spiral atau heliks.
- b. Raphe merupakan pusat rapat yang berada pada salah satu sisi sel, berfungsi sebagai penghubung epivalve dan hipovalve. Struktur raphe terdiri dari rangkaian saluran atau pori-pori yang membentuk garis atau pola pada permukaan cangkang. Raphe berperan dalam gerakan sel dan membantu fiksasi sel pada substrat.
- c. Areola merupakan struktur pada permukaan cangkang. Areola berupa pola lubang-lubang kecil atau pori yang terdistribusi secara teratur di permukaan cangkang.
- d. Struktur silika yaitu berupa dinding sel pada diatom *Thalassiosira* sp. yang terbuat dari silika. Dinding silika berfungsi sebagai kekuatan dan perlindungan serta dapat digunakan sebagai pola khusus dalam mengidentifikasi spesies *Thalassiosira* sp.

2.3 Habitat *Thalassiosira* sp.

Thalassiosira sp. merupakan diatom yang bersifat euritermal yang mampu hidup pada rentang suhu yang tinggi, yaitu pada kisaran 4-35°C (Fadila *et al.*, 2021) dengan temperatur optimal 21°C (Palanisamy *et al.*, 2022). Menurut (Erlangga *et al.*, 2021), kisaran parameter kualitas air optimal untuk kultur *Thalassiosira* sp. di skala laboratorium meliputi salinitas 25-32 ppt, suhu 25-30°C, serta pH 6,5-8,0. Kualitas air yang melebihi atau dibawah batas optimum tersebut akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan sel *Thalassiosira* sp. Persebarannya dapat ditemukan pada perairan utara Antartika hingga belahan bumi selatan *Cape Town* (Karimah, 2018). Berdasarkan persebaran yang sangat luas ini menjadikan banyak spesies yang telah ditemukan, antara lain *T. pseudonama*, *T. wessflogi*, *T. antarctica* *omber*, *T. hyaline* (Azzahra, 2020).

2.4 Kandungan Nutrisi *Thalassiosira* sp.

Thalassiosira sp. memiliki kandungan nutrisi yang penting bagi ekosistem laut secara keseluruhan. Adapun kandungan nutrisi *Thalassiosira* sp. berupa 21,85-37% protein, 2,41-10%, lemak dan karbohidrat 17-21% (Erlangga *et al.*, 2021). Dikarenakan kandungan nutrisi yang tinggi, *Thalassiosira* sp. dijadikan sebagai sumber energi dalam proses metabolisme.

2.5 Fase Pertumbuhan *Thalassiosira* sp.

Secara umum, sebagian besar diatom bereproduksi dengan pembelahan sel sehingga sel anak terbentuk di dalam sel tua oleh mitosis (Ma'rufatin, 2016). Fase pertumbuhan *Thalassiosira* sp. terbagi menjadi lima fase, diantaranya fase adaptasi (*lag phase*), fase logaritmik (*logarithmic phase*), fase stasioner (*stationary phase*), fase penurunan laju pertumbuhan (*phase of declining growth rate*), fase kematian (*death phase*) (Sanjaya & Danakusumah, 2018). Fase pertumbuhan tersebut dapat dilihat pada (gambar 2) dan diuraikan sebagai berikut:

1. Fase Adaptasi (*Lag phase*)

Fase adaptasi adalah waktu untuk penyesuaian terhadap lingkungan baru dikarenakan media yang cenderung berbeda dengan lingkungan sebelumnya (Angraeni *et al.*, 2019). Menurut (Meria *et al.*, 2021) peningkatan sel pada fase ini masih sedikit karena belum terjadi pembelahan sel secara menyeluruh. Namun, secara fisiologis sel-sel mikroalga telah mempersiapkan proses pembelahan sel dengan memproduksi banyak enzim serta senyawa metabolisme yang dibutuhkan. Fase ini berlangsung selama kurang lebih 24 jam (Triswanto, 2011). Selama fase adaptasi berlangsung, sel-sel mikroalga akan lebih sensitif terhadap kandungan nutrisi, temperatur,

dan kondisi media kultur yang berbeda terhadap lingkungan aslinya (Elystia *et al.*, 2020).

2. Fase Logaritmik (*logarithmic phase*)

Pada fase ini, pertumbuhan sel meningkat pesat dalam periode tertentu karena senyawa metabolit yang diperlukan untuk pembelahan sel sudah tersedia. Perubahan warna menjadi lebih pekat menjadi penanda terjadinya fase ini (Triswanto, 2011). Fase logaritmik terjadi pada selang waktu kultur 24 jam hingga hari ke-3. Proses pemanenan dilakukan pada fase ini untuk mendapatkan biomassa yang maksimal. Selain itu, (Putra *et al.*, 2015) menyimpulkan bahwa pada fase ini kandungan protein *Thalassiosira* sp. sangat tinggi.

3. Fase stasioner (*stationary phase*)

Fase ketika pertumbuhan dan kematian mikroalga seimbang disebut dengan fase stasioner. Kondisi lingkungan yang tidak sesuai dalam mendukung pertumbuhan menjadi penyebab jumlah sel baru yang terbentuk hampir sama dengan jumlah sel yang mati (Putra *et al.*, 2015).

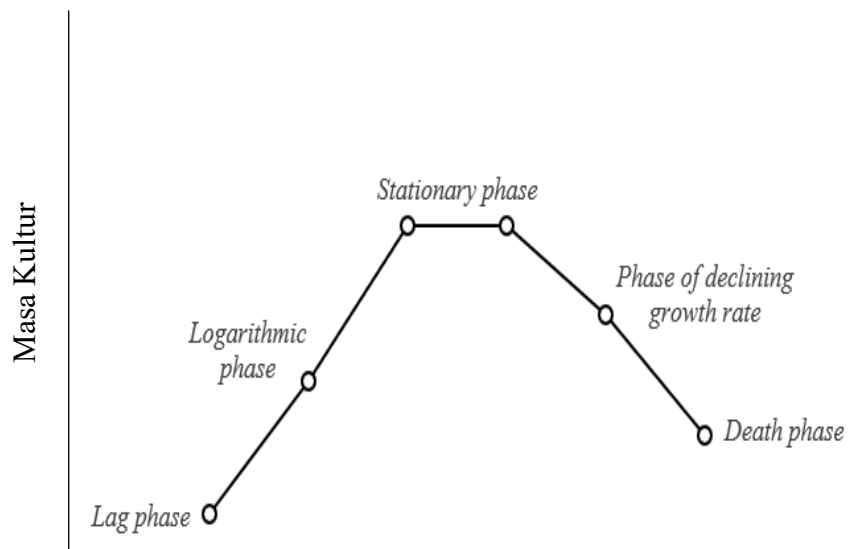
4. Fase penurunan laju pertumbuhan (*phase of declining growth rate*)

Fase penurunan laju ditandai dengan menurunnya kepadatan sel akibat berkurangnya nilai kualitas air, nutrisi dan cahaya yang terdapat dalam media kultur (Tewal *et al.*, 2021). Fase ini berlangsung

bersamaan dengan nutrisi pada media telah habis sehingga mengakibatkan kematian pada mikroalga.

5. Fase kematian (*death phase*)

Semakin buruk kondisi lingkungan akibat mikroorganisme sendiri, mengakibatkan jumlah sel yang mati melampaui pembentukan sel baru yang terbentuk dan populasi mikroalga mulai mengalami penurunan yang cepat. Fase inilah yang disebut fase kematian. Menurut (Yanuaris *et al.*, 2012) faktor kematian sel disebabkan oleh kepadatan sel yang terlalu tinggi sehingga terjadi kompetisi oksigen dan nutrisi dalam media kultur, serta menyebabkan penetrasi cahaya yang masuk ke media akan terhambat dan menghambat proses fotosintesis.



Gambar 2. Fase Pertumbuhan *Thalassiosira sp.*

2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Thalassiosira* sp.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan seperti intensitas cahaya dan kandungan nutrisi yang terlarut pada media kultur (Prasetyo *et al.*, 2022). Pupuk digunakan sebagai nutrisi bagi *Thalassiosira* sp. untuk memenuhi kebutuhan unsur hara pada media kultur. Pupuk juga berperan penting dalam keberhasilan proses kultur fitoplankton sehingga diperlukan komponen yang sesuai. Menurut (Prihardianto *et al.*, 2023) pupuk yang ditambahkan ke dalam media kultur dapat menambah jumlah kepadatan sel mikroalga. Unsur hara yang dibutuhkan terdiri dari senyawa-senyawa organik berupa nitrogen (N) dan fosfor (P) serta silikat (SiO_2) untuk jenis diatom (Sanjaya & Danakusumah, 2018). Menurut (Fadila *et al.*, 2021) kandungan pupuk N dan P dalam proses kultur berperan sebagai penunjang pertumbuhan, perkembangan, dan sebagai sumber protein bagi mikroalga.

Penggunaan pupuk dalam proses kultur *Thalassiosira* sp. berupa ethylenedraminetetraacetic acid (EDTA), silikat dan extra growth promoter (EGP) complete. EDTA digunakan sebagai buffer untuk menstabilkan pH media kultur. Sodium silikat adalah nama umum dari (Na_2SiO_2), umumnya diproduksi dengan mereaksikan alkali dan

silikon dioksida dalam kondisi padat. Silikat merupakan nutrient utama untuk pertumbuhan mikroalga jenis diatom. Kandungan silikat digunakan diatom untuk membangun dinding sel silikat atau frustule. Epizym AGP Complete merupakan media konsentrat lengkap untuk pertumbuhan alga laut dan fitoplankton. Epizym AGP Complete juga mengandung nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor dan kalium serta mikronutrien sekunder. Sehingga dapat menghasilkan kualitas dan kepadatan alga yang lebih tinggi. Kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga yang optimal dapat mengurangi stress dan kerusakan sel. Penggunaan pupuk sebagai suplai nutrisi mikroalga ini lebih efisien dan aman untuk mikroalga sebagai pakan alami.

Intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap pertumbuhan *Thalassiosira* sp. selama masa kultur. Cahaya bermanfaat sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis dikarenakan dapat memicu proses pertumbuhan sel mikroalga. Menurut (Salsabil *et al.*, 2023), cahaya dapat dimanfaatkan oleh mikroalga untuk proses fotosintesis dikarenakan cahaya merupakan sumber energi untuk meningkatkan kepadatan sel. Sehingga, intensitas cahaya menjadi faktor utama dalam proses pembelahan sel. Namun, intensitas cahaya yang berlebih juga dapat mengakibatkan rusaknya sel mikroalga. Hal ini mengakibatkan rusaknya sel mikroalga yang secara tidak langsung akan menurunkan

jumlah populasi (Jessica *et al.*, 2024). Kisaran intensitas cahaya yang baik untuk kultur pakan alami 900-3000 lux sedangkan, untuk pertumbuhan *Thalassiosira* sp. berkisar antara 5000-12.000 lux (Erlangga *et al.*, 2021). Apabila intensitas cahaya kurang atau melebihi kisaran tersebut akan menyebabkan pertumbuhan *Thalassiosira* sp. menurun.

2.7 Teknik Kultur *Thalassiosira* sp. Skala Laboratorium

Teknik kultur *Thalassiosira* sp. pada skala laboratorium merupakan proses kultur yang dilakukan pada ruangan tertutup dengan kondisi steril sehingga memerlukan pendingin (AC) untuk menjaga suhu ruangan selalu dalam keadaan terkontrol dan bebas kontaminasi dari lingkungan luar. Tahapan kultur *Thalassiosira* sp. dilakukan mulai dari persiapan alat dan bahan, tahap kultur dan pemanenan. Air laut yang digunakan harus melalui proses penyaringan dan sterilisasi. Sterilisasi yang sering digunakan yaitu sistem filter dan klorinasi (Mufidah *et al.*, 2017). Ruangan kultur juga disterilkan dengan aseptik untuk mencegah kontaminasi mikroorganisme seperti jamur, bakteri dan virus (Rifai *et al.*, 2015).

Kultur *Thalassiosira* sp. pada skala laboratorium menggunakan wadah botol kaca 1 L dan diisi dengan air laut steril. Jenis pupuk yang digunakan yaitu ethylenedraminetetraacetic acid

(EDTA), extra growth promoter (AGP), dan silikat. Setelah wadah dan air media dipersipakan, tutup bagian atas botol dengan aluminium foil dan diberi lubang untuk pipet aerasi. Aerasi pada proses kultur berfungsi agar bibit *Thalassiosira* sp. tidak mengendap dan sebagai suplai oksigen terlarut (DO) dalam media kultur. Proses kultur dilakukan selama 48 jam untuk dilanjutkan ke tahap kultur berikutnya. Standar kepadatan tahap ini yaitu berkisar 20×10^4 - 25×10^4 sel/ml (Jessica *et al.*, 2024).

2.8 Kualitas Air

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan kultur *Thalassiosira* sp adalah kualitas air. Kualitas air yang sesuai untuk mendukung pembelahan sel *Thalassiosira* sp. pada skala laboratorium adalah salinitas 25-32 ppt, suhu 20-30°C, serta pH 6,5-8,0 (Erlangga *et al.*, 2021). Kualitas air yang melebihi atau dibawah batas optimum tersebut akan mempengaruhi tingkat pembelahan dan kepadatan sel *Thalassiosira* sp.

Suhu memiliki pengaruh besar terhadap proses pertumbuhan sel *Thalassiosira* sp. dikarenakan kenaikan suhu akan menyebabkan penurunan pH dan kenaikan salinitas. Salinitas juga menjadi faktor penentu keberhasilan dikarenakan salinitas yang tinggi akan mengganggu tekanan osmotik pada mikroorganisme sehingga proses

fotosintesis menjadi lebih sulit. Selain suhu dan salinitas, pH juga harus berada pada batas normal untuk menunjang pertumbuhan fitoplankton, apabila pH tinggi atau terlalu rendah kecepatan pertumbuhan fitoplankton akan menurun dan akan mempengaruhi kualitas sel yang dihasilkan.

2.9 Monitoring Pertumbuhan

Monitoring pertumbuhan *Thalassiosira* sp. berfungsi untuk mengetahui pertumbuhan sel, jumlah sel dan memonitoring adanya ketidaksesuaian seperti terdapat gumpalan, hama maupun predator kontaminasi (Sanjaya & Danakusuma, 2018). Adanya pertumbuhan dapat dilihat dari ukuran sel yang bertambah besar dalam kultur pakan alami. Menurut (Meisyara, 2019), laju pertumbuhan merupakan proses pertambahan kepadatan sel pada rentang waktu tertentu. Selain pertumbuhan, monitoring juga dilakukan dengan mengamati perubahan warna pada media kultur. Pertumbuhan *Thalassiosira* sp. ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kuning kecoklatan yang semakin lama semakin pekat (Angraeni *et al.*, 2020).