

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pakan mempunyai peran signifikan sebagai elemen pembatas dalam meningkatkan produktivitas organisme budidaya. Kendala dalam pemenuhan kebutuhan pakan biasanya baru tampak saat organisme dibudidayakan, disebabkan oleh ketergantungan terhadap sistem pemberian pakan yang mencakup jumlah, jenis, serta waktu pemberian yang sesuai. Persiapan media pemeliharaan mencakup penyediaan pakan alami sebagai salah satu jenis pakan utama. Sebagai sumber nutrisi utama, pakan alami menjadi elemen vital dalam mendukung pertumbuhan larva udang pada tahap awal kehidupannya karena mampu menunjang kelangsungan hidup benih udang. Selain itu, fase awal kehidupan larva udang vaname sangat bergantung pada pakan alami sebagai komponen utama yang menyediakan nutrisi dasar (Putri *et al.*, 2020).

Dalam tahap pembenihan larva udang, plankton sering dimanfaatkan sebagai sumber pakan alami yang sering digunakan. Jenis plankton yang umum dipakai untuk pakan larva udang adalah *Skeletonema costatum*, yang dikenal baik untuk larva udang vaname karena kandungan nutrisi lengkap yang mendukung pertumbuhannya. Karakteristik sel yang padat dan dinding sel yang tipis memudahkan larva udang vaname dalam mencerna pakan tersebut. Selain itu larva udang vaname dapat dengan mudah menangkap *Skeletonema costatum* karena memiliki pergerakan yang lambat, serta memiliki ukuran serta bentuk yang sesuai dengan kapasitas mulut larva udang serta mengandung nutrisi yang baik (Mahida, 1993).

Menurut Ekawati *et al.*, (1995) komposisi nutrisi *Skeletonema costatum* terdiri dari 33,30 % protein, 8,10 % lemak, 11,60 % karbohidrat, serta 36 % kadar abu. Pendapat di atas diperkuat oleh penelitian lainnya yang menyatakan bahwa *Skeletonema costatum* memiliki kandungan asam lemak EPA tercatat sebanyak 13,8, sementara HUFA Q3 mencapai 15,5. (Wirosaputro, 1998). Sehingga *Skeletonema costatum* merupakan pakan alami yang sangat baik bagi pertumbuhan larva udang (Junda *et al.*, 2015).

Ketersediaan pakan alami dalam proses pembenihan udang sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang diberikan. Kandungan nutrisi yang diperlukan fitoplankton dalam jumlah besar disebut makro nutrient seperti Nitrogen, Fospor,

Besi, Sulfur, Magnesium, Kalium serta Kalsium. (Sylvester *et al.*, 2002) Sedangkan mikro nutrien ialah elemen hara yang diperlukan oleh organisme dalam kadar yang relatif kecil., seperti Tembaga, Mangan, Seng, Boron, Molybdenum, dan Cobalt.

(Isnansetyo & Kurniastuty, 1995), kultur *Skeletonema costatum* menggunakan pupuk anorganik sebagai salah satu jenis pupuk yang diperlukan. NPK merupakan jenis pupuk anorganik yang digunakan yang sering digunakan dalam bidang pertanian. Pupuk NPK digunakan sebagai pupuk dalam kultur *Skeletonema costatum* karena memiliki ukuran yang mudah larut dalam air serta berukuran kecil yang dapat mempercepat proses sel-sel *Skeletonema costatum* menyerap komponen nutrisi (Christiani, 2012). Sehingga berdasarkan informasi diatas perlu dilakukannya penelitian tentang penggunaan pupuk anorganik (NPK) dalam kultur *Skeletonema costatum* dan pengaruh pemberian dosis pupuk npk yang berbeda pada budidaya *Skeletonema costatum*.

1.2 Tujuan

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan *Skeletonema costatum* pada pada dosis pupuk NPK yang berbeda.

1.3 Kerangka Pemikiran

Proses pembenihan udang selalu meningkat setiap tahunnya sehingga kebutuhan pakan akan pakan alami juga semakin meningkat. Oleh karena itu proses budidaya pakan alami perlu diperhatikan karena keberhasilan dalam pembenihan udang ditentukan oleh pakan alami. Salah satu permasalahan yang sering ditemui dalam proses pembenihan udang karena jumlah pakan alami yang terbatas.

Ketersediaan pakan alami dalam proses pembenihan udang sangat dipengaruhi oleh nutrisi yang diberikan dan kemampuan sel dalam menyerap nutrisi. Sehingga dibutuhkan pupuk yang baik untuk membantu pertumbuhan *Skeletonema costatum* agar berkembang secara maksimal. Pupuk NPK dalam kultur *Skeletonema costatum* merupakan pupuk organik yang umum digunakan. Pupuk NPK memiliki ukuran partikel yang kecil dan mudah larut dalam air sehingga dapat mempercepat proses penyerapan bahan nutrien oleh sel- sel

skeletonema costatum. Adapun unsur hara yang terkandung didalam pupuk NPK adalah (Nitrogen, Fosfor, Kalium). Unsur N (Nitrogen) berperan dalam membentuk asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida, serta klorofil. Fosfor (P) mempunyai peran penting untuk menyimpan energi dan mendistribusikannya untuk mendukung seluruh aktivitas metabolik. Sedangkan Sebagai pengaktif enzim, Kalium (K) terlibat dalam aktivitas metabolisme *Skeletonema costatum*.

Karena ukurannya yang kecil dan larut dengan cepat dalam air, proses penyerapan nutrisi oleh sel-sel *Skeletonema costatum* menjadi lebih efisien. Adapun unsur hara yang terkandung didalam pupuk NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium) yang berperan sebagai bagian penting dalam proses pembentukan asam amino (protein), asam nukleat, nukleotida, dan klorofilyaitu : unsur N (Nitrogen), unsur hara N. Peran fosfor (P) adalah menyimpan cadangan energi dan mendistribusikannya untuk proses-proses metabolik. mengaktifkan enzim yang berkontribusi dalam menjalankan aktivitas metabolisme pada *Skeletonema costatum* adalah unsur Kalium (K)

1.4 Kontribusi

Tugas akhir diharapkan akan memperkaya wawasan dan memberikan kontribusi pengetahuan yang berguna bagi penulis, pembaca, masyarakat, serta mereka yang menjalankan budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

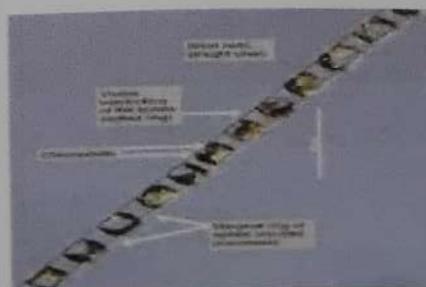
2.1 Fitoplankton

Aryawati *et al.* (2014), menyatakan mikroorganisme yang umum digunakan sebagai parameter biologis yang berfungsi untuk menentukan mutu lingkungan perairan adalah *fitoplankton*. Hal ini karena *fitoplankton* dapat merespon perubahan lingkungan secara cepat dan memiliki siklus hidup yang pendek (Maresi *et al.*, 2015). Fitoplankton berperan sebagai produsen dalam rantai makanan karena dapat menghasilkan sumber energi dengan cara berfotosintesis. *Fitoplankton* mempunyai Klorofil yang terdapat pada fitoplankton memungkinkan mereka untuk menyerap energi matahari. (Adriani *et al.*, 2017), Proses fotosintesis tersebut menghasilkan bahan organik yang digunakan *zooplankton* serta organisme lain sebagai pakan alami

2.2 Klasifikasi dan Morfologi *Skeletonema costatum*

Skeletonema costatum adalah fitoplankton yang terdiri dari alga yang memiliki sel tunggal, dan berukuran 4 hingga 15 mikron. Rantai yang terbentuk oleh alga ini terdiri dari beberapa sel, di mana bagian atas sel memiliki epiteka berbentuk kotak dan bagian bawahnya berupa hipoteka. Pada bagian hipoteka terdapat pola lubang yang unik dan menarik, terbentuk dari silikon oksida. Setiap sel diisi dengan sitoplasma. (Armanda, 2013).

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Chrysophyta
Kelas	: Bacillariophyceae
Ordo	: Centrales
Famili	: Coscinodiscaceae
Genus	: Skeletonema
Spesies	: <i>Skeletonema costatum</i>



Gambar 1. *Skeletonema costatum*

Mikroalga *Skeletonema costatum* memiliki sel berbentuk kotak dengan cincin perifer, terdiri dari epitheca yang lebih besar dan hypotheca yang lebih kecil, yang bersatu membentuk frustula. (Armanda, 2013), pola khusus yang tersusun dari silikon oksida (SiO_2) yang di dapat dari bagian *hypotheca*. Panjang 4 hingga 15 μm , lebar 3,5 hingga 10 μm , serta panjang spina 3 hingga 8 μm pada *Skeletonema costatum* merupakan morfologi dari sel *Skeletonema costatum*. Filamen membentuk rantai panjang yang terdiri dari 7 hingga 9 sel, di mana setiap sel terhubung satu sama lain oleh spina. (Fitriani *et al.*, 2018).

2.3 Reproduksi dan Fase Pertumbuhan *Skeletonema Costatum*

Proses reproduksi *Skeletonema costatum* berlangsung melalui dua jalur, yaitu dengan cara vegetatif (aseksual) dan generatif (seksual). Pada reproduksi vegetatif, sel mengalami pembelahan biner secara kontinu selama kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan. Dalam pembelahan ini, bagian protoplasma terbagi menjadi dua komponen yang dikenal sebagai epiteka dan hipoteka. Kedua bagian tersebut akan membentuk pasangan epiteka dan hipoteka baru yang ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan sel asalnya.

Ketika pembelahan sel terus terjadi, ukuran sel *Skeletonema costatum* semakin menyusut. Setelah ukuran sel mencapai ambang batas sekitar 7 mikrometer, organisme ini beralih ke reproduksi seksual dengan memproduksi struktur khusus bernama aksospora. Pada tahap ini, epiteka dan hipoteka lama dilepaskan dan digantikan oleh aksospora. Aksospora berkembang menjadi sel baru dengan ukuran lebih besar dan kembali ke bentuk vegetatif. Sel ini nantinya akan kembali mengalami pembelahan dan membentuk struktur berantai seperti semula (Fitriani *et al.*, 2017).

perkembangan sel *Skeletonema costatum* terdiri dari 4 fase ialah sebagai berikut:

1. Fase Lag

Fase lag disebut juga fase adaptasi. Pada fase ini, sel *Skeletonema costatum* beradaptasi dengan medium dan lingkungan kulturnya (suhu, salinitas,

Serta pH). Di tahap awal ini, sel mulai menggunakan nutrisi yang tersedia sekalipun belum secara maksimal, karena enzim-enzim mempunyai peran dalam proses pembelahan belum terbentuk secara optimal. Durasi fase ini sangat dipengaruhi oleh tingkat kelangsungan hidup sel diatom. Jika sel inokulum yang digunakan berasal dari kultur yang masih muda (misalnya diambil saat fase eksponensial, bukan saat stasioner atau kematian), maka sel tersebut masih dalam kondisi yang baik untuk membelah (Fogg & Thake, 1987). Sel-sel yang sehat akan lebih cepat beradaptasi, sehingga masa adaptasi pada fase lag menjadi lebih singkat. Sebaliknya, sel yang sudah tua memerlukan waktu lebih lama untuk bisa menyesuaikan diri (Armanda, 2013).

2. Fase Log (Eksponensial)

Pada fase ini, jumlah sel meningkat secara drastis karena proses pembelahan berlangsung optimal. Ini menunjukkan bahwa sel telah berhasil menyesuaikan diri dengan kondisi media dan dapat secara efisien menyerap nutrisi (Armanda, 2013). Di tahap ini, sel-sel mikroalga berada dalam kondisi yang sangat baik, sehingga kandungan nutrisi dalam tubuh sel juga berada pada tingkat tertinggi (Duong *et al.*, 2012).

3. Fase Stationer

Di fase ini, populasi sel berada dalam keadaan seimbang, di mana jumlah sel yang membelah sebanding dengan jumlah sel yang mati. Pertumbuhan tidak lagi mengalami peningkatan signifikan karena terbatasnya ketersediaan nutrisi dalam media budidaya. Penurunan ini disebabkan oleh melambatnya laju pertumbuhan akibat keterbatasan sumber daya yang dibutuhkan sel untuk terus berkembang (Triswanto, 2011).

4. Fase Death

Di fase ini, atau disebut fase kematian merupakan akhir dari proses perkembangan sel *Skeletonema costatum*. Pada tahap ini, biasanya terjadi Pengurangan jumlah sel secara terus menerus. Fase kematian pada umumnya disebabkan oleh beberapa faktor seperti semakin berkurangnya nutrisi, semakin banyaknya metabolit sekunder diatom yang dapat menghambat pertumbuhan sel secara alami, dan umur mikroalga (Armanda, 2013). Selain itu faktor lainnya yang

mempengaruhi fase ini terjadinya persaingan antar sel dalam memperoleh nutrisi, ruang gerak, serta pencahayaan (Fauziah & Hatta, 2015).

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Skeletonema costatum*

Dalam budidaya mikroalga *Skeletonema costatum*, laju pertumbuhan dan metabolisme sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal, seperti lingkungan dan ketersediaan unsur hara. Beberapa faktor utama yang memiliki peran penting ialah sebagai berikut:

1. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman dalam media budidaya berperan besar dalam menentukan aktivitas metabolisme dan pertumbuhan mikroalga. pH yang tidak sesuai dapat memengaruhi kelarutan dan ketersediaan mineral esensial, sehingga kinerja enzim dalam tubuh mikroalga bisa terganggu. Kondisi ini dapat berdampak pada efisiensi proses fotosintesis yang menurun dan memperlambat pertumbuhan. pH yang baik untuk kultur *Skeletonema costatum* dengan nilai 7,5 hingga 8 (Anggraeni & Sandhi, 2015).

2. Salinitas

Tingkat salinitas sangat memengaruhi tekanan osmotik yang dialami mikroalga. Salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dapat menurunkan pertumbuhan karena mikroalga kesulitan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang tidak sesuai. Sebagian besar jenis mikroalga lebih optimal tumbuh dalam salinitas yang menyerupai habitat asalnya (Anggraeni & Sandhi, 2015). Untuk *Skeletonema costatum*, kisaran salinitas yang masih dapat ditoleransi adalah 15–34 ppt, sedangkan kondisi terbaik untuk pertumbuhannya berkisar antara 20–30 ppt (Supriyatini, 2013)

3. Suhu

Suhu menjadi satu diantara elemen penting dalam menentukan kelangsungan hidup dan produktivitas mikroalga. Peningkatan suhu dapat memengaruhi kelarutan oksigen dalam air, mempercepat laju metabolisme, dan mempercepat pertumbuhan. Umumnya, suhu ideal untuk kultur *Skeletonema costatum* berada pada rentang 20–24°C. Namun, suhu di bawah 16°C dapat memperlambat laju pertumbuhan, sedangkan suhu melebihi 36°C bisa berakibat fatal dan menyebabkan kematian mikroalga (Anggraeni & Sandhi, 2015).

Skeletonema

costatum hidup suhu optimum berkisar antara 25-27°C (Uddin & Zafar, 2007).

4. Karbondioksida (CO₂)

Mikroalga memerlukan karbondioksida sebagai bahan utama dalam proses fotosintesis. Dalam budidaya mikroalga, rasio karbondioksida 1:2-6 telah dianggap memadai. Namun, jika konsentrasi CO₂ terlalu tinggi, hal tersebut dapat menurunkan pH dan mengganggu stabilitas lingkungan kultur (Anggraeni & Sandhi, 2015).

5. Nutrien

Untuk tumbuh dan berkembang, mikroalga mengambil nutrisi dari air laut yang sudah mengandung berbagai unsur hara. Agar pertumbuhan mikroalga di lingkungan kultur maksimal, seringkali air laut perlu diperkaya dengan nutrisi tambahan yang tidak tersedia secara alami. Nutrien ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu makro dan mikro. Makronutrien meliputi unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan kalsium (Ca), sedangkan mikronutrien mencakup zat besi (Fe), zinc (Zn), silika (Si), tembaga (Cu), magnesium (Mg), molibdenum (Mo), kobalt (Co), boron (B), dan unsur lainnya (Anggraeni & Sandhi, 2015). Dalam budidaya mikroalga, aerasi menjadi hal yang penting karena mendukung sirkulasi nutrisi secara merata serta mencegah terjadinya pengendapan. Pengadukan juga perlu dilakukan secara tepat agar distribusi nutrisi berlangsung optimal, mencegah terjadinya lapisan suhu, serta meningkatkan efisiensi pertukaran gas antara air dan udara.

2.5 Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan jenis pupuk majemuk yang terdiri dari tiga unsur utama, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Ketiga elemen ini dapat pula ditemukan secara terpisah dalam bentuk pupuk tunggal. Komposisi ketiganya menjadikan pupuk NPK memiliki manfaat spesifik bagi tanaman atau organisme yang dibudidayakan. Nitrogen memiliki peran dalam pembentukan protein, asam nukleat, dan klorofil. Fosfor penting dalam penyimpanan energi serta proses distribusinya di dalam sel. Sementara itu, kalium (K) berfungsi sebagai pengatur aktivitas berbagai enzim yang terlibat dalam proses metabolisme.