

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Usaha budidaya udang di tambak atau industri udang sangat tergantung pada penyediaan benih secara tetap dan kontinu (Quantinio, 1985). Akan tetapi ternyata tingkat kelulusan benih udang pada tingkat zoea masih rendah, sehingga produksi unit-unit pembenihan masih rendah. Menurut Buwono (1992), salah satu penyebab rendahnya produksi benih udang adalah kurang tersedianya jasad pakan yang cocok.

Pemeliharaan pada stadium zoea perlu perhatian sebab pada stadium ini udang paling krisis terhadap perubahan lingkungan, termasuk jenis dan kualitas pakan. Pakan alami merupakan faktor yang berperanan penting dalam mata rantai budidaya udang terutama pada fase benih. Udang pada stadium nauplii belum memerlukan makanan dari luar, karena persediaan makanan cadangan dalam tubuh belum habis. Pada stadium zoea udang mulai mengambil makanan dari luar yaitu plankton nabati atau phytoplankton dan pakan yang paling disukai yaitu diatomae. Jenis diatomae yang diberikan antara lain, *Fragilaria*, *Asterionella*, *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Cascinodiscs.*, *Plerosigma*, *Nitzshia*, *Triceratum* (Tseng, 1987).

*Skeletonema* menurut beberapa ahli sangat cocok diberikan sebagai makanan hidup larva udang, karena memenuhi syarat sebagai makanan alami yaitu :

1. Ukuran selnya masih dalam kisaran yang sesuai dengan lebar mulut larva udang.
2. Kepadatan selnya dapat dikendalikan sesuai dengan kebutuhan larva.
3. Mengandung nilai nutrisi yang tinggi.

4. Mudah dicerna dan diserap.
5. Memiliki warna kuning kecoklatan (warna yang disukai larva kuning, merah, coklat).
6. Dapat dihasilkan dalam jumlah banyak atau massal.
7. Biaya produksi tidak terlalu tinggi.
8. Tidak menghasilkan gas-gas beracun

(Villages dalam Rasiono, 1986) ; Martosudarmo dan Sabarudin, 1979.

Kandungan nilai gizi tiap-tiap spesies alga berlainan, tapi pada prinsipnya makanan alami mutlak diperlukan karena mengandung nilai gizi yang terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva (Hastuti,1988).

Tabel 1 : Jumlah Karbohidrat, Kadar Lemak dan Protein *Skeletonema sp.*

	Karbohidrat (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)
<i>Skeletonema sp</i>	33,12	1,93	15,91

Sumber : Anik dan Herawati (1986)

Penyediaan pakan alami yang sesuai dengan kebutuhan udang dapat dilakukan dengan kultur pada media air laut. Pada kultur phytoplankton sangat dibutuhkan berbagai macam senyawa anorganik sebagai/ hara makro yaitu N, P, K, S, Na, Si, dan Ca dan hara mikro: Fe, Mn, Zn, Cu, Mg, Mo, Co, B. Setiap unsur mempunyai fungsi khusus yang tercermin pada pertumbuhan dan kepadatan yang dicapai, tanpa mengesampingkan pengaruh kondisi lingkungan. Unsur N, P, dan S penting untuk pembentukan protein, unsur K penting untuk metabolisme Karbohidrat, Fe dan Na

berperan untuk pembentukan klorofil, Si dan Ca merupakan bahan untuk pembentukan dinding sel dan cangkang, Vitamin B 12 banyak digunakan untuk memicu pertumbuhan melalui ransangan fotosintetik (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Menurut Martosudarmo dan Sabarudin (1983) media kultur perlu diperkaya dengan menambah kandungan nutrien yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan alga tersebut. Pupuk yang dipergunakan terdiri dari campuran bahan-bahan kimia seperti Kalium Nitrat ( $\text{KNO}_3$ ), Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), Natrium Hidrofosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ). Berbagai macam kombinasi pupuk digunakan orang untuk berbagai jenis alga tertentu, baik untuk satu jenis alga tetapi belum tentu cocok untuk jenis alga yang lainnya. Di bawah ini adalah pupuk yang baik untuk jenis alga *Skeletonema costatum*:

Larutan  $\text{KNO}_3$ .....20,2 g/100 cc aquades (A)

Larutan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ..... 2,0 g/100 cc aquades (B)

Larutan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....1,0 g/100 cc aquades (C)

Larutan  $\text{FeCl}_3$ .....1,0 g/100 cc aquades (D)

Dalam satu liter air laut yang dipakai untuk kultur diberi larutan A,B,C, masing-masing 1 cc dan 4-5 tetes larutan D.

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) untuk kultur skala laboratorium pada air laut 3 liter, dapat menggunakan pupuk Conway dan Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) sebanyak 5 mg/liter atau dengan menggunakan pupuk dengan komposisi:

$\text{KNO}_3$ .....80-100 mg/l

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .....10-15 mg/l

$\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....10-15 mg/l

$\text{FeCl}_3$ .....5-10 mg/l

EDTA.....5-10 mg/l

Dalam kultur alga secara masal untuk menumbuhkan satu jenis alga secara murni dapat dikatakan tidak mungkin karena kemungkinan tercampur dengan alga lain tidak dapat dihindarkan. Jadi dalam hal ini perlu diperhatikan prinsip dominasi spesies dan memberikan unsur utama yang diperlukan. misalnya untuk menumbuhkan diatom maka unsur silikat mutlak ada (Martosudarmo dan Sabaruddin, 1983).

### 2.1. Organic Soil Treatment (OST)

Organic Soil Treatment (OST) adalah suatu produk organik (alamiah) yang kini sudah memasuki pasaran dunia yang merupakan alternatif pengganti bahan anorganik. Produk ini merupakan suatu hasil proses pencampuran unsur-unsur organik yang mempunyai kemampuan meningkatkan kegiatan hidup mikroorganisme di dalam tanah secara alamiah (Anonim, 1992). OST dibuat dari humus, *peat surface bog* yang merupakan bahan organik berwarna hitam yang berasal dari endapan lumpur hutan bakau, hancuran batu bara, abu yang mempunyai bentuk seperti tanah, kalsium oksida alamiah yang dihasilkan dari tulang binatang, serangga, campuran berbagai macam protein alamiah dan bakteri-bakteri, termasuk bakteri pengikat nitrogen. Dalam pupuk OST terdapat campuran bahan-bahan kimia yang terdiri dari unsur  $\text{N} > 1,85\%$ ;

C organik > 22%;  $P_2O_5$  > 0,32%;  $K_2O$  > 0,57%; Mg > 0,29%; Ca > 0,24%; Se > 0,06%; Mn > 0,03%; Cu > 0,004%; Zn > 0,002% (Anonim, 1989)

Menurut Handayani (1992), pupuk OST merupakan *soil conditioner* yang mengandung bermacam-macam bakteri dan enzim yang sangat dibutuhkan untuk perbaikan dasar tambak. Bakteri yang terkandung dalam pupuk OST menguraikan semua sisa-sisa pakan, kotoran udang, plankton-plankton mati, dan bahan-bahan yang tertumpuk di dasar tambak, sehingga tidak membahayakan kehidupan udang dan menciptakan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan plankton yang sangat dibutuhkan udang. Pada pupuk OST terdapat bakteri *nitrosomonas* dan *nitrobakter* yang merupakan bakteri terpenting dalam proses nitrifikasi diperairan tawar, payau dan laut. Dosis OST yang dipergunakan adalah 250-500 kg/ha (Anonim, 1989).

## 2.2. Kebutuhan Spesifik Silikat Pada Diatomae

Dalam lingkungan laut silikon secara biologi sangat penting sebagai komponen yang menyusun *frustule* diatom dan beberapa organisme lain (Harvey, 1975; Lewin, 1962 dalam Collier, 1970). Silikon terdapat dalam air laut sebagai silikat, jadi mungkin dalam keadaan yang sebenarnya cenderung membentuk larutan koloid (Harvey, 1975). Silikat dari diatomae hidup, tidak dapat terurai dalam medium tetapi untuk sel yang mati silikat tersebut dapat di uraikan. Diperkirakan bahwa *silicalemma* mungkin berfungsi memperlambat peruraian silikat. Meskipun demikian frustule diatom pada dasarnya sangat resisten (Bold dan Wynne, 1970), hal ini mungkin disebabkan unsur silikon bersama-sama dengan karbon (C), Germanium (Ge), Timah (Sn) dan

Timbal (Pb) termasuk golongan IV A dari susunan berkala unsur-unsur mayoritas. Senyawa unsur ini berkaitan secara kovalen dan dari potensial ionisasi unsur-unsur menunjukkan bahwa energi yang dibutuhkan untuk melepaskan semua elektron valensi empat sangat tinggi. Disamping itu bentuk-bentuk kristal silikon dalam atom silikon mirip dengan susunan ikatan karbon tetrahedral pada intan, sehingga ikatan-ikatan dari atom Si tersebut sangat kuat (Mortimer, 1968).

Beberapa kesimpulan dari hasil penelitian tentang peranan silikat terhadap diatomae mengemukakan bahwa *periodisitas* dan *suksesi* dari berbagai spesies diatomae air tawar dan planktonik mempunyai hubungan dengan konsentrasi silikat. Spesies diatomae mempunyai perbedaan kemampuan menggunakan silikat dan unsur hara lainnya (Kilham, 1971 dalam Bold dan Wyne, 1978). Diatomae laut memberikan reaksi lebih cepat pada defisiensi silikat daripada penghapusan mikronutrien lain, karena mereka tidak dapat membelah dalam sel anakan tanpa tersedianya silikat (Reimann, *et al.*, 1965 dalam Toguchi, *et al.*, 1987) Karena sangat spesifik kebutuhan diatomae akan silikat untuk pertumbuhan maka silikat termasuk unsur makro disamping nitrat dan fosfat sedangkan untuk algae lain selain diatomae silikat dapat dihilangkan atau tidak digunakan (Fox, 1983)

Menurut Sverdrup *et al.*, (1961) bahan kimia yang penting bagi diatomae adalah silikat yang dipakai sebagai pembentuk theca. Jumlah banyak atau sedikitnya silikat dalam air akan berpengaruh langsung terhadap banyak atau sedikitnya diatomae sebab silikat sangat berpengaruh terhadap pembelahan sel diatomae.

### 2.3. Kedudukan Taksonomi *Skeletonema costatum*

Menurut Sachlan (1982), kedudukan taksonomi *Skeletonema costatum*

Divisio : Bacillariophyta  
 Kelas : Bacillariophyceae  
 Ordo : Centrales  
 Familia : Coscinodiscinae  
 Genus : *Skeletonema*  
 Species : *Skeletonema costatum* Greville

Sachlan (1982) mengatakan sel diatomae terdiri dari 2 bagian yaitu *epitheca* yang merupakan tutup dan *hipotheca* yang merupakan wadahnya. Berdasarkan perbedaan struktur dinding selnya diatomae terdiri atas 2 ordo. Ordo Pennales umumnya berbentuk lonjong, mempunyai *raphae*, atau lubang memanjang dari ujung ke ujung sehingga lendir dalam sel bisa ke luar, hidup sebagai plankton di air tawar dan tidak mempunyai *chaeta*. Sedangkan ordo Centrales bentuk tutup dan wadahnya agak bundar (selinder), tidak mempunyai *raphae*, terdapat gambaran-gambaran atau sculpture yang bersifat sentris, hidup sebagai plankton di laut, dan mempunyai *chaeta*. Davis (1955), menggolongkan *Skeletonema costatum* sebagai diatomae Centrales.

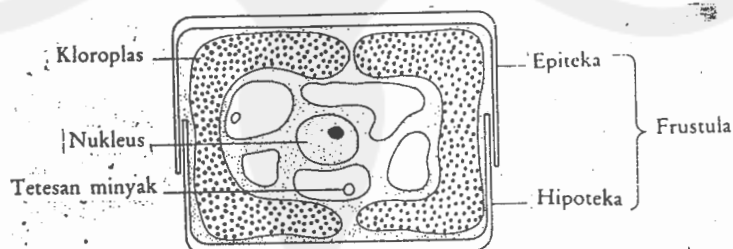
Menurut Soeseno (1970), ciri-ciri diatomae adalah:

1. Bentuk badan (bersel tunggal) terdiri dari dua bagian sebagian merupakan kotak dan sebagian lagi merupakan tutup.
2. Warna kuning kecoklatan disebabkan oleh campuran klorofil dan *phycoxantin*.

3. Dinding selnya berupa pectin yang mengandung sedikit silikat (untuk memperkuat sel), karena itu selnya sangat ringan dan mudah sekali melayang-layang di dalam air.

*Skeletonema costatum* mempunyai dinding sel yang diperkuat dengan silikat yang tidak elastis dan gunanya untuk mempertahankan sel agar tetap konstan (Boney,1975), sedangkan menurut Erlina dan Hastuti (1986) sel diatomae mempunyai kemampuan untuk menghasilkan *frustule*. Biarpun dinding selnya sangat keras dan tidak dapat membusuk atau larut dalam air tetapi porous yang terdiri dari tutup dan wadah yang mudah membuka, maka enzim dapat melarutkan isi selnya (Sachlan,1981).

Diatomae berperan sebagai organisme fotosintetik. Dinding selnya membentuk dua buah katup yang disebut *theca* dan *frustule*. Keduanya saling berhubungan dengan adanya *connecting band* yang melekat pada sisi kedua *theca*, membentuk ikatan yang disebut *girdle band*. Akibat dari struktur sel yang demikian maka sel diatomae memiliki kenampakan seperti *petri-dish*. *Theca* yang berukuran lebih besar disebut *epitheca*, menjadi tutup dari *theca* di depannya yang mempunyai ukuran yang lebih kecil yaitu *hipotheca* (Smith,1955). Gambar sel diatomae dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Sel Diatomae

Sumber: Nybakken (1988)



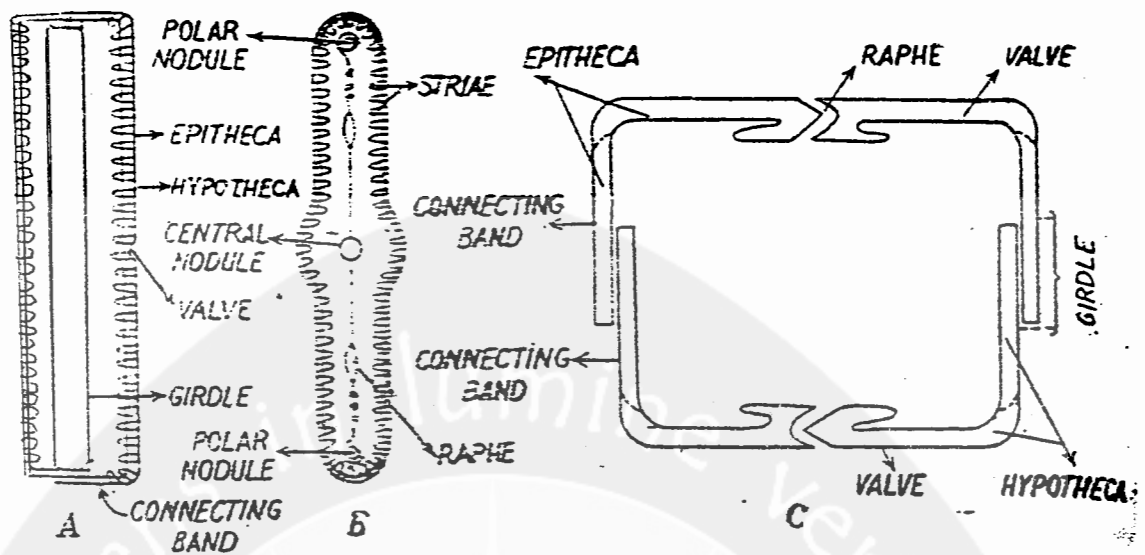


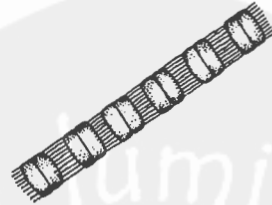
Fig. 15-1 (A—C). Diatoms (*Pinnularia*).  
 A. Side or girdle view.  
 B. Top or valve view.  
 C. T.S. frustule (diagrammatic). A and B based on Pfitzer.

Gambar 2. Sel Diatomae

Sumber : Vashishta, 1978

*Skeletonema* mempunyai kenampakan yang halus, selnya satu sama lain bersatu membentuk koloni yang menyerupai filamen di dalam bungkus *mucilagen* yang disekresi oleh sel-sel yang berkoloni tersebut (Trainer, 1978; I-chiu Liao *et al.*, 1983). Menurut Angka *et al.*, (1976) bentuk frustule adalah silinder, katup cembung dan duri-durinya berfungsi sebagai penghubung antara frustule yang satu dengan yang lainnya dan membentuk filamen. *Skeletonema costatum* terdiri dari satu sel yang hidup berkoloni membentuk satu sel yang hidup berkoloni membentuk filamen terdiri dari 3 sampai 10 sel (Salser dan Mock, 1977), tapi sering ditemui koloni 7 sampai 9 sel (Martosudarmo dan Sabarudin, 1980)

Bentuk Filamen *Skeletonema costatum* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Filamen *Skeletonema costatum*  
Sumber : Bougis (1976)

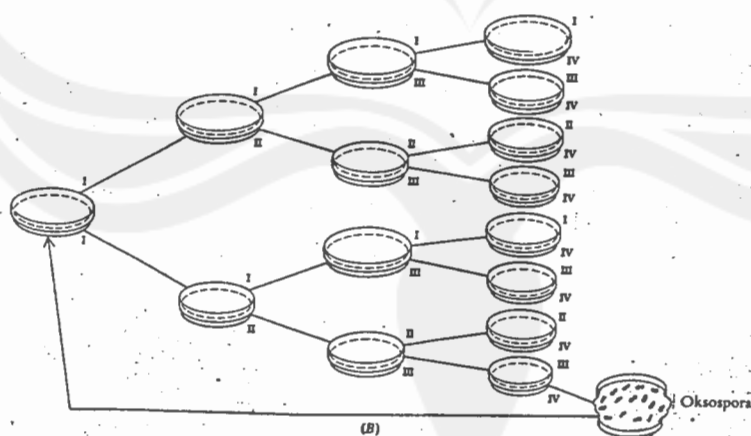
Menurut James (1983), bila pertumbuhannya menurun (melewati puncak) tidak baik untuk makanan larva karena sudah mulai rusak atau membusuk. Menurut Martosudarmo dan Sabaruddin (1980), dalam waktu 3 sampai 4 hari diatomae mencapai puncaknya. Selanjutnya dapat digunakan untuk kultur yang lebih besar. Makin besar wadah yang digunakan makin rendah kepadatan maksimal yang dicapai.

Menurut James (1983), ciri-ciri *Skeletonema costatum* yang sudah mulai rusak: selnya membeku ditunjukkan dengan menempelnya sel pada botol kultur atau menjadi satu dengan sedimen dalam bak kultur, adanya sel yang kosong, warna sel yang coklat gelap, hilangnya masing-masing tutup sel, bentuk sel membulat atau bundar, rantai selnya pendek.

Menurut Newell dan Newell (1963), bahwa tanda-tanda dari *Skeletonema costatum* yang mengalami puncak pertumbuhan adalah rantai sel relatif panjang yaitu antara 6 sampai 10 sel, isi sel utuh dengan warna yang cerah, sel-sel berbentuk silindris yang terdiri dari tutup dan wadah.

## 2.4. Reproduksi Sel

Raymont (1980 dalam Windiyani, 1984), berpendapat bahwa *Skeletonema costatum* berkembangbiak secara aseksual dengan cara membelah diri dan secara seksual dengan pembentukan oksospora. Menurut Nybakken (1988), perkembangbiakan aseksual berlangsung melalui proses pembelahan sel. Setelah sel induk terbelah dua, maka tutup dan wadahnya mulai terpisah. Sel yang membawa tutup besarnya akan sama dengan sel induknya, sedangkan sel anak yang membawa wadah akan berukuran lebih kecil dari sel induknya. Dengan pembelahan sel itu banyak sel *Skeletonema costatum* yang ukurannya makin kecil sampai pada batas ukuran tertentu. Sel yang berukuran kecil ini kemudian akan berkembang biak secara seksual dan akan keluar dari cangkang sel induk untuk membentuk oksospora. Gumpalan protoplasma dari hasil bercampurnya dua protoplasma ini akan membuat tutup dan wadah dengan ukuran yang sama dengan induk. Proses pengecilan ukuran diatomae dan pemulihan ukuran melalui pembentukan oksospora dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses pengecilan ukuran diatomae dan pemulihan ukuran melalui pembentukan oksospor  
Sumber : Nybakken, 1988

## 2.5. Pertumbuhan Phytoplankton

Pertumbuhan phytoplankton dalam kultur ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel atau bertambah banyaknya jumlah sel. Sampai saat ini kepadatan sel dipergunakan secara luas untuk mengetahui pertumbuhan phytoplankton dalam kultur pakan alami. Pertumbuhan phytoplankton mengalami 5 tahap atau fase perkembangan yaitu fase adaptasi: sel akan menyesuaikan diri dengan media kultur yang sudah diperkaya dengan unsur-unsur hara. Fase pembelahan; sel menyerap zat-zat hara dan mulai melakukan pembelahan. Fase pertumbuhan dipercepat: sel mengalami pembelahan berkali-kali karena kondisinya sesuai. Fase stationer, berlangsung sangat cepat dan pada fase ini jumlah sel mencapai puncak populasi. Fase kematian terjadi karena jumlah nutrien tidak mampu lagi mendukung pertumbuhan sel.

## 2.6. Faktor Lingkungan

### 2.6.1. Persyaratan Air

*Skeletonema costatum* tumbuh pada suhu air berkisar 20 - 40°C dan suhu optimum untuk pertumbuhannya 25-27°C (Rasiono,1986). Menurut Erlina dan Hastuti (1986), *Skeletonema costatum* tumbuh baik pada suhu 20-30°C. Pada suhu 37°C aktivitasnya akan menurun drastis dan pada suhu 43°C aktivitasnya akan terhenti sama sekali dan terjadi denaturasi protein.

Salinitas dinyatakan dengan jumlah garam-garam yang larut dalam suatu satuan volume air. Salinitas merupakan jumlah total konsentrasi ion-ion dalam air setelah semua karbonat diubah menjadi oksidan-oksidannya, semua bromida dan iodida diganti oleh klorida dan zat-zat organ yang mengalami oksidasi sempurna (Mulyono,1992).

Salinitas merupakan salah satu faktor penting bagi organisme perairan dalam mempertahankan tekanan osmotik yang sesuai antara protoplasma organisme dengan air medianya. *Skeletonema costatum* dapat tumbuh pada kisaran salinitas antara 15 - 34 ‰ sedangkan pertumbuhan optimal dicapai pada salinitas 25 - 29 ‰ (Rasiono, 1986).

pH (derajat keasaman) merupakan nilai logaritma negatif dari konsentrasi total dari ion-ion Hidrogen dalam air yang dapat dipergunakan sebagai indikasi keasaman maupun kebasahan (Anonim, 1993). Secara alamiah pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa yang bersifat asam. Menurut Mulyanto (1992), pengaturan pH dalam air dipengaruhi oleh sistem karbonat yang berbentuk karbondioksida, asam bikarbonat, ion bikarbonat dan karbonat. Kadar karbondioksida dalam air sangat dipengaruhi oleh proses fotosintesis dan respirasi. Perubahan pH dipengaruhi oleh keberadaan asam-asam organik dalam air, yang merupakan hasil dekomposisi protein, karbohidrat dan lemak, keberadaan asam-asam mineral dari asam-asam sulfat tanah dan penambahan kapur. Pada saat pH turun, karbondioksida merupakan salah satu bentuk ikatan karbon dalam air yang bersifat dominan. Sedangkan ion bikarbonat dan karbonat dominan pada pH 7 dan menurun seiring dengan penurunan pH. PH yang paling cocok untuk *Skeletonema costatum* adalah 7,8-8,5. Sistem karbondioksida-asam karbonat-asam bikarbonat berfungsi sebagai *buffer* yang dapat tetap mempertahankan pH air laut dalam suatu kisaran yang sempit.

Di udara bebas kandungan oksigen sekitar 20%. Sebagaimana gas yang lain kelarutan oksigen di dalam air terutama tergantung pada tekanan, suhu dan kadar garam. Ketiga faktor ini saling berkaitan satu dengan yang lainnya, dimana makin tinggi tekanan makin tinggi pula kelarutan oksigen di dalam air, sedangkan makin tinggi suhu dan kadar garam maka kelarutan oksigen makin rendah. Kelarutan karbondioksida agak

berbeda dengan oksigen, karena gas ini bereaksi secara kimiawi di dalam air. Karbondioksida melimpah dalam air laut dan kapasitas air laut untuk menyerap gas tersebut cukup besar. Hal ini karena karbondioksida, ketika masuk ke dalam air laut, bereaksi dengan air dan menghasilkan *asam karbonat*



Asam karbonat selanjutnya terdisosiasi menjadi ion hidrogen dan ion *bikarbonat*



Kemudian ion bikarbonat terdisosiasi lagi menjadi ion hidrogen dan ion *karbonat*



Cadangan utama karbondioksida di lautan adalah ion bikarbonat, sebanyak 0,41%. Berbeda dengan oksigen, gas ini lebih banyak terdapat dalam air laut daripada di udara. Oleh karena itu, karbondioksida jarang sekali menjadi senyawa pembatas terhadap tumbuh-tumbuhan di air laut (Nybakken, 1988).

Sistem karbondioksida-asam karbonat-ion bikarbonat merupakan suatu sistem kimia yang kompleks yang cenderung berada dalam keseimbangan. Oleh karena itu, jika gas  $\text{CO}_2$  dikeluarkan dari air laut, keseimbangan itu akan terganggu dan asam karbonat dan ion bikarbonat akan bergerak ke kiri dalam persamaan di atas, sampai lebih banyak lagi  $\text{CO}_2$  dihasilkan dan terbentuk keseimbangan baru.

Sistem tersebut dapat menjalankan peranannya dengan menyerap ion  $\text{H}^+$  di dalam air jika ion ini berlebihan dan menghasilkan lebih banyak ion  $\text{H}^+$  jika ion itu menyusut. Hal ini terlaksana dengan mengubah arah reaksi di atas ke arah kanan jika ion  $\text{H}^+$  terlalu sedikit, sehingga dihasilkan lebih banyak ion bokarbonat dan karbonat.

Arah reaksi ke kiri jika ion  $H^+$  terlalu banyak, sehingga dapat dihasilkan lebih banyak asam karbonat dan bikarbonat yang tidak terdisosiasi.

Tersedianya karbondioksida merupakan hal yang sangat penting untuk fotosintesis. Untuk maksud tersebut dapat dilakukan pengoyangan media kultur pada volume kecil dan penggunaan aerasi pada volume besar (Round, 1973 dalam Angka *et.al.*, 1976). Pengoyangan dan pemberian aerasi selain dapat meratakan zat hara, juga untuk meratakan penyebaran cahaya, mencegah pengendapan dan menimbulkan getaran yang menyerupai gerakan air di alam.

Pertumbuhan *Skeletonema costatum* juga dipengaruhi oleh cahaya. Cahaya sebagai faktor yang penting untuk asimilasi tanaman. Cahaya dipergunakan oleh *Skeletonema costatum* sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis, kemudian hasil fotosintesis dipergunakan untuk pertumbuhannya (Rasiono, 1986). Proses fotosintesis pada diatomae terjadi pada bagian protoplasma yang mengandung kromatofora. Reaksi fotosintesis terjadi bila nutrien dan sinar jumlahnya mencukupi. Proses fotosintesis sangat dipengaruhi oleh adanya klorofil. Fotosintesis adalah suatu proses kimiawi dalam sel hidup, dengan bantuan klorofil dan menggunakan air ( $H_2O$ ) +  $CO_2$ , dan cahaya matahari dalam bentuk energi kinetik bergelombang 0,4 - 0,8 mikron. Cahaya ikut dalam reaksi sel hidup dan dipergunakan untuk mengkaitkan molekul-molekul kecil, seperti  $H_2O$  dan  $CO_2$  menjadi molekul-molekul besar dalam bentuk karbohidrat, seperti disakarida dan polisakarida. Menurut Liao (1983), intensitas cahaya berpengaruh terhadap *Skeletonema costatum* terutama dalam pembentukan oksospora. Oksospora jarang terbentuk pada intensitas cahaya dibawah 500 lux, sedangkan pembentukan oksospora paling tinggi pada intensitas 4000 - 5000 lux. Pada percobaan

kultur algae umumnya sumber cahaya menggunakan lampu flouresens, karena lampu TL mempunyai pancaran sinar yang hampir sama dengan sinar matahari (Guillard, 1966).

### 2.6.2. Persyaratan Tanah

Tanah dapat diartikan sebagai tubuh alam yang bersifat dinamis yang terdapat pada muka daratan. Tanah tambak merupakan tanah endapan (alluvial) yang kesuburannya sangat ditentukan oleh kualitas material yang diendapkan. Kemampuan tanah menyediakan berbagai unsur hara yang diperlukan untuk makanan alami, tergantung pada kesuburan tanah yang bersangkutan. Kesuburan tanah sangat bergantung pada komposisi tanah. Sebagai contoh tanah asam sangat kurang produktif, sebaliknya tanah alkali atau basa lebih subur atau produktif.

Tambak yang produktif mempunyai pH netral sampai basa. Tanah yang basa kaya akan garam natrium yang menyebabkan pertumbuhan algae dasar (klekep) tumbuh lebat. Padlan (1979) mengatakan bahwa pH tanah 6,8 - 7,5 sangat baik untuk pertumbuhan algae, sedangkan menurut Supardi (1980), tanah yang mempunyai pH 6-7 memberikan suasana biologi yang terbaik, dalam suasana ini penyediaan unsur hara dan phospor mencapai<sup>di</sup> jumlah yang maksimal.

Dosis pemupukan tanah sangat dipengaruhi oleh antara lain tekstur tanah. Hubungan antara tekstur tanah dengan kesuburan algae dapat dilihat pada Tabel 2.



Tabel 2. Hubungan antara tekstur tanah dengan kesuburan pertumbuhan algae

Sampel	Pasir (%)	Lumpur (%)	Liat (clay) (%)	Tekstur Tanah	Pertumbuhan Algae
1	28	22	50	Liat (clay)	Sangat lebat (very abundant)
2	14	44	42	Liat berpasir (silty clay)	Lebat (abundant)
3	63	14	22	Lumpur liar berpasir (sandy clay loam)	Sedikit (few)
4	79	10	11	Lumpur berpasir (sandy loam)	Sangat sedikit (very few)

Sumber : David, 1975

Penggunaan pupuk anorganik cukup efisien, namun apabila dipergunakan secara terus menerus dapat menyebabkan tanah tidak subur. Praktek dilapangan menunjukkan jika tambak atau kolam dipupuk dengan pupuk anorganik secara terus menerus keadaan tanah menjadi gersang sehingga untuk hasil yang sama diperlukan dosis pupuk yang semakin tinggi. Praktek pemupukan yang biasa dilakukan ditambak untuk menumbuhkan algae dipergunakan pupuk dengan dosis sebagai berikut : Urea 100 kg/ha, TSP 50 kg/ha, dan pupuk organik 500 - 2000 kg/ha tergantung sifat tanah.

Pupuk organik lebih diutamakan pemakaiannya, karena pupuk organik mempunyai daya pengawet kesuburan tanah dan dapat memperbaiki keadaan tanah kritis dan gersang akibat pemakaian pupuk anorganik secara terus menerus. Tanah berpasir relatif sedikit mengandung unsur hara sehingga memerlukan pupuk yang lebih kompleks. Daerah pertambakan yang tanahnya berpasir memerlukan pupuk organik dalam dosis tinggi yaitu antara 2 - 4 ton/ha.

Hubungan antara kandungan bahan organik dengan pertumbuhan algae dalam suatu tambak dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan antara kandungan bahan organik dengan pertumbuhan algae dalam suatu tambak

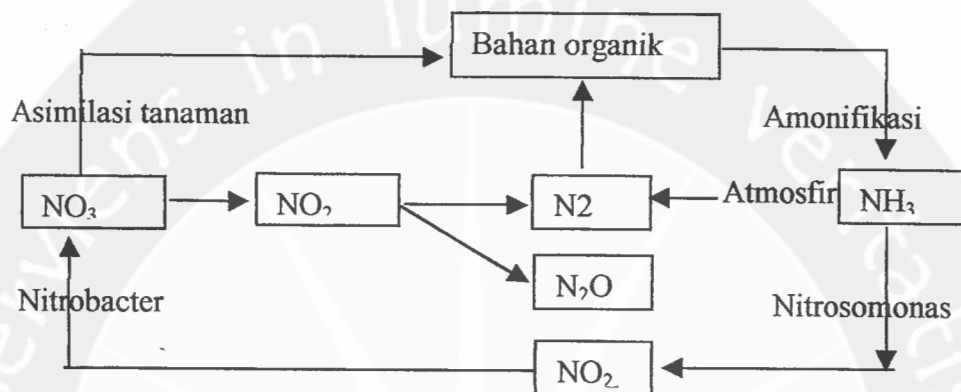
Bahan organik (%)	Pertumbuhan algae (%)
Lebih dari 16	Sangat subur
9 – 15	Baik/subur
7 – 8	Sedikit
6	Sangat sedikit

Sumber : Villavz dalam Davide, 1976

Bahan organik dalam tanah merupakan sumber utama nitrogen. Makin tinggi kandungan bahan organik dalam tanah makin besar pula kandungan nitrogen. Para ahli membuktikan bahwa hubungan nyata antara kandungan bahan organik tanah dengan produksi algae dengan ikan atau udang di tambak. Nitrogen dalam tanah dapat berasal dari bahan organik. Bahan organik di dalam tanah mengandung nitrogen dalam bentuk persenyawaan yang tinggi seperti dalam bentuk protein. Oleh adanya bakteri pembusuk, protein diuraikan dan dihasilkan asam amino. Proses lepasnya asam amino dari protein disebut *Aminisasi*.

Bakteri amonifikasi kemudian melepaskan amonium dari amino yang selanjutnya dilarutkan dalam tanah. Proses amonifikasi kemudian menghasilkan  $\text{NH}_3$  (amonia) dalam tanah. Akan tetapi  $\text{NH}_3$  ini tidak dapat bertahan lama di dalam tanah, karena aktivitas bakteri, lalu mengoksidasi  $\text{NH}_3$  (amonia) menjadi  $\text{NO}_2$  (nitrit) dan  $\text{NO}_3$  (nitrat). Bakteri yang aktif mengubah amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah bakteri

nitrifikasi. Bakteri *nitrosomonas* mengubah amonia menjadi nitrit dan bakteri *nitrobakter* mengubah nitrit menjadi nitrat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan sebagai berikut :



Gambar 5. Peredaran Nitrogen dalam tanah  
Sumber: Mintardjo et.al., 1985

Ion nitrat yang terbentuk dapat dimanfaatkan oleh tanaman atau algae. Proses selanjutnya jika keadaan tanah anaerob maka terjadi nitrat direduktir oleh semacam bakteri denitrifikasi. Pada proses denitrifikasi ini nitrat direduksi melalui nitrit dan selanjutnya menghasilkan  $N_2$  yang bebas.

Bakteri nitrifikasi akan mengubah amoniak menjadi nitrat. Proses nitrifikasi terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pertama mengubah amoniak ( $NH_4^+$ ) menjadi nitrit ( $NO_2^-$ ) dan tahap kedua adalah merubah nitrit ( $NO_2^-$ ) menjadi nitrat ( $NO_3^-$ ). Jenis bakteri yang berperan pada tahap pertama adalah bakteri *Nitrosomonas* sedangkan pada tahap kedua adalah bakteri *Nitrobacter*.

Wheaton (1977), merumuskan kedua tahap proses nitrifikasi sebagai berikut;



keseluruhan reaksi;



Aktifitas bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi dari siklus nitrogen akan menghasilkan produk yang berbeda yaitu;

1. Melepaskan senyawa yang beracun bagi organisme air



2. Menghasilkan nutrisi yang menyuburkan perairan

