

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi

Secara taksonomis menurut Pawson et al., (1967) dalam Sutaman (1993) dan Winanto dkk.,(1994) teripang pasir dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Phylum : Echinodermata
Sub-phylum : Echinozoa
Klassis : Holothuroidea
Sub-klassis : Aspidochirotacea
Ordo : Aspidochirotida
Familia : Aspidochirotae
Genus : *Holothuria*
Spesies : *Holothuria scabra* (Jaeger)

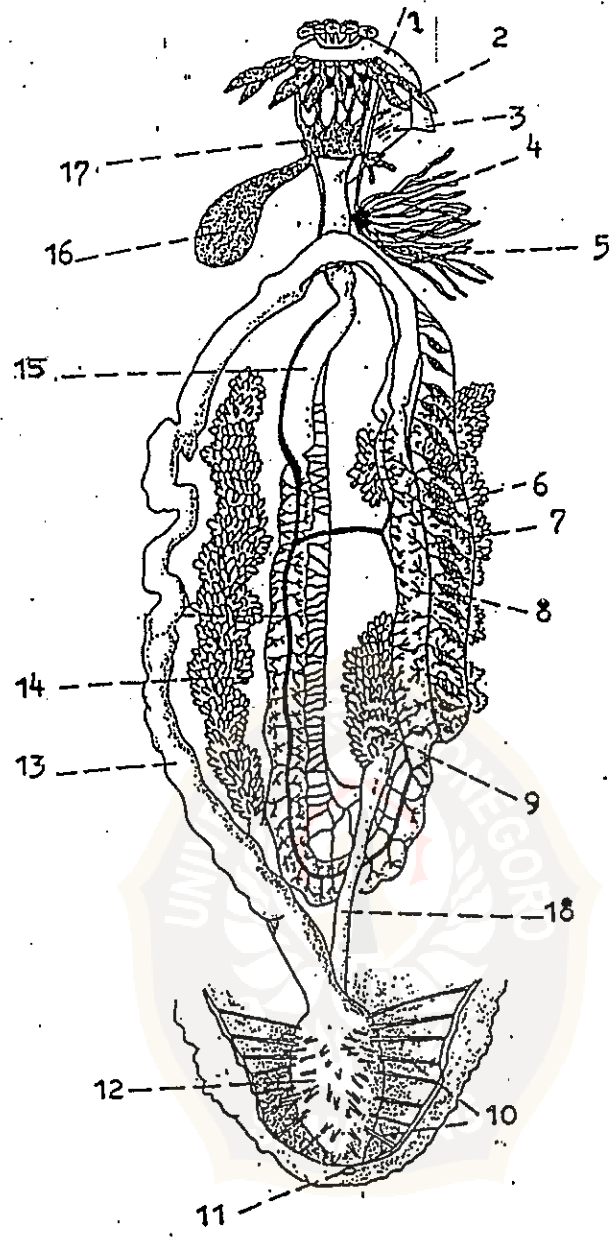
2.2 Morfologi

Holothuria scabra mempunyai tubuh yang lunak berdaging dan bentuknya silindris memanjang seperti buah ketimun. Itulah sebabnya kenapa hewan ini dinamakan ketimun laut. Gerakannya sangat lamban sehingga terkesan tidak pernah pindah dan menetap dalam satu tempat dalam waktu yang relatif lama. Teripang ini mempunyai panjang antara 25-35 cm dengan berat antara 0,25-0,35 kg pada umur 5-6 bulan (Winanto dkk., 1994). Menurut Sutaman (1993) teripang pasir seluruh bagian tubuhnya apabila diraba akan terasa kasar seperti butiran-butiran pasir.

Warnanya sewaktu masih segar putih kekuning-kuningan, terdapat sekat-sekat yang melintang berwarna putih, dan diantara sekat-sekat tersebut terdapat garis-garis hitam pada bagian punggungnya. Menurut Fechter (1974) teripang mempunyai mulut yang terletak pada bagian anterior dan anus terletak pada bagian posterior. Pada bagian mulut dikelilingi oleh tentakel-tentakel yang berfungsi untuk mengambil dan menangkap partikel makanan, sedang kloaka (anus) berfungsi untuk mengeluarkan kotoran atau sisa metabolisme dan air. Daud (1992) mengemukakan bahwa tentakel pada teripang pasir merupakan modifikasi dari kaki-kaki tabung. Menurut Conand (1990) kaki tabung teripang pasir tersusun dalam tigabaris pada sisi ventral dan dua baris terletak pada sisi dorsal (bivium). Lebih lanjut dikemukakan bahwa secara umum kaki-kaki tabung tersebut berfungsi sebagai alat respirasi, lokomotor, dan syaraf penerima atau kombinasi ketiganya. Menurut Hyman (1955) tiga baris kaki tabung pada sisi ventral mempunyai fungsi untuk melakukan gerakan merangkak di atas permukaan substrat. Kaki-kaki tabung pada sisi dorsal tereduksi menjadi papilla-papilla yang berfungsi sebagai alat untuk respirasi dan sekaligus sebagai alat sensoris (Nirnama, 1979).

2.3. Anatomi organ dalam teripang pasir

Menurut Boolootion (1966) dan Birowo (1973) alat pencernaan teripang berupa saluran berbentuk pipa panjang, yang memanjang secara longitudinal dan berkelok-kelok dalam rongga tubuh menuju ke bagian dubur. Conand (1990) mengatakan bahwa saluran pencernaan teripang adalah relatif sederhana dan melekat dalam dinding tubuh dengan membran yang tipis. Lebih lanjut dikatakan bahwa alat pencernaan teripang terdiri dari tentakel, mulut, pharynk, oesophagus, lambung, usus, kloaka, dan anus. Menurut Daud (1992) mulut teripang bersambung dengan pharynk yang dilingkari cincin kapur dan pada pharynk terdapat saluran menuju oesophagus yang pendek dan berhubungan dengan lambung. Adapun alat pernafasan teripang pasir berbentuk pohon yang bercabang-cabang pada bagian ujungnya/distal dengan saluran pangkalnya bermuara pada kloaka (Birowo, 1973). Juga di bagian belakang lubang air (cincin kapur) terdapat saluran batu dengan tonjolan-tonjolan seperti kantong yang berfungsi sebagai tempat menyimpan air. Alat ini disebut *Polian Versicle*.



- Keterangan :
- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. lubang kelamin | 10. penahan kloaka |
| 2. kantung gonad | 11. anus |
| 3. selaput perut | 12. kloaka |
| 4. lubang genital | 13. usus halus |
| 5 gonad | 14. pohon pernafasan |
| 6. peredaran darah ventral | 15. oesophagus |
| 7. peredaran darah dorsal | 16. gelembung polion |
| 8. jaringan pohon pernafasan | 17. lubang air |
| 9. pohon pernafasan kiri | 18. penyangga pohon pernafasan. |

Gambar 01. Anatomi organ dalam teripang pasir (Barnes, 1980).

2.4. Sistem Pengambilan Oksigen pada Teripang Pasir

Menurut Wilson (1972) secara umum respirasi hewan dibagi menjadi tiga fase. Pertama, fase respirasi eksternal yaitu pengambilan oksigen dan pengeluaran karbondioksida dari dan ke lingkungan. Kedua, fase transport gas yaitu distribusi gas oksigen ke seluruh sel tubuh dan karbondioksida dilepaskan dari sel tubuh untuk selanjutnya dibawa ke lingkungan. Ketiga, fase respirasi internal, yaitu reaksi metabolisme di dalam sel yang menghasilkan energi dan membebaskan karbondioksida. Secara skematis proses respirasi dapat digambarkan dalam reaksi berikut :



Pada fase ketiga ini penggunaan oksigen menyebabkan beda konsentrasi antar sel jaringan tubuh dan lingkungannya. Akibatnya terjadi difusi oksigen yang berlangsung terus menerus dari lingkungan menuju jaringan tubuh dan dari jaringan tubuh menuju sel untuk digunakan dalam proses metabolisme. Hal ini dijelaskan bahwa hewan mempunyai pengaturan penggunaan oksigen secara difusi pasif yang kecepatannya bergantung kepada perbandingan konsentrasi oksigen terhadap luas permukaan yang dilewati oksigen.

Pernafasan pada teripang pasir dapat dilakukan dengan dua cara, pertama mengambil oksigen terlarut dalam air dengan cara penyerapan melalui seluruh

permukaan tubuhnya, dan kedua dengan pernafasan (Brown and Shick., 1979).

Respirasi normal terjadi melalui seluruh permukaan tubuh secara langsung dan melalui pohon respirasi dengan bantuan kontraksi kloaka (Barnes, 1980). Pohon respirasi terdapat pada rongga kanan dan kiri dari saluran pencernaan dengan banyak cabang dan batang utamanya berhubungan dengan kloaka (Zhang Yu, 1991). Air masuk melalui kloaka lalu menuju ke cabang-cabang pohon respirasi lalu terjadilah pertukaran oksigen. Cabang-cabang pohon respirasi berbentuk tubulus-tubulus dan jalin-menjalin dengan sistem peredaran darah yang menempel pada intestinum. Pohon respirasi ini selain berfungsi sebagai alat pernapasan juga berfungsi sebagai alat ekskresi (Rowe, 1960).

Pada *Holothuria* memerlukan 6 sampai 10 kali kontraksi kloaka dalam satu aksi untuk mengisi penuh pohon respirasi, dengan masing-masing kontraksi memerlukan waktu 1 menit atau lebih (Barnes, 1980).

2.5. Konsumsi Oksigen dan Kondisi Lingkungan

Setiap organisme perairan dapat memanfaatkan oksigen terlarut untuk memenuhi kebutuhan respirasinya. Konsumsi oksigen pada teripang pasir belum banyak diteliti seperti halnya biota air lainnya. Konsumsi oksigen organisme air berguna dalam membakar makanannya

untuk digunakan dalam aktivitas berenang, pertumbuhan dan reproduksi (Amend, 1982). Konsumsi oksigen juga berguna untuk menentukan kapasitas maksimal pada budidaya biota air, serta dapat untuk menduga kebutuhan oksigennya (Vernberg, 1970).

Organisme dapat terganggu kehidupan dan pertumbuhannya apabila oksigen terlarut dalam air mencapai minimum (Suastika, 1993). Lebih lanjut ditegaskan bahwa kelarutan oksigen dalam air rata-rata 7-14 ppm. Oksigen yang larut dalam air dapat mencapai kejenuhan tergantung pada suhu air tersebut. Kemudian dijelaskan bahwa pada perairan daerah tropis kelarutan oksigen di dalam air pada udara terbuka biasanya hanya 7-8 ppm.

Keberadaan oksigen di air mutlak dibutuhkan untuk kehidupan organisme air, kecuali organisme anaerobik. Moyle dan Cech (1982) dalam Suastika (1992) menjelaskan bahwa organisme air yang ketersediaan oksigennya terbatas, justru pada umumnya membutuhkan banyak oksigen untuk transfer energi dengan proses metabolik oksidatif. Dalam proses anabolisme dan katabolisme senyawa-senyawa kompleks oksigen menjadi komponen yang utama. Dengan demikian unsur ini sangat mungkin menjadi pembatas pada budidaya teripang di perairan.

Kehidupan dan pertumbuhan teripang pasir memerlukan kondisi lingkungan yang tertentu (Aznam Aziz, 1981). Jingham (1982) menyatakan bahwa oksigen terlarut dalam air media yang terlalu besar akan mempengaruhi keseimbangan pH, proses kimia, dan ionisasi dalam air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen adalah ukuran tubuh, temperatur, aktivitas, usia, salinitas dan puasa (Barnes, 1980). Empat parameter lingkungan yang mempunyai pengaruh paling besar terhadap pernafasan hewan akuatik adalah temperatur, oksigen terlarut, larutan tersuspensi, dan salinitas (Vernberg, 1970). Faktor lain yang mempengaruhi konsumsi oksigen adalah tingkat stress suatu organisme. Stress dalam hal ini dapat berupa gangguan fisiologis maupun perilaku makan, baik karena perubahan singkat faktor lingkungan maupun oleh faktor perlakuan penanganan pada transportasi misalnya, seperti yang diterangkan oleh Rowe (1960). Stress akan meningkatkan laju metabolisme, dimana laju metabolisme akan meningkatkan konsumsi oksigen (Hoar dan Randall, 1979).

Persyaratan ekologis untuk pertumbuhan dan kehidupan teripang menurut Aznam Aziz (1981) meliputi beberapa kualitas air antara lain : salinitas, temperatur, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut, CO₂

bebas dan amoniak yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi total dari semua ion yang terlarut dalam air (Nybakken 1988). Lebih lanjut dikatakan salinitas adalah jumlah semua garam dalam air setelah semua karbonat diubah menjadi oksida-oksidanya, semua bromida dan jodida digantikan oleh klorida dan semua zat-zat organik mengalami oksidasi sempurna. Ditegaskan oleh Sutaman (1993) bahwa syarat mutlak untuk budidaya teripang pasir adalah salinitas dimana kisarannya antara 26-33 ppt. Kisaran salinitas tersebut hampir tidak memberi pengaruh yang nyata bagi proses metabolisme. Meglitsch (1967) menerangkan bahwa teripang pasir dapat mentolerir salinitas sampa 45 ppt.

b. Temperatur

Pawson (1976) mengatakan teripang pasir ditemukan di semua kedalaman laut dan bersifat dapat mentolerir kisaran suhu yang luas. Kualitas air yang memenuhi syarat untuk usaha budidaya suhu berkisar antara 22°C - 32°C.

c. Derajat Keasaman (pH)

Air laut merupakan sistem buffer yang sangat luas dengan pH yang relatif stabil berkisar antara 7,0 - 8,5 (Odum, 1971). Kemudian Swingle (1968) dalam Widodo dan Bengen (1984) mengatakan bahwa teripang pasir dapat mentolerir lingkungan perairan yang mempunyai kisaran

pH 4,0 - 11,0. Adapun Sutaman (1993) menjelaskan bahwa syarat budidaya teripang pH berkisar antara 7,5 - 8,6.

d. Oksigen Terlarut

Webster (1975) mengatakan bahwa laju konsumsi oksigen teripang pasir adalah rendah. Laju konsumsi oksigen teripang pasir pada rata-rata ukuran berat tubuh 250 gram adalah 1,710 mg/kg/jam pada kisaran salinitas antara 28 - 30 ppt. Menurut Winanto dkk., (1994) lokasi budidaya teripang yang dipilih sebaiknya yang mempunyai kisaran oksigen terlarut antara 4-8 ppm.

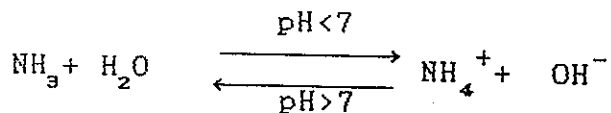
e. Karbondioksida bebas

Kandungan CO_2 bebas di dalam air untuk budidaya tidak boleh lebih dari 25 ppm, dengan catatan kadar oksigen terlarut cukup besar (Brown and Shick, 1979). Kadar CO_2 yang tinggi dapat menimbulkan keracunan organisme. Karbondioksida yang terdapat dalam air berasal dari difusi CO_2 udara, penguraian bahan organik, respirasi organisme atau mikroorganisme dan berasal dari senyawa-senyawa lain terutama kalsium dan magnesium (Zonneveld and Huisman, 1991).

f. Amoniak

Ada dua bentuk amoniak di dalam air yaitu amoniak anionik (NH_3) dan amoniak ionik (NH_4^+). Daya racun amoniak anionik sangat tinggi dibanding amoniak ionik. Pada media air amoniak anionik akan mengalami proses

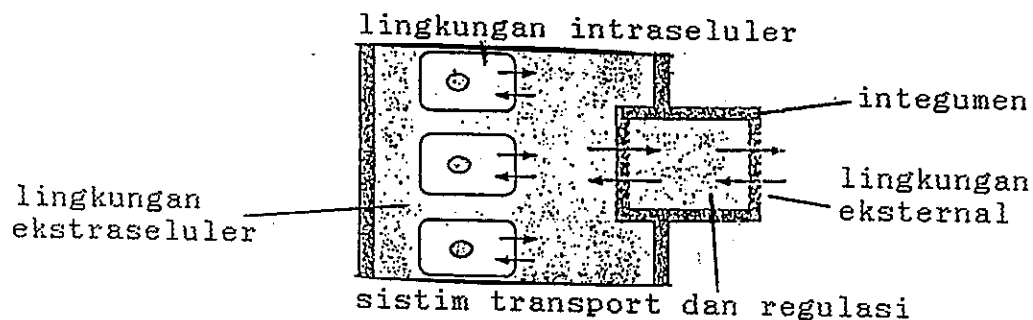
hidrolisa menjadi amoniak ionik melalui proses sebagai berikut :



Reaksi tersebut akan bergeser ke kiri jika pH air media naik, sehingga daya racun amoniak akan semakin tinggi. Kandungan amoniak untuk perairan daerah tropis tidak boleh lebih dari 1 ppm (Connel and Miller 1995). Selanjutnya dikatakan bahwa setiap kenaikan amoniak lebih kurang 1,0 ppm kelarutan oksigen dalam darah menurun kira-kira 14 %.

2.6. Osmoregulasi Teripang Pasir

Osmoregulasi adalah suatu sistem homeostasis pada teripang untuk menjaga kemantapan *millieu interieur*-nya dengan cara mengatur keseimbangan konsentrasi osmotik antara cairan intrasel dengan cairan ekstraselnya (Brown and Shick, 1979). Mekanisme osmoregulasi dapat dijelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 02. Mekanisme Osmoregulasi antara cairan intrasel ekstrasel dan lingkungan (Wilson, 1972),

Pada Gambar 02 dapat dilihat bahwa osmoregulasi dapat terjadi melalui dua aktivitas, seperti yang dijelaskan oleh Brown and Shick (1979). Pertama, dengan mempertahankan kemantapan osmolaritas cairan ekstrasel tanpa harus menyamakan terhadap salinitas media. Kedua, menjaga kemantapan cairan intraselnya agar tetap iso-osmotik dengan cairan ekstraselnya. Kedua aktivitas tersebut dilakukan dengan cara mengatur volume air di dalam cairan ekstraselnya serta mengatur pertukaran ion antara cairan intrasel dengan cairan ekstrasel. Komponen yang terlibat dalam osmoregulasi adalah protein pada membran sel, yang berperan sebagai sistem pompa ion pengemban (carrier) dan biokatalisator (enzim, Na-K ATP-ase) serta energi ATP untuk pengangkutan aktif. Adapun organ-organ tubuh yang berperan sebagai tempat berlangsungnya osmoregulasi adalah : pohon respirasi, saluran pencernaan, integumen (kulit), dan organ ekskresi.

Pada kondisi lingkungan yang hipertonic cairan tubuh teripang pasir bersifat hypotonik terhadap media hidupnya. Oleh karena itu, air dari cairan tubuh cenderung untuk bergerak ke luar secara osmosis melalui saluran pencernaan, pohon respirasi, dan kulit (Brown and Shick, 1979). Selanjutnya dijelaskan bahwa dalam kondisi seperti ini teripang pasir akan mempertahankan

osmolaritas cairan tubuhnya agar cairan internal tidak keluar dari selnya serta mencegah agar cairan urin tidak lebih pekat dari hemolimfanya. Untuk keperluan itu teripang pasir mengekstrak H_2O dari mediana, dengan cara minum air atau memasukkan air lewat pohon respirasi dan kulit (integumen). Di dalam saluran pencernaan, air dan ion terlarut itu di absorpsi. Kelebihan ion, terutama Na^+ dan Cl^- , yang diambil oleh hemolimfe akan dikeluarkan oleh pohon respirasi melalui sel-sel epitel pensekresi (*salt secreting epithelium*), sehingga diperoleh air bebas ion untuk pembentukan urin dan keseimbangan osmotik cairan tubuh teripang pasir. Pengaturan keseimbangan ion tersebut dilakukan dengan cara pengangkutan aktif. Untuk keperluan itu diperlukan sejumlah energi yang berasal dari simpanan ATP (Adenosin Tri-fosfat).

Pada kondisi lingkungan yang hipotonik, cairan tubuh teripang pasir bersifat hipertonik terhadap media eksternal. Dalam kondisi seperti itu, air dari media eksternal cenderung untuk menembus masuk ke dalam bagian tubuh, baik melalui pohon respirasi, intestinum maupun kulit. Ion-ion cenderung berdifusi ke luar tubuh dan cairan internal akan terancam kekurangan ion melalui ekskresi. Untuk mengatasi hal itu, teripang pasir akan berusaha mempertahankan kemantapan

osmolaritas cairan tubuhnya dengan mekanisme regulasi hiperosmotik, yaitu dengan cara :

- a. meningkatkan absorpsi ion (garam) dari media eksternal melalui pohon respirasi dan intestinum.
- b. menghasilkan urin yang hipoosmotik melalui organ ekskresi.

Dalam hal ini alat ekskresi berfungsi sebagai "pompa air", sehingga kelebihan volume air di dalam cairan ekstrasel dapat dikeluarkan melalui urin yang hipo-osmotik (Brown and Shick, 1979)

