

MAKANAN DAN CARA MAKAN BERBAGAI JENIS BINTANG LAUT

oleh

Aznam Aziz¹⁾

ABSTRACT

FOOD AND FEEDING HABITS OF VARIOUS SPECIES OF SEA STARS. The shallow water sea stars commonly feed on various species of marine animals especially on invertebrates species. Swallowing is the more primitive mode of feeding, and a good example can be seen in the sand star (Luidia spp.) which lives on fine mud and sand and swallows burrowing bivalves, sea cucumbers, and other invertebrates. The predatory sea stars also enveloping their food with their bodies and other invertebrates. The predatory sea stars also enveloping their food with their bodies and simultaneously extruding their stomach through their mouths to digest the food externally. The scavenger asteroids become able to feed on larger colonies of animals, such as colonial tube worms, ascidians, and sponges. Some of them extrude their stomachs onto the substratum, and digesting the epibenthic film of organic detritus and microorganisms. The digestive tract is prominent within the body cavity, extending from the mouth to the anus, commonly they consist of cardiac stomach, pyloric stomach, intestine, rectum and anus. Digestion enzyme, feeding habits, kind of food, and the digestive tract are discussed in this article.

PENDAHULUAN

Berbeda dengan kelompok teripang dan bulu babi, pengetahuan mengenai macam makanan dan cara makan kelompok bintang laut belum banyak diinformasikan atau mungkin belum pernah ditulis di dalam kepustakaan di Indonesia. Di luar negeri, terutama di Eropa, Amerika, dan Jepang informasi mengenai kondisi biologi dari bintang laut berada di urutan kedua setelah bulu babi dan merupakan biota yang lebih

banyak diteliti dibandingkan dengan kelompok lili laut, teripang dan bintang mengular (SLOAN 1980a). Salah satu aspek yang menarik untuk diteliti adalah studi mengenai tingkah laku makan dan semua aspek yang berkaitan dengan bidang studi ini.

Secara umum bintang laut dipandang sebagai biota yang bersifat karnivora dengan berbagai hewan-hewan invertebrata merupakan sumber makanannya (ANDERSON 1966, DOI 1976, dan SLOAN 1977). Tetapi berdasarkan penelitian yang dilakukan para pakar, ternyata

1). Balai Penelitian dan pengembangan Biologi Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi - Jakarta.

bahwa sebagian dari bintang laut tertentu bisa juga merupakan pemakan endapan (detritus feeder), dan sebagian lagi cenderung bersifat omnivora atau pemakan segala.

Sebagai biota pemangsa atau karnivora, bintang laut tertentu bisa mempunyai dampak merugikan terhadap biota lainnya. Bintang laut jenis *Acanthaster planci* atau juga dikenal sebagai bintang laut mahkota dalam tingkatan kepadatan populasi tertentu, bisa merusak keseimbangan ekosistem terumbu karang. Hal ini disebabkan karena polip karang hidup merupakan makanan utama dari bintang laut tersebut. Banyak anggota suku Asteroidea yang hidup di perairan Eropa, dipandang sebagai hama. Hal ini disebabkan karena biota tersebut mengkonsumsi berbagai jenis kerang niaga. Ikhtisar lebih lengkap mengenai seluk beluk tingkah laku makan dari bintang laut telah dilaporkan oleh beberapa pakar bintang laut, seperti SLOAN (1980a) dan JANGOUX (1982, 1982a).

Dalam tulisan ini selanjutnya akan disinggung secara garis besar mengenai sistem pencernaan, cara makan, macam makanan, dan sistem enzim pada kelompok bintang laut.

SISTEMATIKA DAN PENYEBARAN

Untuk melengkapi pengetahuan kita mengenai kelompok bintang laut, pada tulisan kali ini disampaikan juga sekelumit mengenai sistematika dan penyebarannya. Bintang laut yang hidup di dunia saat ini diperkirakan sekitar 1800 jenis, yang termasuk kedalam kelas Asteroidea, yang terdiri dari 4 bangsa (ordo), 26 suku (famili), dan 144 marga (genus).

Bintang laut ditemukan pada semua laut dan lautan, dengan batas kedalaman antara 0 m sampai dengan 6000 meter. Biota ini pada umumnya hidup bebas sebagai epi-

fauna, baik menyendiri ataupun hidup berkelompok. Sebagian dari anggota bintang laut ini ada juga yang membenamkan diri dalam pasir atau lumpur. Sebagaimana fauna ekinodermata lainnya, bintang laut juga dikenal sebagai penghuni laut sejati, dengan batasan toleransi salinitas antara 30 ‰ sampai dengan 34 ‰. Jenis bintang laut tertentu ada yang dapat bertahan hidup pada salinitas sekitar 15 ‰. (di Laut Baltik). Jenis-jenis bintang laut ini telah mengalami adaptasi melalui periode waktu yang lama (FEDER 1966).

Di perairan Indonesia untuk kedalaman 0 meter sampai dengan 20 meter terdapat sekitar 88 jenis bintang laut yang termasuk ke dalam 38 marga dan 17 suku (CLARK and ROWE 1971). Dari hasil telusur pustaka, di perairan Indonesia diperkirakan terdapat sekitar 400 jenis bintang laut atau sekitar 22 ‰ dari jumlah total bintang laut di dunia.

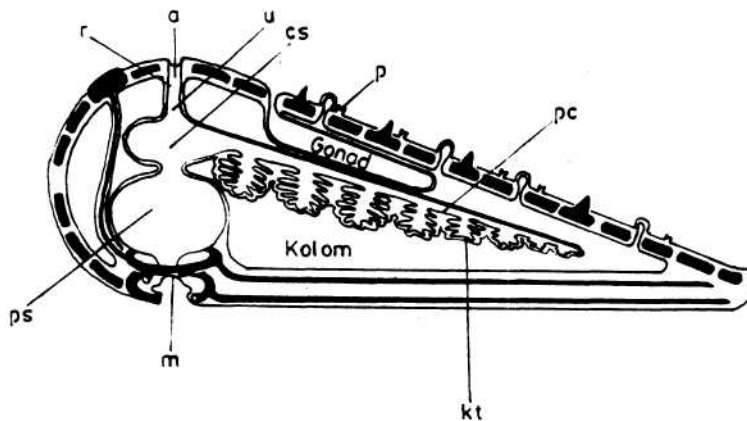
SISTEM PENCERNAAN

Suku Asteroidea dianggap merupakan kelompok bintang laut yang paling maju tingkat evolusinya di dalam kelas Asteroidea. Berbagai macam penelitian aspek biologi termasuk penelitian mengenai sistem pencernaan banyak dilakukan pada anggota suku Asteroidea ini. Pada umumnya bintang laut mempunyai struktur sistem pencernaan yang sama, yaitu mulut terdapat pada bagian tengah dari sisi oral. Mulut dikelilingi oleh membran peristomial yang melekat pada keping peribukal. Mulut berhubungan langsung dengan lambung (cardiac stomach), kadang-kadang lambung dapat dibedakan menjadi dua komponen, yaitu yang berada pada sisi oral disebut sebagai "cardiac stomach" dan bagian lambung yang berada pada sisi aboral disebut sebagai "pyloric stomach". Dari "pyloric stomach" terdapat kelanjutan

kantung lambung ke arah tangan yang biasanya bercabang dua (*diverticula*) dan menempati setiap tangan dan bintang laut. Komponen lanjutan pada tangan ini disebut sebagai "pyloric caeca". Pyloric caeca merupakan bagian dan sistem pencernaan yang paling penting, karena enzim-enzim pencernaan dihasilkan oleh bagian dinding dari organ ini. Selain itu cadangan makanan yang berlebihan, juga disimpan pada organ ini yang berupa lipid dan glycogen (JANGOUX 1982a). Menurut HYMAN (1955), antara mulut dan lambung terdapat esofagus yang sangat pendek. Bertentangan dengan hal ini JANGOUX (1982a) mengatakan bahwa pada kelompok bintang laut tidak didapatkan esofagus sejati.

Kantung Tiedemann merupakan kantung yang terdapat di sisi oral dari pyloric caeca. Kantung Tiedemann berfungsi sebagai organ pompa, dalam hal ini memompa cairan dalam rongga pyloric caeca dan mengatur aliran cairan dari dan ke pyloric stomach.

Setelah pyloric stomach terdapat usus yang sangat pendek (*intestine*). Usus dilanjutkan dengan rectum. Di sekitar rectum terdapat lipatan atau kantung yang disebut "rectal caeca". "Rectal caeca" bersifat kontraktile dan berperan di dalam memompakan air dan sisa makanan (*faeces*). Setelah rectum yang sangat pendek, saluran pencernaan berakhir pada anus, yang terletak di bagian tengah sisi aboral. Kelengkapan komponen dari sistem pencernaan bervariasi dari suku ke suku. Beberapa anggota dari suku yang primitif seperti Luidiidae, Gonioplectinidae, Porcellanasteridae, Astropectinidae tidak mempunyai usus, rectum dan anus. Bagian sistem pencernaan pada bintang laut bisa dilihat pada Gambar 1. Keterangan lebih lengkap dari saluran sistem pencernaan dapat dilihat pada kepustakaan yang ditulis oleh ANDERSON (1966) dan JANGOUX (1982a).



Gambar 1. Diagram sistem pencernaan bintang laut (Sumber SLOAN 1977)

- | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Keterangan : | a = anus | p.s. = "pyloric stomach" |
| | r = rectum | p.c. = "pyloric caeca" |
| | u = usus | k.t. = kantung Tiedemann |
| | m = mulut | p = pedicellaria |
| | c.s. = "cardiac stomach" | |

MACAM MAKANAN

Kelompok bintang laut pemangsa atau kelompok karnivora hidup dari memakan invertebrata laut, seperti cacing, udang, moluska, ekhinodermata, dan ikan-ikan kecil. Suku yang bersifat karnivora ini antara lain adalah Luidiidae, Astropectinidae, Solastendae, Acanthasteridae, Zoroasteridae, Asteroiidae, dan Brisingidae. Menurut GUILLOU (1990), marga *Luidia* merupakan bintang laut yang bersifat super predator. Selain memakan invertebrata lainnya biota ini juga memangsa sesama fauna ekhinodermata, termasuk bintang laut lainnya. Selanjutnya CHIU *et al.*(1983, 1986), melaporkan bahwa bintang laut jenis *Luidia hardwicki* dan *L. longispina* yang hidup di perairan Hongkong adalah bersifat predator oportunistis. Dalam hal ini bintang laut ini tergantung kepada mangsa yang dominan di sekitarnya. Keong laut jenis *Theora lata*, merupakan makanan utama biota ini. yaitu merupakan 90 % dari isi lambungnya. Sifat oportunistis juga diperlihatkan oleh bintang laut jenis *Acanthaster planci* Tetapi preferensi terhadap makanan tetap diperlihatkan oleh bintang laut tersebut. Pada percobaan di laboratorium, ternyata karang batu marga *Acropora* tetap lebih disukai dibandingkan karang batu marga *Fungia*. Adanya preferensi ini disebabkan di lapangan karang batu marga *Acropora* merupakan marga yang dominan dan merupakan makanan utama dari bintang laut tersebut (COLLINS 1975). Seiaian marga *Acanthaster*, bintang laut lainnya yang dikenal sebagai pemakan karang batu adalah bintang laut marga *Culcita*. Bintang laut marga *Culcita* dilaporkan memangsa karang batu marga *Pocillopora*, *Porites*, *Fungia* dan *Montipora* (THOMASSIN 1976, GLYNN & KRUPP 1988). Selanjutnya sifat predator oportunistis juga dilaporkan pada

bintang laut marga *Astropecten*. Bintang laut marga *Astropecten* yang hidup di pantai Tomioka, Jepang hidup terutama dari memakan keong laut jenis *Umbonium moniliferum*. Keong laut ini merupakan jenis yang dominan di pantai Tomioka (DOI 1976).

Algae, algae mengapur, dan spons juga merupakan sumber makanan bagi binatang laut tertentu. Bintang laut jenis *Acanthaster planci* yang bam mengalami metamorfosis sampai dengan berumur sekitar 18 minggu, terutama hidup dari memakan algae mengapur. Hampir semua jenis bintang laut dalam usia dini (juvenil) hidup dari berbagai jenis biota sesil benthik. Lapisan filem atau busukan daun lamun dan algae juga merupakan sumber makanan dari bintang laut tertentu. THOMASSIN (1976). melaporkan bahwa beberapa anggota dari suku Oreasteridae, seperti bintang laut jenis *Culcita schemidiana*, *Protoreaster nodosus*, *P. lincki*, *Pentaceraster mammillatus*, dan *Choriaster granulatus* yang hidup di perairan Madagaskar, terutama hidup dari memakan lapisan filem (busukan) daun lamun, spons dan karang lunak (Alcyonaria). Hal yang sama juga dilaporkan oleh SCHEIBLING (1980). Dalam hal ini berlaku untuk bintang laut jenis *Oreaster mammillatus* yang hidup di perairan sekitar kepulauan Virgin USA. Tetapi lebih lanjut dikatakan bahwa bintang laut ini juga tergantung kepada kandungan zat organik dalam lumpur, kondisi seperti itu disebut sebagai "microphagous grazer". Suku yang bersifat pemakan mengikis (scavenger habits) antara lain adalah suku Goniasteridae, Oreasteridae, Ganeriidae, dan Ophidiasteridae.

Bintang laut yang hidup di laut dalam (laut jeluk), terutama merupakan pemakan endapan (deposit feeder). Dalam hal ini kandungan zat organik dan bakteri yang terdapat di dalam lumpur merupakan sumber

makanan yang utama. Dalam kondisi tertentu bintang laut yang hidup di tempat dalam bisa juga bersifat predator fakultatif (pemangsa terbatas). Salah satu jenis bintang laut pemakan endapan adalah *Ctenodiscus crispatus* yang merupakan anggota dari suku Porcellanasteridae. Tingkah laku makan bintang laut ini telah dilaporkan oleh SHICK *et al.* (1981). Selanjutnya MADSEN (1961), melaporkan adanya organ khusus yang disebut "cribriform organ" yang terdapat pada bintang laut suku Porcellanasteridae. Organ ini berupa

lipatan-lipatan kulit yang terdapat pada daerah interradial dari tangan bintang laut. Lebih lanjut diinformasikan bahwa organ tersebut berfungsi ganda sebagai organ fasilitasi dalam proses pernafasan dan juga berfungsi membantu pengadaan makanan.

Informasi lebih lengkap mengenai macam makanan dari bintang laut ini selanjutnya dapat dibaca pada ikhtisar yang ditulis oleh SLOAN (1980) dan JANGOUX (1982). Sebaran suku bintang laut berdasarkan macam makanan bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Cara makan berbagai suku bintang laut (Modifikasi dari JANGOUX 1982)

Cara makan	S u k u
Karnivora / Pemangsa	Acanthasteridae Asteropeidae Astropectinidae Asteriidae Brisingidae Heliasteridae Luidiidae Radiasteridae Solasteridae Zoroasteridae
Scavenger / Grazing	Asteropeidae Echinasteridae Ganeriidae Goniasteridae Odontasteridae Ophidiasteridae Oreasteridae
Pemakan endapan	Archasteridae Benthoplectinidae Gonioplectinidae Porcellanasteridae
Pemakan plankton dan seston	Echinasteridae
Omnivora / Pemakan segala	Asterinidae Odontasteridae Poraniidae Pterasteridae

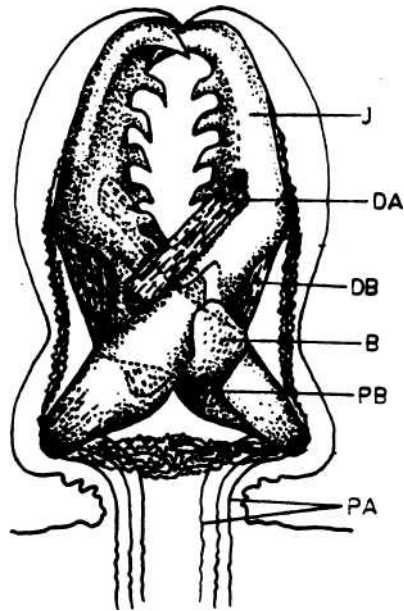
CARA MAKAN

Sebelum membicarakan cara makan pada kelompok bintang laut, terlebih dahulu diinformasikan cara mendeteksi makanan pada bintang laut tersebut. Dari berbagai percobaan di laboratorium diketahui bahwa bintang laut dapat mendeteksi kehadiran makanan dalam jarak tertentu. Menurut SLOAN (1980) di bagian ujung dari tangan bintang laut terdapat titik-titik sensor yang peka terhadap rangsang mekanik, rangsang kimia, dan cahaya. Dilaporkan juga bahwa kaki tabung yang terdapat di ujung tangan juga mempunyai kemampuan sebagai organ sensor. Dengan kemampuan sensor ini seekor bintang laut dapat mengetahui arah dan posisi sumber makanan.

Pada ekinodermata secara umum dikehal apa yang disebut sebagai pencernaan kulit atau skin digestion. Dalam hal ini seluruh permukaan tubuh/kulit mempunyai kemampuan untuk secara langsung menyerap zat hara yang terlarut dalam masa air laut di sekitarnya. Sebagai anggota dari kelompok ekinodermata, pada bintang laut juga dikenal sistem pencernaan kulit ini. Proses rinci dari pencernaan kulit belum sepenuhnya diketahui. Selain itu peran dan fungsinya tidaklah begitu penting (SLOAN 1977, LAWRENCE 1987).

Memburu mangsa, menelan, dan kemudian mencernakannya dalam lambung, adalah merupakan cara yang paling umum pada kebanyakan biota laut. Cara ini dikenal juga oleh bintang laut, terutama pada suku Luidiidae dan Astropectinidae. Sebagian besar anggota kelompok bintang laut mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan bagian lambungnya (everted onto the food) ke arah makanan. Kemudian dengan bantuan cairan lambung bagian lunak dari hewan mangsa diserap ke dalam kantung lambung. Dalam hal ini bagian lambung yang berperan adalah

"cardiac stomach". Cara makan seperti ini dimiliki oleh sebagian besar anggota kelompok bintang laut. Pada suku Asteroidea pada umumnya terdapat kemampuan untuk membuka cangkang kerang laut. Dalam hal ini kaki tabung memegang peranan yang sangat penting. Dengan kekuatan kaki tabung, bintang laut dapat membuka cangkang kerang-kerangan. Setelah cangkang kerang terbuka, kemudian bintang laut menjulurkan bagian lambungnya untuk menyantap bagian yang lunak dari kerang tersebut. Berdasarkan beberapa penelitian laboratorium, ternyata bahwa bintang laut tidak selalu harus membuka cangkang kerang dengan sempurna, sedikit celah saja cukup untuk menjulurkan lambungnya. Kemampuan menjulurkan lambung ini tidak saja menjadi milik kelompok karnivora, tetapi juga dipunyai oleh kelompok omnivora dan pemakan penyapu (scavenger). Dapat ditambahkan, bahwa cara makan dengan jalan menjulurkan bagian lambung terutama ditujukan kepada mangsa yang berukuran besar. Untuk mangsa yang berukuran kecil, caranya adalah dengan jalan ditelan langsung sebagaimana umumnya dilakukan oleh biota lain. Cara yang unik untuk menangkap mangsa adalah dengan bantuan miniatur organ yang disebut sebagai pedicellaria. Pedicellaria merupakan organ mini yang berbentuk pinset (Gambar 2). Organ ini tersebar di seluruh permukaan kulit tubuh terutama di seputar duri primer. Pada bangsa Forcipulatida, pedicellaria ini bertumbuh kembang dengan baik. Menurut CHIA & AMEROGAN (1975), pada setiap duri primer di sisi aboral dari bintang laut jenis *Stylasterias forreri* terdapat sekitar 35 sampai dengan 40 buah pedicellaria. Pergerakan dari pedicellaria ini dapat di koordinasikan dengan baik, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menangkap mangsa tertentu. Di sisi aboral (punggung) dari bintang laut jenis *Stylasterias forreri* terdapat sekitar



Gambar 2. Diagram umum kerangka pedicellaria dari bintang laut (Sumber CHIA & AMEROGEN 1975)

Keterangan:	J = "rahang"	PB = Otot abduktor proksimal
	B = Keping basal	DA = Otot adduktor distal
	DB = Otot abduktor distal	PA = Otot adduktor proksimal

210 sampai dengan 245 buah duri primer, sehingga total pada seekor bintang laut ini terdapat sekitar 49.000 pedicellaria. Pedicellaria ini berfungsi untuk menangkap udang dan ikan-ikan kecil. Selanjutnya dengan gerakan terkoordinir dari duri primer, duri sekunder dan dengan bantuan mukus, mangsa akan dipindahkan ke arah kaki tabung di sisi oral tubuh. Selanjutnya kaki tabung dibantu oleh mukus akan mengarahkan makanan ini ke muiut.

Menangkap makanan melalui air yang mengalir, pada umumnya dikenal pada kelompok spons. Dalam hal ini spons laut mampu menciptakan aliran buatan untuk memperoleh partikel makanannya. Makanan dapat berupa plankton atau partikel kecil yang melayang pada masa air laut. Pada kelompok bintang laut, cara makan seperti spons ini dikenal pada suku Echinasteridae, kaki tabung dan kantung Tiedemann dengan

bantuan sistem saluran air berfungsi dalam mengupayakan adanya aliran buatan, sehingga memudahkan untuk bintang laut tersebut untuk menangkap plankton dan partikel melayang (seston).

SISTEM ENZIM

Dinding lambung mengsekresikan cairan lambung untuk menghancurkan daging mangsanya. Kemudian zat makanan akan diserap ke arah pyloric caeca (JANGOUX 1982, LAWRENCE 1987). Pyloric caeca merupakan komponen sistem pencernaan yang paling penting pada kelompok bintang laut. Pyloric caeca berperan ganda dalam mengsekresikan berbagai enzim pencernaan dan juga berperan menyimpan kelebihan hasil asimilasi (lipid dan glycogen). Dari hasil ekstraksi dinding pyloric caeca berhal diketahui adanya berbagai enzim pencernaan.

Enzim yang berhasil diisolasi adalah enzim protease untuk memecah protein, lipase untuk memecah lemak, dan amylase untuk memecah ikatan amylum. Pada kelompok bulu babi reaksi enzimatik pada umumnya berlangsung pada suasana asam, sedangkan pada kelompok bintang laut reaksi enzimatik ini berlangsung dalam suasana agak basa, yaitu dengan kisaran pH antara 6,6 sampai dengan 7,5. Selanjutnya diinformasikan kondisi pH ini sangat erat hubungannya dengan aktifitas pencernaan. Hubungan tingkatan pH dan reaksi enzimatik ini belum sepenuhnya dimengerti (LAWRENCE 1982).

Kehadiran sel-sel zymogen pada dinding pyloric caeca diduga berkaitan dengan perannya sebagai penghasil enzim. Selanjutnya dari hasil penelitian paling akhir diketahui, bahwa pada kelompok bintang laut juga didapatkan enzim cellulase yang mampu memecah ikatan cellulose. Tetapi enzim yang belakangan ini hanya terdapat pada beberapa anggota bintang laut tertentu (ANDERSON 1966). Ikhtisar selengkapnya mengenai sistem enzim ini telah dilaporkan oleh LAWRENCE (1982).

Sebagai kesimpulan dari tulisan ini dapat dikatakan, bahwa bintang laut bukanlah karnivora sejati. Tetapi cara makan yang lazim pada invertebrata lainnya juga dikenal pada kelompok biota ini. Menurut (JANGOUX 1982), dan LAWRENCE (1987), bintang laut cenderung bersifat "polytrophic" dengan berbagai cara makan dan macam makanan. Semoga tulisan yang singkat ini dapat menambah pengetahuan kita, khususnya mengenai cara makan dan macam makanan bintang laut.

PENGARUH AKTIFITAS MAKAN TERHADAP LINGKUNGAN

Telah disinggung pada bagian pendahuluan, bahwa beberapa jenis bintang laut bisa merugikan lingkungannya. Bintang laut mahkota atau *Acanthaster planci* dalam tingkatan populasi tertentu bisa merugikan ekosistem terumbu karang. Ledakan populasi diatas normal dari bintang laut ini bisa menyebabkan tereduksinya kepadatan karang batu dan menurunnya persentase tutupan karang hidup. Kematian karang batu pada kasus ledakan populasi *Acanthaster planci* jauh lebih ekstensif dari pada kematian yang disebabkan oleh faktor alam lainnya. Pada kasus ledakan populasi diatas normal, karang batu yang mati bisa mencapai 90 % dari total tutupan karang.

Beberapa jenis bintang laut suku Asteroiidae, yang hidup di perairan dangkal di Eropah dan Amerika utara dikenal sebagai hama pada pembudidayaan kerang niaga. Bintang Laut jenis *Pisaster ochraceus* dipandang sebagai hama utama dalam pembudidayaan kijing atau kerang hijau. Populasi kijing (*Mytilus spp.*) akan dihambat pertumbuhannya apabila populasi bintang laut tersebut meningkat. Kijing atau kerang hijau merupakan makanan utama bagi bintang laut jenis *Pisaster ochraceus*. Untuk meningkatkan populasi kijing niaga tersebut, bintang laut harus disingkirkan dari lahan pembudidayaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- ANDERSON, J.M. 1966. Aspect of nutritional physiology. *In* BOOLOLOTIAN, R.A. (ed.), Physiology of Echinodermata. Interscience, Publ., New York : 329-357
- CHIA, F.S. and H. AMEROGEN 1975. On the prey-catching pedicellaria of a starfish, *Stylasterias forreri*. *Can. J. Zool.* 53 : 748-755.
- CHIU, ST., V.W.W.LAM and P.K.S. SHIN 1983. Mollusc predation by *Luidia* spp. (Echinodermata : Asteroidea) in Tolo Harbour and channel, Hongkong. *In* : MORTON, B. and D. DUDEGEON (eds.), Macrofauna of Hongkong and Southern China. Hongkong, Univ. Press : 365-379.
- CHIU, ST., V.W.W LAM and P.K.S. SHIN 1986. Further observation on the feeding biology of *Luidia* spp. in Hongkong. *In* : MORTON, B. (ed.), The marine fauna and flora of Hongkong and Southern China, Hongkong, Univ. Press : 907-933.
- CLARK, A.M. and F.W.E. ROWE 1971. Monograph of shallow water Indo West Pacific Echinoderms. London : 238pp.
- COLLINS, A.R.S. 1975. Biochemical investigation of two responses involved in the feeding behavior of *Acanthaster*. III. Food preferences. *J. Exp. Mar. Bioi Ecol.* 17 : 87-94.
- DOI, T. 1976. Some aspects of feeding ecology of the sea stars, genus *Astopecten*. *Publ. Amakusa mar Biol. Lab.* 4 : 1-19.
- GUILLOU, M. 1990. Biotic interactions between predator and super-predator in the Bay of Douarnenez, Brittany. *In* : BARNES, M. and R.N. GIBSON (eds.), Trophic relationships in the marine environment. Aberdeen Univ. Press : 141-156.
- HYMAN, L.H. 1955. The Invertebrates III. Echinodermata. McGraw-Hill Book co. Inc., New York : 763 pp.
- JANGOUX, M. 1982. Digestive systems : Asteroidea. *In* : JANGOUX, M. and J.M. LAWRENCE (eds.), Echinoderm Nutrition. A.A. Balkema, Rotterdam : 235-272.
- JANGOUX, M. 1982a. Food and feeding mechanisms : Asteroidea. *In* : JANGOUX, M. and J.M. LAWRENCE (eds.). Echinoderm Nutrition. A.A. Balkema, Rotterdam : 127-159.
- LAWRENCE, J.M. 1987. Echinodermata. *Animal Energetics* 2 : 230-267.
- MADSEN, F.J. 1961. The Porcellanasteridae. A monographic revision of an abyssal group of sea stars. *Galathea Rep.* 4 : 33-174.
- SCHEIBLING, R.E. 1980. Dynamics and feeding activity of high density aggregations of Oreasteridae, *Oreaster reticulatus* (Echinodermata : Asteroidea) in a sand patch habitat. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 2 : 321-327.
- SHICKK, J.M., K.C. EDWARDS and J.H. DEARBON 1981. Physiological Ecology of the Deposit-feeding sea star *Ctenodiscus crispatus* : ciliated surfaces and animal sediment interactions. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 5 : 165-184.

- SLOAN, N.A. 1977. Coping with stardom : The lives of starfish. *Jour. Vancouver Aqua.* 2 (4) : 1-31.
- SLOAN, N.A. 1980. The arm curling and terminal tube-foot responses of the asteroid *Crossaster papposus*. *J. Nat. Hist.* 14 : 469-482.
- SLOAN, N.A. 1980a. Aspects of feeding biology of Asteroids. *Oceanogr. Mar. Biol Ann. Rev.* 18 : 57-124.
- THOMASSIN, B.A. 1976. Feeding behaviour of the felt-, sponge-, and coral-feeder sea stars, mainly *Culcita schemideliانا*. *Helgolander wiss. Meeresunters* 28 : 51-65.
- YAMAGUCHI, M. 1973. Early life histories of coral reef Asteroids, with special reference to *Acanthaster planci*. In : JONES, O.A. and R. ENDEAN (eds.), *Biology and Geology of Coral Reef* 2. *Biology* 1. Academic Press, London : 369-387.