

MAKANAN DAN CARA MAKAN BERBAGAI JENIS BULU BABI

oleh

Aznam Aziz¹⁾

ABSTRACT

FOOD AND FEEDING HABITS OF VARIOUS SPECIES OF SEA URCHINS. *The shallow water regular urchins commonly feed on various algal and seagrasses species. Some authors assumed that rook-boring urchins feeding strategy is to remain fixed and to ingest detrital algae washed into their burrows by water movement across the reef. It appears that most regular urchins will eat almost anything, but some tend to a carnivorous, other to a herbivorous, diet, although in the lack of preferred items they will ingest the bottom material, and in fact act as general scavengers. The irregular urchins and sand dollars are deposit feeders. It passively traps detritus in the funnel that connect its burrow to surface of sediment. The digestive tract is prominent within the body cavity, extending from the mouth to the anus, commonly they consist of pharynx, oesophagus, large intestine, small intestine, rectum and anus. Digestion efficiency as well as grazing effects on the benthic algal community will be discussed in this article.*

PENDAHULUAN

Pengetahuan tentang cara makan dan macam makanan pada berbagai biota pada umumnya adalah cukup penting, mengingat bahwa makanan dan proses metabolisme lanjutannya merupakan pemindahan energi yang kelak akan menunjang proses pertumbuhan, reproduksi, dan upaya untuk kesinambungan kehidupan biota tersebut. Pada umumnya sebagian besar bulu babi makannya adalah berbagai jenis tanaman laut baik dari kelompok **thallophyta** ataupun dari kelompok **spermatophyta**. Tetapi jenis-jenis bulu babi dari kelompok **irregularia** (kelompok yang mempunyai simetris bilateral) yang dikenal sebagai "heart urchin" dan "sand dollar", ataupun bulu babi kelompok **regularia** (kelompok yang mempunyai simetris pentaradial) terutama yang hidup di perairan jeluk di mana algae tidak dijumpai lagi, mereka sangat tergantung dari sisa organisme yang terdapat di sekitarnya.

Cara makan dan macam makanan ternyata telah pula menyebabkan bentuk penyesuaian diri yang khusus kepada kedua kelompok bulu babi tersebut, seperti terdapatnya lentera aristoteles pada kelompok regular urchin yang berfungsi sebagai pemotong dan penghancur makanan, ukuran usus yang relatif lebih panjang pada kelompok regularia yang makan tanaman laut. dibandingkan dengan usus dari kelompok irregularia yang makan diatomae dan detritus. Adanya alur makanan pada sisi oral dari "sand dollar" juga dapat dipandang sebagai upaya adaptasi khusus yang berkaitan dengan cara pengambilan makanan.

SISTEMATIKA DAN PENYEBARAN

Pada tulisan kali ini tidak ada salahnya disampaikan sistematika dan penyebaran dari berbagai jenis bulu babi yang hidup saat ini, untuk melengkapi pengetahuan kita tentang

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

kelompok biota ini. Bulu babi yang hidup di dunia saat ini diperkirakan sekitar 800 jenis, termasuk dalam kelas ECHINOIDEA yang terbagi dalam 2 subkelas. Subkelas pertama disebut PERISCHOECHINOIDEA, yang terdiri dari satu bangsa (ordo) dan dua suku (famili). Sub kelas kedua yang disebut EUECHINOIDEA terdiri dari 14 bangsa (ordo) dan 44 suku (famili).

Bulu babi ini ditemui pada semua laut dan lautan, dengan batas kedalaman antara 0 m sampai dengan 8000 m. Mereka dapat hidup bebas sebagai epifauna baik menyendiri ataupun hidup berkelompok, hidup meliang (burrowing habit), ataupun membenamkan diri dalam lumpur dan pasir. Kelompok bulu babi ini dikenal sebagai penghuni laut sejati dengan batasan toleransi salinitas antara 30‰ sampai dengan 34‰. Dibandingkan dengan kelompok echinodermata lainnya seperti kelas STELLEROIDEA yang beranggotakan sekitar 3.000 jenis bintang laut dan bintang mengular, maka jumlah bulu babi yang hidup saat ini relatif lebih sedikit, tetapi mereka mempunyai pengelompokan taksa yang lebih kompleks terutama untuk tingkatan di atas marga.

Data lengkap mengenai jumlah jenis dan marga yang terdapat di perairan Indonesia, sampai saat ini belum dapat disampaikan karena sangat terbatasnya kepustakaan mengenai kelompok ini. Namun menurut CLARK & ROWE (1971), untuk perairan dangkal antara 0 m sampai kedalaman 20 m di Indonesia dilaporkan terdapat sekitar 84 jenis bulu babi yang tergabung ke dalam 48 marga dan 21 suku.

SISTEM PENCERNAAN

Secara umum sistem pencernaan pada semua kelompok bulu babi dibangun oleh unit yang sama, yaitu terdiri dari mulut, faring, esofagus, lambung, usus, rektum dan anus. Lambung merupakan bagian saluran pencernaan yang terpanjang. Saluran pen-

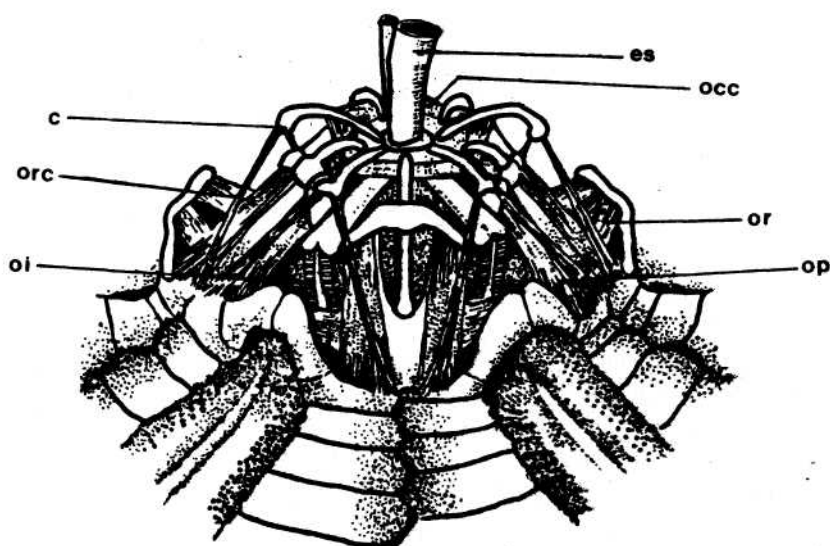
cernaan pada kelompok regularia relatif lebih panjang bila dibandingkan, dengan saluran pencernaan kelompok irregularia. Sehubungan dengan macam makanannya yang terutama terdiri dari berbagai jenis tanaman laut, pada kelompok regularia terdapat semacam rahang yang dilengkapi dengan semacam gigi pemotong. Alat tersebut dikenal sebagai lentera aristoteles (Gambar 1). Alat pemotong ini sangat rumit, dibangun oleh 40 keping kerangka kapur yang terdiri dari 5 pasang gigi, 10 keping demipyrasid, 10 keping ephyphysis, 5 keping rotulae, dan 5 keping compass. Alat yang cukup rumit ini digerakkan dengan bantuan sekitar 60 otot motoris dengan fungsi yang berbeda-beda (Tabel 1).

Dengan alat yang begitu rumit dan kompleks ini, bulu babi dapat memabat dan memotong tanaman laut, dan melumatnya menjadi potongan lebih kecil dan siap untuk ditelan. Keampuhan alat lentera aristoteles ini ternyata juga mampu memotong cangkang teritip, moluska, ataupun jenis bulu babi lainnya. Lentera aristoteles ini hanya terdapat pada kelompok regularia dan pada kelompok irregularia hanya terbatas pada ordo Clypeasteroidea saja, tetapi dalam bentuk yang lebih sederhana dan tereduksi fungsinya.

Mulut biasanya terdapat pada bagian tengah dari sisi oral, dari mulut berjalan saluran pencernaan ke arah anus yang biasanya terletak pada sistem apical di sisi aboral. Saluran pencernaan berputar satu lingkaran penuh searah dengan arah jarum jam dan kemudian kembali berputar satu lingkaran penuh berlawanan arah dengan jarum jam (Gambar 2). Pada kelompok "heart urchin" mulut berada pada bagian anterior dari sisi oral, dan anus berada pada ujung posterior dari tubuh, kedudukan saluran pencernaan pada prinsipnya sama dengan pada kelompok regularia (Gambar 3). Pada kelompok "sand dollar" usus relatif lebih pendek dan melebar, mulut terletak pada bagian tengah dari sisi oral, dan anus pada posisi asentris pada sisi aboral.

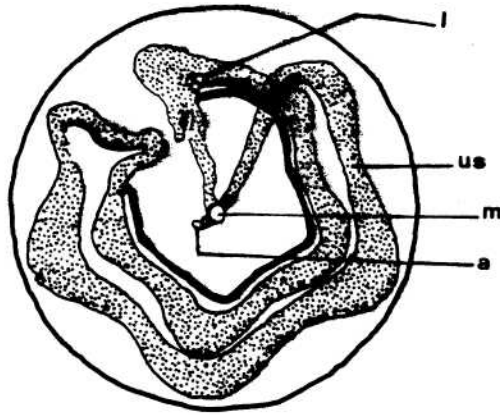
Tabel 1. Jenis dan fungsi otot motoris pada sistem lentera aristoteles pada kelompok bulu babi regularia (DURHAM 1966).

Jenis otot	Fungsi
10 otot protractor	Bertugas menekan gigi ke arah bawah.
10 otot retractor	Bekerja secara antagonis dengan otot protractor.
10 otot compass	Menjaga pergerakan vertikal dari sistem pyramid, dan mengatur gerakan memutar dari keseluruhan struktur aristoteles.
5 otot interpyramidal	Memberikan kemampuan untuk gigi dapat bergerak memotong dan mengiris.
20 otot rotulae	mengakomodasikan gerakan memutar dari sistem pyramid.
6 otot circumferensial compass	Fungsi dan tugasnya tidak begitu diketahui.



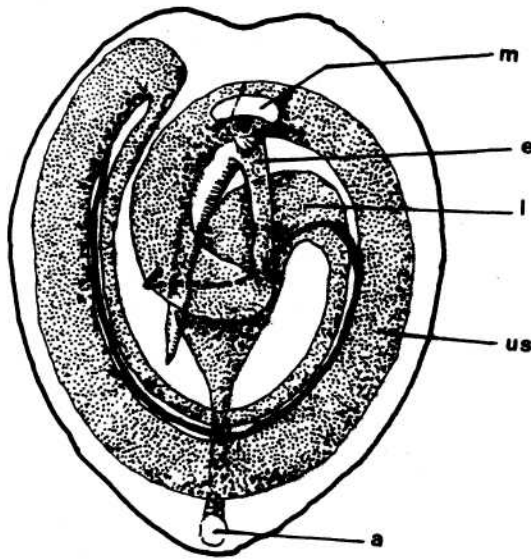
Gambar 1. Sketsa sistem lentera aristoteles pada bulu babi regularia (DURHAM 1966).

- es = esofagus
 occ = otot circumferensial compass
 or = otot retractor
 op = otot protractor
 c = compass
 ore = otot radial compass
 oi = otot interpyramidal



Gambar 2. Sketsa saluran pencernaan pada bulu babi regularia (DURHAM 1966).

- l = lambung
- us = usus
- m = mulut
- a = anus



Gambar 3. Sketsa saluran pencernaan pada bulu babi irregularia (DURHAM 1966).

- m = mulut
- e = esofagus
- l = lambung
- us = usus
- a = anus.

MACAM MAKANAN

1. Kelompok regularia

Pada bulu babi yang hidup di tempat dangkal, makanan utamanya terdiri dari berbagai jenis algae dan lamun. CHIU (1985) melaporkan bahwa bulu babi jenis *Antocidaris crassispina* yang hidup di perairan sekitar Hong Kong mengkonsumsi sekitar 15 jenis algae. Dari 15 jenis algae yang dikonsumsi, ternyata 5 jenis di antaranya merupakan pilihan utama dan dapat mencapai sekitar 40% isi lambung. Selanjutnya dilaporkan juga berdasarkan analisis isi lambung ternyata bahwa jenis bulu babi ini juga makan berbagai jenis hewan, seperti *Balanus* sp., cacing tabung (*Pomatoleios kraussii*), *Hydroides elegans* dan *Spirobos* spp., kelompok hewan ini bahkan dapat mencapai 60% isi lambung pada musim panas. DIX (1970) melaporkan bahwa bulu babi jenis *Evechinus chloroticus* yang hidup di perairan sekitar New Zealand mengkonsumsi sekitar 7 jenis algae coklat, 4 jenis algae merah, 1 jenis algae hijau, dan 5 jenis algae lainnya yang tidak teridentifikasi. Selanjutnya juga dilaporkan berdasarkan analisis isi lambung ternyata bulu babi tersebut juga makan jenis-jenis krustacea tertentu. Dari kenyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa jenis-jenis bulu babi regularia yang hidup di perairan dangkal terutama makan berbagai jenis algae dan lamun. Hal ini telah dilaporkan oleh banyak pakar seperti PEARSE & GIESE (1966), Mc PHERSON (1969), YAMANISHI & TANAKA (1971), ABBOTT *et al.* (1974), LOWE & LAWRENCE (1976), dan CARPENTER (1981). Dari pengamatan di laboratorium ternyata bahwa bulu babi kelompok regularia ini mempunyai kecenderungan untuk menjadi omnivor dan menerima makanan apa saja yang diberikan, seperti : udang, ikan, moluska, kacang, kentang, wortel, jagung dan makanan lainnya. Hal ini telah banyak dilaporkan oleh para pakar seperti, LASKER & GIESE (1954), MOORE (1966), PEARSE (1970), dan NAGAI & KANEKO

(1975). Di alampun hewan ini kelihatannya cenderung untuk menjadi omnivor, dan makan jenis makanan apa saja yang ada di sekitarnya (HYMAN dalam DIX 1970). Selanjutnya Me LINTOCK *et al.* (1982) melaporkan adanya kecenderungan sifat omnivor ini pada jenis bulu babi *Lytechinus variegatus* dan *Echinometra lucunter* yang lazimnya dikenal sebagai herbivor. Tetapi pada percobaan pemberian makan di laboratorium yang berupa pelet lamun, yang pertama berupa campuran daun *Thalassia testudinum* dan yang kedua dibumbui dengan campuran daging moluska jenis *Donax variabilis*, ternyata bahwa kedua jenis bulu babi di atas lebih menyukai pelet yang tercampur daging *Donax*. Selanjutnya kasus omnivor ini juga dilaporkan pada bulu babi yang hidup di perairan dangkal. Dari sekitar lima jenis bulu babi (Tabel 2) yang hidup di perairan Zanzibar, berdasarkan analisis lambung, ternyata bahwa bulu babi ini makannya merupakan campuran berbagai jenis algae, moluska, krustasea, foraminifera, polyzoa dan diatomeae (HERRING 1972).

Untuk jenis bulu babi yang hidup di tempat dalam, di mana algae benthik sudah tidak dapat tumbuh lagi, hewan ini bersifat omnivor, mereka hidup dari berbagai jenis cacing, krustasea, diatomeae dan berbagai sisa algae yang terbawa arus, ataupun hidup dengan menelan lumpur yang kaya akan zat organik (deposit feeder). BOOLOOTIAN *et al.* (1959) melaporkan bahwa bulu babi jenis *Allocentrotus fragilis* yang hidup pada kedalaman lebih dari 200 m di perairan California makan spongs, foraminifera, diatomea dan potongan-potongan bahan organik.

Bertentangan dengan pendapat para pakar di atas, beberapa kelompok pakar lainnya seperti yang dikutip oleh FUJI (1967), menyatakan bahwa adanya benda keras dalam lambung bulu babi seperti cangkang moluska, teritip, dan cangkang bulu babi lainnya, adalah ikut "termakan" sewaktu bulu babi tersebut mengkonsumsi algae di

sekitarnya. Pandangan ini adalah keliru, mungkin waktu itu belum cukup banyak laporan yang dilakukan oleh para pakar.

2. Kelompok irregularia

Baik bulu babi yang dikenal sebagai "heart urchin" ataupun sebagai "sand dollar", hidup dengan makan sisa-sisa organik yang terkandung dalam lumpur (deposit feeders). Di samping itu secara pasif mereka juga mengumpulkan jasad-jasad renik dan sisa organik yang tertangkap oleh duri-durinya terutama pada sisi aboralnya (BUCHANAN 1986); CHIOLD 1979; DERIDDER *et al.* 1985).

CARA MAKAN

1. Kelompok regularia

Jenis-jenis bulu babi yang hidup menyendiri ataupun mengelompok (agregasi), hidup bebas mencari makan secara aktif, berpindah dari satu rumpun algae ke rumpun algae lainnya. Aktifitas makan ini terutama dilakukan di malam hari. FOSTER (1959) melaporkan bahwa bulu babi jenis *Echinus*

esculentus yang hidup di pantai berbatu di perairan Inggris, menyapu bersih biota apa saja yang terdapat di sekitarnya, sehingga terlihat bekas seperti terkikis pada batu di sekitarnya (browser habits). Jenis-jenis bulu babi meliang seperti *Echinometra* spp. dan *Echinostrephus* spp. yang hidup dalam lubang di batu ataupun di karang mati, memperlihatkan cara makan yang unik yang belum sepenuhnya terungkap. Ada sebagian pakar yang berpendapat bahwa bulu babi ini, terutama marga *Echinometra*, tidak pernah meninggalkan lubangnya baik siang ataupun malam dan hidupnya tergantung sepenuhnya dari potongan-potongan algae atau lamun yang hanyut terbawa arus ke dalam lubangnya (FOSTER 1959; KELSO dalam RUSSO 1977; RUSSO 1977, dan CAMPBELL *et al.* 1973). Pendapat lain yang bertentangan dari pendapat pertama, menyatakan bahwa bulu babi meliang tersebut keluar dari lubangnya pada malam hari dan mencari algae yang terdapat di sekitar lubangnya (SINCLAIR dalam MOORE 1986; McPHERSON 1969; dan ABBOTT *et al.* 1974).

Tabel 2. Macam makanan dari berbagai jenis bulu babi yang hidup di perairan Zanzibar, berdasarkan analisis isi lambung (HERRING 1972).

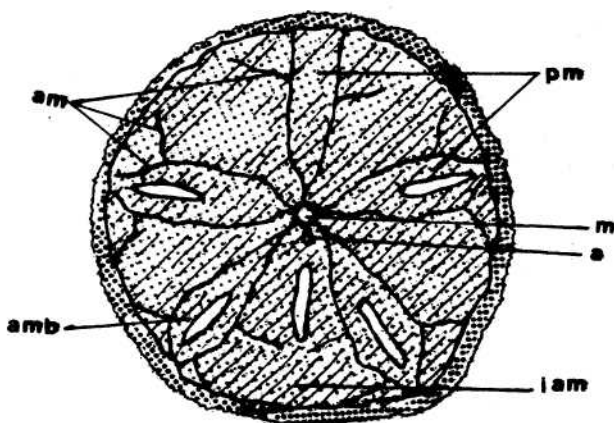
Macam makanan	1	2	3	4	5
Lamun	+	+	+	+	+
Algae hijau	+	+	+	+	+
Algae merah/coklat	+	+	+	+	+
Algae mengapur	+	+	+	+	+
Molluska	+	+	+	+	+
Krustasea	+	+	+	+	+
Polyzoa	+	+	+	+	+
Diatomae	+	+	+	+	-
Foraminifera	+	+	+	+	+
Coral	+	+	+	+	+
Lumpur/pasir	+	+	+	+	+

Keterangan: + = Hadir
 1 = *Echinometra methaei*
 2 = *Diadema setosum*
 3 = *Echinothrix calamaris*
 4 = *Tripneustes gratilla*
 5 = *Stomopneustes variolaris*

2. Kelompok irregularia

Baik "sand dollar" ataupun "heart urchin" merupakan bulu babi yang bersifat pasif dalam mencari makanan. Hewan ini hidup membenamkan diri dalam lumpur ataupun pasir halus dan memperoleh makairan dengan cara menelan pasir yang ada pada medium di sekitarnya. Beberapa adaptasi dan penyesuaian diri yang unik pada kedua kelompok bulu babi ini telah banyak dilaporkan oleh para pakar seperti CHESHER (1963), BUCHANAN (1966), CHIOLD (1979), dan DE RIDDER *et al.* (1985). Duri-duri halus pada sisi aboral mempunyai alur-alur lateral yang berfungsi menyalurkan partikel makanan yang "tertangkap" oleh duri tersebut ke arah pangkalnya, kemudian dengan koordinasi kerja cilia dan mukus, partikel tersebut akan terseret ke sisi ambitus dan diteruskan ke sisi oral sepanjang alur makanan, dan selanjutnya akan terseret ke arah mulut. Pada alur makanan (Gambar 4) yang berupa parit kosentris yang mengarah ke mulut terdapat

cilia halus yang bergerak serentak dan dibantu oleh mukus akan mengarahkan partikel makanan ke arah mulut. Khusus pada kelompok "heart urchin" yang hidup membenamkan diri sedalam 10 cm sampai 15 cm dan permukaan pasir, mereka membentuk semacam lubang yang tetap serta mempunyai hubungan ke massa air di atasnya. Lubang tersebut (Gambar 5) berfungsi ganda, yaitu untuk kepentingan pernafasan dan sebagai perangkap partikel makanan. Informasi lebih terinci mengenai cara makan dari kelompok "heart urchin" ini dapat dilihat dalam tulisan BUCHANAN (1966) dan DE RIDDER *et al.* (1985). DE RIDDER *et al.* (1985) juga melaporkan bahwa bulu babi jenis *Echinocardium cordatum* cukup selektif dalam memilih partikel makanan. Berdasarkan analisis isi lambungnya ternyata bahwa kandungan material organik yang terdapat dalam pasir di lambung adalah empat kali lebih tinggi dari kandungan material organik yang terkandung dalam pasir dari medium sekitarnya.



Gambar 4. *Mellita quinquesperforata*, sketsa alur makanan pada sisi oral (GHIOLD 1979).

am = alur makanan

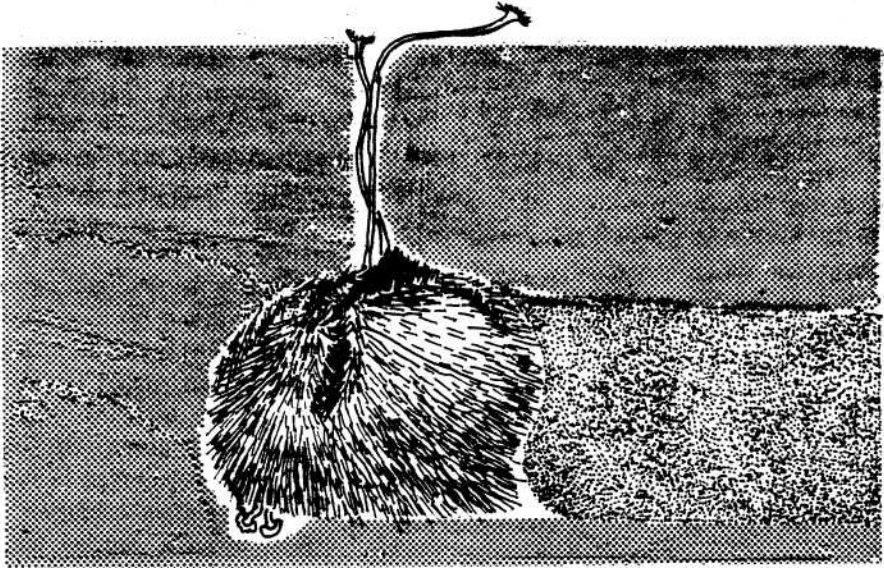
a = anus

m = mulut

amb = ambulakral

iam = interambulakral

pm = pematang makanan.



Gambar 5. *Moira atropos*, menunggu makanan dalam lubangnya (CHESHER 1963).

SISTEM ENZIM

Sistem enzim pada bulu babi belum sepenuhnya diketahui. Menurut LASKER & GIESE (1954), serta BOOLOOTIAN & LASKER (1964), pada berbagai jenis bulu babi telah dilaporkan adanya enzim proteinase dan amylase. Tetapi tak didapatkan adanya enzim agarase dan cellulase yang sangat penting untuk menguraikan ikatan agar dan cellulose yang dikandung oleh berbagai jenis algae. Dalam hal ini para pakar tersebut menduga adanya peran aktif dari bakteri tertentu dalam membantu penguraian ikatan agar dan cellulose. FONG & MANN (1980) yang meneliti bulu babi jenis *Strongylocentrotus droebachiensis* juga berpendapat adanya peran aktif dari bakteri tertentu dalam penguraian ikatan cellulose sehingga terpecah menjadi asam amino yang bisa dimanfaatkan oleh bulu babi tersebut. ANDERSON dalam MOORE (1966), melaporkan bahwa pada lapisan epitel dari faring dan esofagus terdapat sel tunggal ataupun semacam kelenjar yang mengeluarkan cairan bersifat asam ke dalam lumen

dari usus depan tersebut, sehingga suasananya menjadi asam dengan pH sekitar 6. Kelenjar tersebut diduga membantu proses pencernaan pada fase awal. Selanjutnya HEYDE & LEWIS dalam MOORE (1966) membuktikan bahwa ekstraksi cairan usus menghasilkan substansi kimia yang mampu menguraikan ikatan lemak, dan hal ini jelas menunjukkan adanya enzim lipase. Jenis enzim lainnya yang dimiliki oleh bulu babi adalah carbohydrase yang mampu menguraikan ikatan alpha glucosida, enzim ini ditemukan pada jenis bulu babi *Diadema antillarum* oleh FARMANFARMAIAN & PHILIPS (dalam MOORE 1966) dengan teknik ekstraksi cairan lambung.

Mengingat macam makanan dari bulu babi ini tidak saja terbatas kepada berbagai jenis algae dan lamun, tetapi juga meliputi hewan berkulit keras seperti teritip, moluska dan cacing tabung yang bercangkang keras dan tajam, dua orang pakar yaitu HOLLAND & GHISELIN (1970) telah melaporkan adanya kelenjar tertentu pada lapisan ephithelium yang menghasilkan semacam mukus yang diduga berfungsi

dalam melindungi dinding usus dari kerusakan akibat gesekan benda tajam seperti cangkang moluska, teritip, ataupun cacing tabling tersebut. Sampai saat ini belum ada informasi tentang kehadiran enzim pengurai cellulose dan agar pada berbagai jenis bulu babi, dan peran kedua enzim tersebut diduga dilaksanakan oleh jenis bakteri tertentu.

PENGARUH AKTIFITAS MAKAN TERHADAP KOMUNITAS ALGAE DAN LAMUN

Kebiasaan jenis bulu babi tertentu untuk hidup mengelompok (agregasi) seperti pada marga *Diadema* dan *Strongylocentrotus* ternyata mempunyai pengaruh negatif terhadap komunitas algae dan lamun. Hubungan antara kehadiran bulu babi dan kelimpahan algae dan lamun telah banyak diteliti oleh para pakar di luar negeri. PAINE & VADAS (1969), melaporkan bahwa sifat agregasi bulu babi marga *Strongylocentrotus* mempunyai efek negatif yang langsung terhadap kelimpahan jenis algae tertentu. Dari penelitian yang dilakukan oleh kedua pakar tersebut di Teluk Mukkarro, Washington ternyata bahwa apabila semua bulu babi disingkirkan pada luas areal tertentu, pada kedalaman antara 0 m sampai dengan 6 m, maka akan terlihat algae dari marga *Hedophyllum* menjadi dominan. Hal yang sama juga terlihat pada kedalaman sampai dengan 8 m di mana "kelp" marga *Laminaria* akan menjadi dominan setelah bulu babi disingkirkan. KITCHING & EMBLING dalam MOORE (1966) melaporkan bahwa bulu babi jenis *Paracentrotus lividus* dengan kepadatan 4 individu per meter persegi dapat mereduksi algal kaver sampai 33% -50%, dan apabila kepadatan bulu babi ini ditingkatkan sampai 11 individu per meter persegi, maka segenap algal kaver akan habis.

Semoga tulisan yang singkat ini dapat menambah pengetahuan kita untuk lebih mengenal perilaku biota ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ABBOT, D.P., J.C. OGDEN and LA. ABBOT 1974. Studies on the activity pattern behavior and food of the echinoid *Echinometra lucunter* (Linnaeus) on beachrock and algal reefs at St Croix, US Virgin Islands *Spec: Publ West Indies. Lab.*, Christiansted 4 : 111 pp.
- BOOLOOTIAN, R.A., A.C. GIESE, J.S. TUCKER and A. FARMANFARMAIAN 1959. A contribution to the biology of a deep sea echinoid, *Alloccentrotus fragilis* (Jackson). *Biol. Bull.* 116 : 362 - 372.
- BOOLOOTIAN, R.A. and R. LASKER 1964. Digestion of brown algae and distribution of nutrients in the purple sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus*. *Comp. Biochem. Physiol* 11 : 273 - 289.
- BUCHANAN, J.B. 1966. The biology of *Echinocardium cordatum* (Echinodermata: Spatangoidea) from different habitats. *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 46 : 97 - 114.
- CAMBELL, A.C., J.K.G. DART, S.M. HEAD and R.F.G. ORMOND 1973. The Feeding activity of *Echinostrephus molaris* (de Blainville) in the Central Red Sea. *Mar. Behav. Physiol* 2 : 155-169.
- CARPENTER, R.C. 1981. Grazing by *Diadema antillarum* (Philippi) and its effects on the benthic algal community. *J. Mar. Res.* 39 (4) : 749 - 765.
- CHESHER, R.H. 1963. The morphology and function of the frontal ambulacrum of *Moira atropos*. *Bull. Mar. Sci.* 13 : 549 - 573.
- CHIU, S.T. 1985. Feeding biology of the short-spined sea urchin *Anthocidaris crassispina* (Agassiz) in Hong Kong. In: *ECHINODERMATA* (KEEGAN, B.F. & B.D.S. O'CONNOR eds.), A.A. Balkema, Rotterdam : 223 - 232.
- CLARK, A.M, and F.W.E. ROWE 1971. Monograph of Shallow-water Indo West Pacific Echinoderms. London: 238 pp.

- DE RIDDER, C, M. JANGOUX and E.V. IMPE 1985. Food selection and absorption efficiency in the spatangoid echinoid *Echinocardium cordatum* (Echinodermata) in: ECHINODERMATA (KEEGAN B.F. & B.D.S. O'CONNOR eds.). A.A. Balkema, Rotterdam : 245 - 252.
- DIX, T.G. 1970. Biology of *Evechinus chloroticus* (Echinoidea: Echinometridae) from different localities. 1. General. *NZ. J.L. Mar. Freswat. Res.* 4 : 91 - 116.
- DURHAM, J.W. 1966. Anatomy. In: Treatise on Invertebrate Paleontology (R.C. MOORE ed.). Part U, Echinodermata 3 (1), Univ. Kansas Press, Kansas : U 214-220.
- FONG, W. and K.H. MANN 1980. Role of gut flora in the transfer of amino acids through a marine food chain. *Can. J. Aquat. Sci.* 37 (1) : 88 - 96.
- FOSTER, G.R. 1959. The ecology of *Echinus esculentus* L. Quantitative distribution and rate of feeding. *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 38 : 361 - 367.
- FUJI, A. 1967. Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz). *Mem. Fac. Hokkaido Univ.* 15 : 83 -140.
- GFFIOLD, J. 1979. Spine morphology and its significance in feeding and burrowing in the sand dollar, *Mellita quinquesperforata*. *Bull. Mar. Sci.* 28 : 481 - 490.
- HERRING, P.J. 1972. Observations on the distribution and feeding habits of some littoral echinoids from Zanzibar. *J. Nat. Hist.* 6: 169-175.
- HOLLAND, N.D. and T. GHISELIN 1970. A comparative study of gut mucous cells in thirty-seven species of the class Echinoidea (Echinodermata). *Biol. Bull.* 106 : 286-305.
- LASKER, R. and A. GIESE 1954. Nutrition of the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*. *Biol. Bull.* 106 : 328 - 340.
- LOWE, E.F. and J.M. LAWRENCE 1976. Absorption efficiency of *Lytechinus variegatus* (Lamarck), (Echinodermata.: Echinoidea) for selected mariner plants. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 21 : 223-234.
- MOORE, H.B. 1966. Ecology of Echinoids. In: *Physiology of Echinodermata*. (BOOLOOTIAN, R.A. Interscience, New York: 73-86.
- Me CLINTOCK, J.B., T.S. KLINGER and J.M. LAWRENCE 1982. Feeding preference of echinoids for plant and animal Food models *Bull. Mar. Sci.* 31 (1) : 365 -369.
- Me PHERSON, B.F. 1969. Studies on the biology of the tropical sea urchin, *Echinometra hicuter* and *Echinometra viridis*. *Bull. Mar. Sci.* 19 : 194- 213.
- NAGAI, Y. and KANEKO, K. 1975. Culture experiments on the sea urchin *Strongylocentrotus pulcherimus* feed and artificial diet. *Mar. Biol.* 29: 105-108.
- PAINE, R.T. and R.L. VADAS 1969. The effects of grazing by sea urchin *Strongylocentrotus* spp., on benthic algal populations. *Limnol. Oceanogr.* 14 (5) : 710-719.
- PEARSE, J.S. and A.C. GIESE 1966. Food, reproduction and organic constitution of the common antarctic echinoid *Strepchnus neumeyeri* (meissner). *Biol. Bull.* 130 : 387-399.
- PEARSE, J.S. 1970. Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the Gulf of Suez. III. The echinoid *Diadema setosum* (Leske). *Bull Mar. Schi* 20 : 697 - 720.
- RUSSO, A.R. 1977. Water flow and the distribution and abundance of Echinoids (Genus: Echinometra) on an Hawaiian Reef. *Austr. J. Mar. Freswat. Res.* 28 : 693 - 702.
- YAMANISHI, R. and A. TANAKA 1971. Contributions to the biology of littoral sea urchin I. Measurements of clinging power and observations on stability of sea urchin colonies. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 19 : 2-15.