

BEBERAPA CATATAN TENTANG PERIKANAN BULU BABI

oleh

AznamAziz¹⁾

ABSTRACT

SOME NOTES ON SEA URCHIN FISHERIES. *Sea urchins have been harvested for thousands of years from many nearshore temperate and tropical areas. Information of these small-scale fisheries is generally scattered and or sometimes unreported. Fisheries for sea urchin roe occur in Mediterranean countries, north Pacific, Japan, and some part of west Pacific region. The most important genera are Strongylocentrotus, Anthocidaris and Tripneustes. World landings was dominated by Japan, and north American countries. About approximately 50.000 ton of urchins is landed annually worldwide. The article discussed the prospects of it's fishery as well as several aspects of their mariculture.*

PENDAHULUAN

Perikanan bulu babi telah dikenal semanjak 1000 tahun sebelum Masehi, terutama di kawasan Mediterania (SLOAN 1985). Di Eropa Barat bagian selatan, perikanan bulu babi terutama berkembang di Perancis dan Italia. Gonad bulu babi diolah menjadi masakan dengan bumbu khusus. Selain dan Eropa Barat bagian selatan, kebiasaan makan gonad bulu babi ini juga telah membudaya di Jepang dan Korea. Di Jepang gonad bulu babi dikenal dengan sebutan "uni", dan merupakan

komponen utama dalam jenis masakan yang disebut "sushi". Selain dimakan dalam bentuk masakan yang diolah khusus, gonad bulu babi ini juga dimakan mentah dengan bumbu ccuka, kecap atau diasin. Produk bulu babi di Jepang dihasilkan sendiri, di samping itu juga diimpor dari berbagai negara, seperti, Amerika, Kanada, Meksiko, Cili, Peru, Hongkong, Taiwan, Australia dan Filipina. Di daerah Karibia bulu babi ini dikonsumsi oleh penduduk setempat, terutama di Barbados. Selain itu juga dikonsumsi oleh imigran asal Italia dan Perancis, yang telah menetap di Amerika dan di Australia.

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

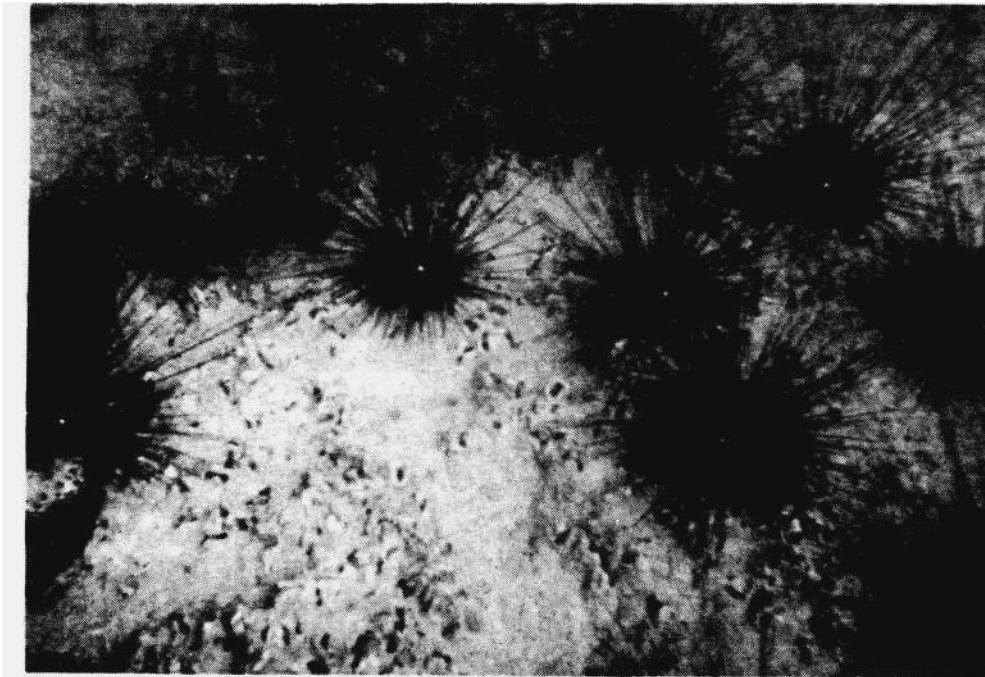
Bagian bulu babi yang dimakan adalah bagian yang dikenal sebagai gonad, baik gonad jantan ataupun gonad betina. Pada bulu babi regular, setelah cangkang luar dipotong melintang akan terlihat lima lobus gonad yang berwarna kuning muda, krem sampai coklat tua. Ukuran dan berat gonad ini akan mencapai maksimum menjelang masa memijah. Di Indonesia bulu babi dimakan sebagai campuran sayur, seperti di Pulau-Pulau Seribu dan daerah Nusa Tenggara Barat dan Timur. Untuk mengetahui aspek perikanan bulu babi ini lebih lanjut dapat dibaca pada ikhtisar yang ditulis oleh para pakar bulu babi, seperti ALLAIN (1972), KATO & SCHROETER (1985),

SLOAN (1985), dan CONAND & SLOAN (1989).

ASPEK BIOLOGI

Jenis-jenis bulu babi komersial

Jenis-jenis bulu babi komersial yang dapat dimakan dan diperjual-belikan, terutama dari kelompok bulu babi regularia, yang termasuk kedalam suku Arbaciidae, Diadematidae, Temnopleuridae, Toxopneustidae, Echinidae, Echinometridae, dan Strongylocentrotidae. Penyebaran dan jenis bulu babi komersial ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.



Gambar 1. Bulu babi jenis *Diadema setosum*, salah satu bulu babi yang gonadnya dapat dimakan tetapi kurang mempunyai nilai komersil.

Tabel 1. Jenis-jenis bulu babi komersial dan penyebarannya di dunia

Jenis / suku	Penyebaran	P a k a r
ARBACIIDAE		
<i>Arbacia aequituberculata</i>	Eropa selatan	ALLAIN 1972
DIADEMATIDAE		
<i>Centrostephanus rodgersii</i>	Australia selatan	O'CONNOR 1975.
<i>Diadema setosum</i>	Indo Pasifik Barat	TRINIDAD-ROA 1989
TEMNOPLEURIDAE		
<i>Temnotrema toreumaticus</i>	Indo Pasifik Barat	COREGIDO
<i>Mespilia globulus</i>	Indo Pasifik Barat	COREGIDO
TOXOPNEUSTIDAE		
<i>Pseudoboletia maculata</i>	Indo Pasifik Barat Jepang selatan	RAMACHANDRAN & TSU SHIGE 1991
<i>Pseudocentrotus depressus</i>	Jepang selatan	Idem
<i>Toxopneustes pileolus</i>	Indo Pasifik Barat	Idem
<i>Tripneustes gratilla</i>	Indo Pasifik Barat	Idem
<i>T. ventricosus</i>	Barbados, Karibia	SCHEIBLING 1988
ECHINIDAE		
<i>Echinus melo</i>	Eropa	ALLAIN 1972
<i>E. esculentus</i>	Idem	Idem
<i>Paracentrotus lividus</i>	Idem	Idem
<i>Loxechinus albus</i>	Chili, Peru	Idem
ECHINOMETRIDAE		
<i>Anthocidaris crassispina</i>	Jepang selatan, Cina, Hongkong	ALLAIN 1972
<i>Heliocidaris erythrogramma</i>	Tasmania, Australia	DIX 1977
<i>H. tuberculata</i>	Australia selatan	O'CONNOR 1975
<i>Colobocentrotus martensi</i>	Kosmopolitan	RAMACHANDRAN & TSUSHIGE 1991.
STRONGLYLOCENTROTIDAE		
<i>Stronglylorentrotus nudus</i>	Jepang	ALLAIN 1972
<i>S. purpuratus</i>	Amerika, Alaska	Idem
<i>S. intermedius</i>	Jepang	Idem
<i>S. franciscanus</i>	Alaska, USA, Kanada	Idem
<i>S. droebachiensis</i>	Eropa dan pantai timur Amerika Utara	Idem
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>	Jepang	Idem

Habitat dan kepadatan

Bulu babi hidup pada ekosistem Terumbu Karang dan Ekosistem Lamun. Di Ekosistem Terumbu Karang bulu babi ini tersebar di zona pertumbuhan algae dan zona lamun. Bulu babi ini dapat ditemui mulai dari daerah intertidal sampai ke kedalaman 10 meter.

Bulu babi ini bisa hidup soliter atau hidup mengelompok, tergantung kepada jenis dan habitatnya. Bulu babi jenis *Diadema*

setosum, *Tripneustes gratilla* dan *Strongylocentrotus* spp. cenderung hidup mengelompok, sedangkan jenis *Mespilia globulus*, *Toxopneustes pileolus* dan *Pseudoboletia maculata* cenderung hidup menyendiri. Kepadatan bulu babi ini tergantung kepada jenis dan lokasi penyebarannya. Kepadatan bulu babi ini berkisar antara 0,4 individu/m² sampai 50 individu/m². Beberapa telusur pustaka mengenai kepadatan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kepadatan popuiasi berbagai bulu babi komersial di dunia

J e n i s	Lokasi	Kepadatan	Pakar
<i>Tripneustes gratilla</i>	Bali	1–60/50m ²	DARSONO & SUKARNO 1993
<i>Tripneustes gratilla</i>	Red Sea	50/m ²	DAFNI & TOBOL 1986
<i>Tripneustes gratilla</i>	Hawaii	2,9–4,4/m ²	OGDEN dkk. 1989
<i>Tripneustes ventricosus</i>	Barbados	0,4–4,7/m ²	SCHEIBLING & MLADENOV 1988
<i>Evechinus chloroticus</i>	New Zealand	2,24–6,05/m ²	DIX 1970
Gabungan	Spermonde	0,17–0,61/m ²	DE BEER 1990
Gabungan	Bunaken	0,17–0,61/m ²	RONDO 1992

Tabel 3. Diameter maksimal dan diameter panen, dari berbagai bulu babi komersial (dalam mm).

J e n i s	Maksimal	Panen	Pakar
<i>Tripneustes gratilla</i>	82,1	–	DARSONO & SUKARNO 1993
<i>T. gratilla</i>	90	–	DAFNI & TOBOL 1986
<i>T. gratilla</i>	97,9	–	FAUDA & HELLAL 1990
<i>T. ventricosus</i>	100	30–80	ALLAIN 1972
<i>T. ventricosus</i>	105	70–80	SCHEIBLING & MLADENOV 1988
<i>Anthoedaris crassispina</i>	70	40–50	CHIU 1990
<i>Paracentrotus purpuratus</i>	90	38–84	ALLAIN 1972
<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	90	40–80	ALLAIN 1972
<i>S. droebachiensis</i>	91	62–68	KRAMER 1980
<i>S. franciscanus</i>	90	30–70	ALLAIN 1972
<i>S. droebachiensis</i>	76,2	25–63	ALLAIN 1972

Bulu babi dapat mencapai ukuran cukup besar, hal ini juga bergantung kepada jenis dan daerah sebarannya. Bulu babi yang cukup besar dilaporkan dari Barbados, Karibia, yaitu jenis *Tripneustes ventricosus* yang dapat mencapai ukuran maksimal 150 mm (LEWIS 1958). Yang dijadikan ukuran standar untuk bulu babi adalah diameter cangkang. Ukuran panen dan ukuran maksimal dari diameter cangkang, selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Pakan dan umur

Selain habitat, kepadatan, ukuran cangkang, informasi penting mengenai bulu babi ini adalah mengenai umur dan macam makanannya. HERRING (1972), dan CHIU (1985), telah melaporkan bahwa makanan utama bulu babi adalah berupa algae coklat, algae hijau dan lamun. Tetapi dalam keadaan terpaksa bulu babi ini bisa berubah menjadi omnivora dan dapat hidup dari bermacam jenis makanan (LASKER & GIESE 1952).

Bulu babi termasuk biota yang pertumbuhannya lambat. Umur, ukuran, dan pertumbuhan tergantung kepada jenis dan lokasi. CHEN & RUN (1988), melaporkan bahwa bulu babi jenis *Tripneustes gratilla* yang dipelihara di laboratorium di Taiwan mengalami metamorfosa pada usia 30 hari. Sedangkan bulu babi jenis *Lytechinus variegatus* yang dipelihara di bak percobaan di Florida, mengalami metamorfosa pada usia 37 hari (MAZUR & MILLER 1921). Bulu babi *Psammechinus miliaris* dan *Paracentrotus lividus* yang dikultur di Swedia mencapai metamorfosa antara 20 sampai dengan 25 hari (FRIDBERGER dkk 1979). Selanjutnya dilaporkan bahwa bulu babi jenis *Tripneustes gratilla* akan mengalami matang kelamin pertama kali pada usia 1,5 tahun dengan diameter cangkang sekitar 60 mm

(TRINIDAD-ROA 1989). Sedangkan DARSONO dan SUKARNO (1993), melaporkan *T. gratilla* dari Bali mengalami matang kelamin pertama pada ukuran 40 mm. CELLARIO & GEORGE (1990), melaporkan bahwa bulu babi jenis *Paracentrotus lividus* yang dipelihara di laboratorium di Perancis, mencapai ukuran 21 - 25 mm pada usia 2,5 tahun. Selanjutnya YOO dkk dari Korea melaporkan bahwa bulu babi jenis *Anthocidaris crassispina* dengan metoda pendekatan matematis mempunyai umur dan ukuran sebagai berikut :

Diameter 19,6 mm pada usia 1 tahun

Diameter 63 mm pada usia 6 tahun

Diameter 67,4 mm pada usia 7 tahun

Diameter 70,8 mm pada usia 8 tahun

Bulu babi bisa dipanen setelah berukuran diatas 40 mm, untuk jenis *Paracentrotus lividus* usia panen ini sekitar 3 sampai 4 tahun, dan bulu babi dapat hidup selama 10 tahun (SLOAN 1985). Sedangkan jenis *Anthocidaris crassispina* yang hidup di Hongkong dipanen pada usia diatas 5 tahun (CHIU 1990).

ASPEK PERIKANAN

Manfaat bulu babi sebagai makanan

Gonad bulu babi merupakan makanan tambahan yang kaya akan nilai gizi. LEE & HAARD (1982), melaporkan bahwa dari analisa protein ternyata bulu babi mempunyai sekitar 28 macam asam amino yang penting untuk pertumbuhan dan kesehatan manusia. Selain itu gonad bulu babi juga kaya akan vitamin B kompleks, vitamin A, dan mineral (KATO & SCHOEROTER (1985). Komposisi kimiawi gonad bulu babi berbeda berdasarkan jenis dan kelaminnya (Tabel 4).

Tabel 4. Komposisi kimiawi gonad bulu babi (sumber HIRANO dkk. 1978, dan KRAMER & NORDIN 1979).

J e n i s	Gonad	Kadar air (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Kadar abu (%)
Strongylocentrotus nudus	m	75,90	11,70	4,21	1,34
	f	74,10	12,20	4,76	1,22
S. franciscanus	m	70,80	12,18	8,40	1,,58
	f	70,70	9,75	8,24	1,37
S. droebachiensis	m	74,60	14,96	4,90	2,09
	f	70,30	15,08	7,43	1,54
S, purpureus	m	74,20	14,03	4,12	1,95
	f	69,40	14,50	6,18	1,46

m = jantan

f = betina

Produksi bulu babi

Produksi bulu babi di dunia antara tahun 1958 sampai dengan tahun 1968 berkisar antara 16.000 ton sampai dengan 31.000 ton. Pada tahun 1968 produksi bulu babi Jepang sekitar

27.000, Chili 3.700 ton, Korea 600 ton, dan Taiwan 300 ton (ALLAIN 1972). Produksi ini terus meningkat, sehubungan makin banyaknya permintaan dari Jepang. Produksi bulu babi di dunia, selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perkiraan produksi bulu babi di dunia (dalam ton), terutama dari 3 negara penghasil utama (CONAND & SLOAN 1989).

Negara produsen	T a h u n					
	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Produksi dunia	41.206	50.333	48.566	53.181	47.372	48.825
J e p a n g	63 %	53 %	50 %	46 %	55 %	55 %
C h i l i	17 %	26 %	28 %	30 %	26 %	24 %
Kanada/USA/Meksiko	18 %	19 %	21 %	22 %	17 %	18 %
Lain - lain	2 %	2 %	1 %	2 %	2 %	3 %

Jenis bulu babi yang penting dari Jepang adalah *Strongylocentrotus intermedius*, dari USA dan Canada adalah *S. franciscanus*, dan dari Chili adalah jenis *Loxechinus albus*. Dari data statistik diatas terlihat bahwa produksi dari Eropa Selatan dan Mediterania tidak diikuti sertakan. Dalam hal ini disebabkan produksi bulu babi di kawasan tersebut, hanyalah untuk konsumsi setempat, dengan negara konsumen utamanya Perancis. Untuk kawasan Asia dan Pasifik, negara penghasil bulu babi adalah Cina, Taiwan, Hongkong, Filipina dan negara-negara di Pasifik Selatan.

Khusus untuk Indonesia data mengenai hasil ekspor bulu babi ini belum tercatat di dalam statistik perikanan. Tetapi dari komunikasi pribadi dengan beberapa pengusaha, ternyata kegiatan ekspor bulu babi dalam skala kecil telah dilakukan. Dimana bulu babi yang digunakan adalah dari jenis *Tripneustes gratilla*, yang diperoleh dari Bali dan Lombok. Bulu babi jenis *Diadema setosum* hanya dikonsumsi oleh penduduk setempat, seperti di Pulau-pulau Seribu, Sulawesi dan bukanlah

termasuk kategori ekspor. Di Filipina bulu babi *Diadema setosum* dipakai sebagai substitusi bila *T. gratilla* tidak mencukupi (TRINIDAD-ROA 1989). Jenis *Diadema* lainnya yang hidup di Karibia (*Diadema antillarum*), sama sekali tidak digunakan sebagai produk bulu babi. Sedangkan jenis bulu lainnya, yaitu *Tripneustes esculentus* dan *T. ventricosus* hanyalah dimakan oleh penduduk di Barbados. Bulu babi dari Karibia ini juga tidak digunakan untuk ekspor (LEWIS 1958).

Prosesing

Bulu babi mempunyai bentuk prosesing sederhana. Pertama pembukaan cangkang dengan pisau yang tajam, kurang lebih dekat sisi oralnya, kemudian alat viseralnya dibuang dan kelima lobus gonad diambil dengan bantuan

sendok makan. Proses selanjutnya adalah pencucian dengan air tawar dan air laut, kemudian ditiriskan pada tapisan bambu atau plastik dan dilanjutkan dengan pembersihan sisa-sisa organ viseral. Kemudian dilanjutkan dengan pengepakan dalam boks. Gonad disusun pada tapis bambu/plastik berdasarkan warna, ukuran dan jenis. Pengiriman biasanya dengan pesawat udara, dan kotak-kotak gonad disimpan pada boks pendingin. Biasanya sebelum ditiriskan gonad dicuci dengan larutan alum 0,5 % atau diasin. Tetapi yang paling diutamakan adalah gonad segar. Dari segi warna yang diutamakan krem, kemudian yang berwarna kecoklatan. Gonad yang berwarna coklat tua tidak disukai. Warna dari gonad ini berhubungan dengan fase gametogenesis dalam siklus reproduksi dan juga berkaitan dengan jenis kelamin. Yang dikehendaki adalah gonad pada fase pertumbuhan awal, sedangkan fase pertumbuhan lanjut tidak disukai karena terlalu lembek dan dengan kandungan air yang tinggi (BERNARD 1977).

Prospek perikanan bulu babi di Indonesia

Jenis bulu babi yang ekonomis penting di Indonesia adalah *Tripneustes gratilla*. Biota ini terutama tersebar di kawasan Indonesia bagian timur, seperti di Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Sulawesi, terutama di ekosistem lamun. Sebagaimana halnya dengan di Filipina bulu babi jenis lainya, seperti *Toxopneustes pileolus*, *Mespilia globulus*, *Temnotrema ioreumaticus*, dan *Pseudoboletia maculata* bisa dipakai sebagai substitusi bila *T. gratilla* tidak mencukupi. Jenis-jenis yang disebut belakangan ini penyebaran dan habitatnya tumpang tindih dengan *T. gratilla*, tetapi cenderung hidup menyendiri (soliter).

Bulu babi mempunyai pertumbuhan yang lambat, tetapi sangat mudah diperoleh. Di beberapa tempat di dunia terlihat adanya kasus

tangkap lebih, dan berakibat menurunnya produksi perikanannya. Juga terjadi penurunan populasi di alam. Di beberapa tempat diatur panen bulu babi ini, seperti pembatasan diameter saat panen, pembatasan waktu panen sehingga kelestarian stok alami biota ini tetap terjaga.

Kemungkinan pembudidayaan.

Usaha budidaya adalah usaha terbaik untuk menjaga kelestarian suatu sumberdaya hayati laut. Karena adanya penurunan produksi akibat kasus tangkap lebih seperti yang terjadi di Perancis, Jepang, Hongkong, Barbados dan di lain tempat. Maka usaha budidaya bulu babi ini mulai digiatkan, dengan tujuan utamanya untuk memperkaya stok alami.

Hal ini mengingat usia panen bulu babi di atas 3 tahun atau lebih (SLOAN 1985, CHIU 1985, CHIU1990). Penelitian budidaya bulu babi ini telah dikembangkan di Perancis, Belgia, Jepang dan Kanada. Jenis bulu babi *Paracentrotus lividus*, telah berhasil dikembangkan di laboratorium di Perancis. TRINIDAD-ROA (1989), melaporkan bahwa kultur bulu babi di masa mendatang tidak akan banyak mendapatkan kesulitan, karena makanan yang cocok untuk larva bisa diadopsi dari teknologi budidaya Jepang. Di Filipina budidaya bulu babi terutama ditujukan untuk kepentingan penelitian. Penelitian mengenai budidaya bulu babi ini telah banyak dilakukan para pakar. Ikhtisar mengenai penelitian budidaya bulu babi ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Ikhtisar penelitian bulu babi ki kawasan Indo Pasiflk Barat.

Jenis	Lokasi	Aspek penelitian	Pakar
<i>Diadema setosum</i>	Pulau Pari	Daur reproduksi	AZIZ & DARSONO 1979
<i>Tripneustes gratilla</i>	B a l i	Idem	DARSONO & SUKARNO 1993
<i>Diadema setosum</i>	Singapura	Idem	HORI dkk. 1983
<i>Diadema setosum</i>	Filipina	Idem	TUASON & GOMEZ 1979
<i>Diadema setosum</i>	Filipina	Aspek pakan	BENITEZ & MACARANAS 1979.
<i>Tripneustes gratilla</i>	Filipina	Daur reproduksi	TUASON & GOMEZ 1979.
<i>Tripneustes gratilla</i>	Taiwan	Daur reproduksi	CHEN 1989
<i>Tripneustes gratilla</i>	Taiwan	Perkembangan dan pemeliharaan larva	CHEN & RUN 1988
<i>Diadema setosum</i>	Seto, Jepang selatan	Daur reproduksi	YOSHIDA 1952
<i>Diadema setosum</i>	Idem	Idem	KOBAYASHI & NAKAMURA 1967
<i>Mespilia globulus</i>	Idem	Idem	KOBAYASHI 1967
<i>Diadema setosum</i>	Suez, Laut Merah	Idem	PEARSE 1970
<i>Tripneustes gratilla</i>	Aqaba, Laut Merah	Idem	FOUDA & HELLAL 1990
<i>Tripneustes gratilla</i>	Eilat, Laut Merah	Idem	KIDRON dkk 1972
<i>Tripneustes gratilla</i>	Laut Merah	Perkembangan larva	FENAUX & FENAUX 1974
<i>Tripneustes gratilla</i>	Idem	Anomali cangkang	DAFNI 1983
<i>Tripneustes gratilla</i>	Idem	Aspek ekologi	DAFNI & TOBOL 1986.

Di Indonesia penelitian mengenai budidaya bulu babi belum dilakukan, tetapi beberapa penelitian yang berkaitan dengan usaha ke arah pembudidayaan telah mulai dilakukan. Penelitian mengenai reproduksi bulu babi telah dirintis oleh AZIZ & DARSONO (1979) yang meneliti bulu babi jenis *Diadema setosum*. Selanjutnya DARSONO & SUKARNO (1993), melaporkan tentang reproduksi dan aspek ekologi bulu babi jenis *Tripneustes gratilla*. Laporan mengenai beberapa aspek ekologi berbagai jenis bulu babi dari rataan terumbu karang telah dilaporkan oleh RONDO (1992) dan DE BEER (1990).

DAFTAR PUSTAKA

- ALLAIN, J.Y. 1972. La peche aux oursins dans le monde. *La peche Maritim*: 625 - 630.
- AZIZ, A. dan P. DARSONO 1979. Reproduksi bulu babi, *Diadema setosum* (leske) di daerah gugus Pulau Pan, Pulau-pulau Seribu, Jakarta. Makalah Kongres Nasional Biologi IV, Bandung.
- BENITEZ, L.V. and J.M. MACARANAS 1979. Purification and characterization of a kappa-caragenase from the tropical sea urchin, *Diadema setosum* Leske. *Proc. Intl. Symp. Mar. Biogr. Evol. South. Hem. Auckland!*: 371-376.
- BERNHARD, F.R. 1977. Fishery and reproductive cycle of the Red Sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, in British Columbia. *Jour. Fish. Res. Board Canada* 34 (5): 604 - 610.
- CELLARIO, C. and S. GEORGE 1990. Second generation of *Paracentrotus lividus* reared in the laboratory : egg quality tested. *In*: DE RIDDER, DUBOIS, and JANGOUX (eds.). Echinoderm Research, Balkema, Rotterdam: 65 - 69.
- CHEN, CP. 1989. Reproductive biology of Echinoderms in Taiwan. *Ada Oceanogr. Taiwanica* : 133 -138.
- CHEN, CP. and J.Q. RUN 1988. Some aspects on rearing larvae and larval development of *Tripneustes gratilla* (Echinodermata: Echinoidea). *Acta Zool. Acad. Sinica* 27 (37) : 151 - 157.
- CHIU, S.T. 1986. Effects of the urchin fishery on the population structure of *Anthocidaris crassispina* (Echinodermata : Echinoidea) in Hongkong. *In* : MACLEAN, DIZON, and HOSILLOS (eds.), The First Asian Fisheries Forum. Manila, Philippines : 361 - 366.
- CHIU, S.T. 1990. Age and growth of *Anthocidaris crassispina* (Echinodermata: Echinoidea) in Hongkong. *Bull Mar. Sci.* 47 (10) : 94 - 103.
- CONAND, C. and N.A. SLOAN 1989. World fisheries for Echinoderms. *In*: CADDY (ed.), Marine Invertebrate Fisheries, Their assessment and management. John Willey & sons, New York : 647 - 663.
- CORREGIDO, C. (Manuscript). Erizo de mar: un marisco en alza.
- DAFNI, J. 1983. Aboral depression in the test of the sea urchin *Tripneustes gratilla* (L.) in Gulf of Eilat, Red Sea. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 67 : 1 - 15.
- DAFNI, J. and R. TOBOL 1986. Population structure patterns of a common Red Sea echinoid (*Tripneustes gratilla*). *Israel Jour. Zool.* 34 : 191 - 204.
- DARSONO, P. dan SUKARNO 1993. Beberapa aspek biologi bulu babi *Tripneustes gratilla* (Linnaeus)* di Nusa Dua, Bali. *ODI26* : 13 - 25.

- DE BEER, M. 1990. Distribution patterns of regular sea urchins (Echinodermata : Echinoidea) across the Spermonde Shelf , SW Sulawesi (Indonesia). *In* : DE RIDDER, DUBOIS and JANGOUX (eds.), Echinoderm Research. Balkema, Rotterdam : 165 -169.
- DIX, T.G. 1970. Biology of *Evechinus chloroticus* (Echinoidea: Echinometridae) from different localities. *N.Z. Jl. Freshwat. Res.* 4: 91-116.
- DIX, T.G. 1977. Reproduction in Tasmanian population of *Heliocidaris erythrogramma* (Echinodermata : Echinometridae). *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 28 : 309 - 320.
- FENAUX, L. and R. FENAUX 1974. Premier stade larvaire de l'oursin regulier *Tripneustes gratilla* (Linne). *Israel Jour.Zool.* 223:119-124.
- FOUDA, M.M. and A.M. HELLAL 1990. Reproductive biology of *Tripneustes gratilla* (L.) from Gulf of Aqaba and northern Red Sea. *In* : DE RIDDER, DUBOIS, and JANGOUX (eds.), Echinoderm Research. Balkema, Rotterdam : 77-81.
- FRIDBERGER, A.; T. FRIDBERGER; and L. LUNDIN 1979. Cultivation of sea urchin of five different species under strict artificial conditions. *Zoon* 7: 149 -151.
- HERRING, P.J. 1972. Observations on the distribution and feeding habits of some littoral sea urchins from Zanzibar. *j. Nat. Hist.* 6 : 169 -175.
- HIRANO, T. ; S. YAMAZAWA; and M. SUYAMA 1978. Chemical composition of gonad extracts of sea urchin *Strongylocentrotus nudus*. *Bull. Jap. Soc.Sci. Fish.* 44 (9): 1037.
- HORI, R.; V.P.E. PHANG and T.J. LAM 1983. Reproductive pattern of sea urchin, *Diadema setosum* on Coral Reefs of Singapore. *Proc. Intl. Conf. Dev. Managt. Trop. Living Aquat. Res.* Serdang, Malaysia: 40 - 43.
- KATO, S. and S.C. SCHROETER 1985. Biology of the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, and its fishery in California. *Mar. Fish. Rev.* 47 (3): 1 - 20.
- KRAMER, D.E. 1980. Outlook for establishing a fishery for the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) in the St. Lawrence River. *Can. Industr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 114 : 15 pp.
- KRAMER, D.E. and D.M.A. NORDIN 1979. Studies showing a fishery for green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) in the St. Lawrence River. *Can. Industr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 114: 15 pp.
- KRAMER, D.E. and D.M.A. NORDIN 1979. Studies on the handling and processing of sea urchin roe, I. Fresh Product. *Fish. Mar. Serv. Techn. Rep.* 870 : 47 pp.
- KOBAYASHI, N. 1967. Spawning periodicity of sea urchins at Seto I. *Mespillia globulus*. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 15 (5): 403-414.
- KOBAYASHI and K. NAKAMURA 1967. Spawning periodicity of sea urchin at Seto II. *Diadema Setosum*. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.* 15 (3): 173 - 184
- LASKER, R. and A. GIESE 1954. Nutrition of the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus*. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole* 106 (3) : 328 - 340.
- LEE, YZ. and N.F. HAARD 1982. Evaluation of the green sea urchin gonad as a food source. *Can. Inst. Food. Sci. Technol. J.* 15 (3): 233-235.

- LEWIS, J.B. 1958. The biology of the tropical sea urchin *Tripneustes esculentus* Leske in Barbados, British West Indies. *Can. Jour. Zoo* 1 36:607-621.
- MAZUR, J.E. and J.W. MILLER 1971. A description of the complete metamorphosis of the sea urchin *Lytechinus variegatus* cultured in synthetic sea water. *Ohio Jour. Sci.* 71 (1): 30 -36.
- O'CONNOR, C. 1975. A study of the reproductics and population dynamics of some New South Wales sea urchins with a view to open sea culture. *Proc. 10 th. Europ. Symp. Mar. Biol., Ostend Belgium*: 285-301.
- OGDEN,N.B.; J.C. OGDENandLA. ABBOTT 1989. Distribution, abundance and food of sea urchins on a leeward Hawaiian reef. *Bull. Mar. Sci.* 45 (2): 539 - 549.
- PEARSE, J.S. 1970. Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the Gulf of Suez. III. The echinoid *Diadema setosum*. *Bull. Mar. Sci.* 20:697 - 720.
- RAMACHANDRAN, A. and M. TRUSHIGE 1991. Sea Urchin for Japan. *Infofish* 5/91d:20-23.
- RONDO, M. 1992. Potensi dan komunitas bulu babi (Echinoidea) di rataan terumbu karang Pulau Bunaken, Sulawesi Utara. *Pros. Sem. Ekologi Laut dan Pesisir I.* Jakarta, P3O-LIPI, ISSOI: 72-80.
- SCHEIBLING, R.E. and MLADENOV P.V. 1988. Distribution, abundance and size structure of *Tripneustes ventricosus* on traditional fishing grounds following the collapse of the sea urchin fishery in Barbados. *In* : BURKE *et al.* (eds.), *Echinoderm Biology.* Balkema, Rotterdam: 449-455.
- TRINIDAD-ROA, M.J. 1989. Mariculture potential of giant clams and sea urchins in the Lingayen Gulf area. *In*: SILVES *et al.* (eds.), *Toward sustainable development of the coastal resources of Lingayen Gulf, Philippines.* Bauang, Philippines: 133-137.
- TUASON, A.Y. andE.Dk. GOMEZ 1979. The reproductive biology of *Tripneustes gratilla* Linnaeus (Echinoidea : Echinodermata) with some notes on *Diadema setosum* Leske. *Proc. Intl. Symp. Mar. Biogr. Evol. South. Hem., Auckland* 2: 707-716.
- YOSHIDA, M. 1952. Some observations on the Maturation of the sea urchin, *Diadema setosum*. *Annot. Zool. Jap.* 25 (1-2): 265-271.