

REPRODUKSI SEKSUAL KARANG DI INDONESIA: SUATU KAJIAN ¹⁾

Munasik

Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang

Abstrak

Studi reproduksi seksual karang menjadi populer setelah adanya laporan spawning massal 156 spesies karang tahun 1983 di Great Barrier Reef, Australia. Di Indonesia, kajian serupa spawning 14 spesies karang telah dilaporkan terjadi di Kepulauan Karimunjawa, Jepara (Jawa Tengah) pada tahun 1995. Pada periode yang sama di perairan Lombok barat, Nusa Tenggara Barat dilaporkan spawning 3 spesies karang. Hanya 1 spesies dari kelompok karang brooding *Pocillopora damicornis* di Pulau Panjang, Jepara yang telah dilaporkan melepaskan planulae setiap bulan. Sedangkan reproduksi seksual anggota family Pocilloporidae lainnya, *Stylopora pistillata* sampai saat ini masih menyisakan pertanyaan.

Reproduksi seksual karang (scleractinia) ditentukan oleh jenis karang maupun letak lintang dimana karang dapat hidup. Indonesia yang terletak digaris khatulistiwa kemungkinan mempunyai pola reproduksi yang berbeda dengan daerah subtropis. Iklim Indonesia yang memiliki musim hujan dan kemarau akan menentukan masa reproduksi seksual karang. Secara garis besar diperkirakan bahwa masa reproduksi karang di Indonesia terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok: (1) spawning sebelum musim hujan (Oktober-Nopember), (2) spawning sewaktu atau sesudah musim hujan (Januari-April) dan (3) spawning sepanjang tahun dan/atau tidak dipengaruhi musim, seperti karang brooding (melepaskan planulae).

(Kata kunci: reproduksi seksual; karang; masa reproduksi; Indonesia)

¹⁾ Disampaikan pada Konperensi Nasional III 2002 Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia, Bali 21- 24 Mei 2002

Pendahuluan

Studi reproduksi seksual karang menjadi populer setelah adanya laporan spawning masal 156 jenis karang tahun 1983 di Great Barrier Reef, Australia. Fadlallah (1983) telah mencatat studi reproduksi seksual di beberapa wilayah, seperti di Australia Barat (28 spesies), di Karibia (20 spesies), di Laut Merah (13 spesies), di Okinawa (11 spesies), di Hawaii (10 spesies) dan di Palau (10 spesies). Namun sayang, di wilayah-wilayah dimana terdapat karang yang melimpah belum ada laporan penelitian mengenai reproduksi karang, seperti di Asia Tenggara dan Afrika. Di Indonesia penelitian reproduksi karang sangat kurang. Reproduksi seksual beberapa jenis yang telah dipelajari antara lain *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Acropora aspera* di Pulau Panjang, Jepara (Syafrudin, 1997; Susilo, 1997; Munasik dan Azhari, 2002). Spawning 14 spesies karang di Kepulauan Karimunjawa, Jepara (Setyadi, 1996) dan studi histologi reproduksi karang *Acropora* dan *Hydnophora* di perairan Lombok, Nusa Tenggara Barat (Bachtiar, 2001). Sebagai pusat distribusi karang dunia maka penelitian reproduksi karang di wilayah Indonesia menjadi penting terutama berkaitan dengan usaha-usaha preservasi dan konservasi terumbu karang.

Karakteristik reproduksi karang pada suatu wilayah dapat dijadikan pijakan dalam manajemen ekosistem terumbu karang. Jenis kelamin, susunan gonad, fekunditas dan model reproduksi serta masa reproduksi suatu jenis karang sangat bermanfaat dalam prediksi rekrutmen populasi karang. Meskipun jenis kelamin (hermafrodit atau gonokorik) dan susunan gonad bersifat tetap pada setiap genus/famili di setiap wilayah (lihat Tabel. 7.2 dalam Harrison dan Wallace, 1990; Harrison, 1985) namun model reproduksi (spawning atau brooding) dan fekunditas lebih banyak ditentukan oleh kondisi lingkungan terumbu. Famili Acroporiidae adalah hermafrodit tetapi dapat memiliki model reproduksi dan fekunditas yang berbeda. Karang *Acropora aspera* di Pulau Panjang, Jepara adalah *hermaphroditic-spawner* memiliki jumlah oosit per polip lebih rendah daripada *Acropora* spp berjenis kelamin sama di Laut Merah (Munasik dan Azhari, 2002). Sedangkan *Acropora palivera* dan *A. cuneata* di Heron Island Great Barrier Reef mempunyai model reproduksi dengan mengerami larva-nya atau *hermaphrodite brooder* (Kojis, 1986). Karang soliter Fungiidae adalah gonokorik dengan model reproduksi umumnya spawning (Krupp, 1983; Heyward *et al.*, 1987; Hayashibara *et al.*, 1993; Kramarsky-Winter dan Loya, 1998) tetapi di utara Pulau Sesoko, Okinawa *Fungia fungites* adalah *gonochoric brooder* (Munasik, 1999). Demikian pula hal yang sama ditemui

pada masa reproduksi karang yang lebih bervariasi dari satu tempat ke tempat lain. Jenis *Acropora* spp. spawning pada bulan Oktober dan Nopember di Kepulauan Karimunjawa, Jepara (Setyadi, 1996) sedangkan *Acropora* di Pulau Panjang, Jepara spawning di bulan April (Munasik dan Azhari, 2002). Kompleksitas studi reproduksi karang semakin bertambah jika dikaitkan dengan *dispersal larvae* dan fase *settlement planulae* karang dengan faktor-faktor fisika kimia perairan.

Makalah ini merupakan rangkuman data-data pengamatan spawning dan studi histologi karang di Indonesia yang masih sangat terbatas yang meliputi Perairan Jepara (Pulau Panjang dan Kepulauan Karimunjawa) dan Perairan Selat Lombok. Dari analisa karakteristik reproduksi di dua wilayah perairan yang berbeda tersebut selanjutnya dibahas perkiraan musim reproduksi karang di Indonesia.

Reproduksi Seksual Karang

1. Jenis Kelamin Karang

Jenis kelamin hewan karang tidak mudah dilihat dari luar sebagaimana pada hewan tingkat tinggi lainnya. Untuk menentukan jenis kelamin secara langsung harus mengamati gonad matang di dalam *coelenteron*. Jenis kelamin dapat mudah dilihat lebih jelas sewaktu karang *brooder* mengandung embrionya dalam *coelenteron*. Testis karang biasanya berwarna putih, sedangkan ovarium tampak berwarna lebih menyolok merah, merah muda, orange, coklat atau biru (Harrison dan Wallace, 1990).

Jenis kelamin karang dibedakan atas hermafrodit dan gonokorik. Karang hermafrodit adalah karang yang menghasilkan gamet jantan dan gamet betina dalam satu koloni atau individu dalam sepanjang hidupnya. Sedangkan karang gonokorik adalah karang yang berbentuk koloni atau individu yang menghasilkan gamet jantan dan gamet betina secara sendiri-sendiri sepanjang hidupnya (*dioecious*, kelamin terpisah). Karang *scleractinia* yang termasuk dalam kelompok gonokorik kebanyakan adalah sub-ordo Fungiina, antara lain: Agaricidae, Siderastreidae, Fungiidae dan Poritidae. Sedangkan kelompok hermafrodit adalah famili Acroporidae, Pocilloporidae, Faviidae, Merulinidae, Oculinidae, Musiidae dan Pectinidae (*lihat review* Richmond dan Hunter, 1990).

Karang hermaphrodit menurut perkembangan gonadnya terbagi atas (1) hermafrodit simultan (*simultaneous hermaphrodite*) dan (2) hermafrodit berurutan (*sequential*

hermaphrodite). Pada karang hermafrodit simultan, ovum dan sperma karang matang secara serentak (Policansky, 1982), sedangkan hermafrodit berurutan adalah kematangan ovum dan sperma berbeda waktunya. Matang gonad pada hermafrodit berurutan mempunyai dua pengertian, yaitu jantan matang lebih dulu daripada betina yang disebut *protrandus*, atau betina lebih dulu matang daripada jantan yang disebut *protogynous* (Ghiselin, 1974).

Harrison dan Wallace (1990) mendata bahwa 93 % dari keseluruhan karang hermafrodit tergolong dalam hermafrodit simultan, sedangkan sisanya belum jelas. Meskipun fenomena hermafrodit berurutan belum ada kejelasan pada karang scleractinia, namun sudah ada beberapa laporan mengenai tipe tersebut. Richmond (1996) mencatat sebagian besar Acroporidae, Faviidae dan beberapa Pocilloporiidae adalah termasuk hermafrodit simultan, sedangkan *Stylophora pistillata* dan *Goniastrea favulus* merupakan hermafrodit berurutan. Di Indonesia, sebagian besar laporan reproduksi seksual karang adalah dari kelompok hermafrodit sedangkan kelompok karang gonokorik sangat terbatas dan belum teridentifikasi (*lihat* Tabel 1). Jenis kelamin hermafrodit yang kemungkinan terjadi adalah tipe hermafrodit berurutan (*sequential hermaphrodite*) yang telah ditemukan pada *Stylophora pistillata* (Susilo, 1997), *Acropora aspera* (Munasik dan Azhari, 2002) dan *Hydnophora rigida* (Bachtiar, 2001). Hal ini ditunjukkan dengan perbedaan waktu kematangan gonad, dimana telur lebih dulu matang daripada sperma (*protogynous*).

2. Model Reproduksi

Secara umum karang mempunyai dua model reproduksi yang sangat berbeda, yaitu (1) *brooding* (mengandung larva) dan (2) *spawning* (pemijahan). Perbedaan ini ditentukan oleh cara pertemuan gamet jantan dan gamet betina. Pada karang yang melakukan brooding, telur-telur yang dibuahi secara internal di dalam *gastrovasculer* dierami hingga perkembangannya mencapai stadium larva planula. Sedangkan karang yang melakukan spawning adalah melepaskan telur-telur dan sperma ke kolom perairan dan pembuahan terjadi secara eksternal selanjutnya embrio juga berkembang di perairan. Sebagian besar karang di dunia bereproduksi dengan cara spawning, begitu pula dengan model reproduksi di Indonesia. Dari 21 spesies karang yang dilaporkan hanya 1 spesies (*Pocillopora damicornis*) yang melepaskan planulae dan 1 spesies (*Stylophora pistillata*) belum jelas model reproduksinya (Tabel 1). Perbedaan model reproduksi ini akan mempengaruhi beberapa aspek ekologi karang, antara lain transfer *alga symbiont zooxanthellae* ke dalam larva, *larval competency* (kemampuan larva dalam

melakukan penempelan untuk menetap dan metamorfosis), penyebaran larva, pola distribusi karang, keanekaragaman genetik, laju spesiasi dan evolusi (Richmond, 1996).

Model reproduksi karang melalui spawning bertujuan untuk dispersal/penyebaran larvae dalam jarak jauh (*long-distance dispersal*), sedangkan cara brooding diperuntukkan bagi rekrutmen lokal (Hughes *et al.*, 1999). Struktur populasi karang *brooding Pocillopora damicornis* di Pulau Panjang, Jepara menunjukkan kisaran ukuran koloni yang beragam. Hal ini mengindikasikan bahwa rekrutmen terjadi disekitar koloni-koloni induknya dimana juvenil karang menempel di sekitar induknya. Sedangkan spawning karang yang terjadi di Selat Lombok pada bulan Januari-Maret ditengara larvae karang akan melakukan perjalanan jauh dibawa oleh arus Leeuwin dan selanjutnya menempel dan tersebar di Australia Barat (Bachtiar, 2001).

Tabel 1. Karakteristik reproduksi seksual karang di Indonesia

Spesies	Jenis Kelamin	Model Reproduksi	Masa Reproduksi	Lokasi (Sumber Pustaka)
Acroporidae				
<i>Acropora aspera</i>	H	S	April (setelah purnama)	P. Panjang, Jepara (Munasik dan Azhari 2002)
<i>Acropora cytherea</i>	H	S	Januari (setelah purnama)	Lombok, NTB
<i>Acropora nobilis</i>	H	S	Februari (setelah purnama)	(Bachtiar, 2001)
<i>Acropora hyacinthus</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa
<i>Acropora humilis</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	(Setyadi, 1996)
<i>Acropora palifera</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep.
<i>Montipora spumosa</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	Karimunjawa (Setyadi, 1996)
Faviidae				
<i>Favia pallida</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
<i>Favia pallida</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
<i>Diploastrea heliopora</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa
<i>Cyphastrea</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	(Setyadi, 1996)
<i>microphthalma</i>				
<i>Cyphastrea serailia</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa
<i>Goniastrea retiformis</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	(Setyadi, 1996)
<i>Echinophora lamellosa</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep.
<i>Echinophora horrida</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	Karimunjawa (Setyadi, 1996)

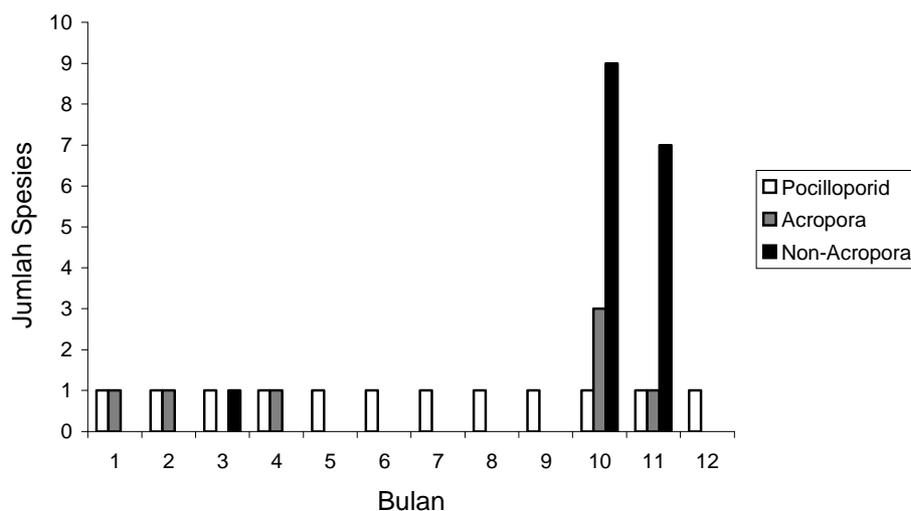
Pectiniidae <i>Pectinia paeonia</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
<i>Mycedium elephantotus</i>	H	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
Agariciidae <i>Pachyserie speciosa</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
<i>Pavona cactus</i>	-	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
Oculinidae <i>Galaxea fascicularis</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
Merulinidae <i>Merulina scubricula</i>	H	S	Nopember (saat purnama)	P. Kecil, Kep. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
<i>Hydnophora rigida</i>	H	S	Nopember dan Maret (setelah purnama)	Lombok, NTB (Bachtiar, 2001)
Poritidae <i>Porites lobata</i>	-	S	Oktober (setelah purnama)	P. Karimunjawa (Setyadi, 1996)
Pocilloporidae <i>Pocillopora damicornis</i>	H	B	Sepanjang tahun (bulan baru)	P. Panjang, Jepara (Widjtmoko <i>et al.</i> , 1997)
<i>Stylophora pistillata</i>	H	B?	-	P. Panjang, Jepara (Susilo, 1997)

Keterangan: H = Hermafrodit; S = Spawning; B = Brooding.

Masa Reproduksi Karang

Berdasarkan pengamatan spawning dan pelepasan planulae karang di Indonesia (*lihat* Tabel 1) masa reproduksi seksual karang dapat dikelompokkan dalam tiga musim setiap tahun. Spawning sebelum musim hujan (Oktober-Nopember), spawning sewaktu atau sesudah musim hujan (Januari-April) dan spawning atau pelepasan planulae sepanjang tahun (Gambar 1). Pengelompokan ini masih merupakan langkah awal, mengingat laporan-laporan reproduksi karang di Indonesia masih kurang dan belum didukung dengan data-data gametogenesis (perkembangan gamet) masing-masing jenis karang. Perkiraan musim spawning merupakan puncak-puncak spawning dan kemungkinan pada bulan-bulan lainnya diperkirakan terjadi spawning susulan pada populasi karang. Keadaan ini berbeda dengan kejadian spawning di wilayah lain belahan dunia. Di Great Barrier Reef Australia spawning masal terjadi di musim semi (Oktober-Nopember) sedangkan di wilayah Pasifik Tengah, Okinawa, Hawaii dan Laut

Merah spawning terjadi pada musim panas (*lihat review* Richmond dan Hunter, 1990). Variasi temperatur tahunan dan curah hujan diindikasikan sebagai faktor utama penentu “*timing*” spawning karang. Spawning karang *Montastrea annularis* di Jamaika dipengaruhi kombinasi faktor temperatur dan curah hujan (Mendes dan Woodly, 2002). Spawning terjadi di bulan sebelum musim hujan dimana temperatur maksimum. Lebih jauh dinyatakan sebaliknya bahwa pembentukan gamet karang tidak dipengaruhi oleh curah hujan. Di Indonesia yang mempunyai musim kemarau dan musim hujan dengan kondisi perairan yang hangat sepanjang tahun maka kombinasi keduanya akan menentukan masa spawning. Sehingga kejadian spawning terjadi pada bulan-bulan mendekati musim hujan baik setelah maupun sebelumnya. Hal ini ditunjukkan dengan karang *Hydnophora rigida* yang mengalami spawning dua kali dalam setahun (*biannual spawning*; Bachtiar, 2001) pada bulan Nopember (sebelum musim hujan)



dan setelah musim hujan pada bulan Maret.

Gambar 1. Masa spawning dan pelepasan planulae karang di Indonesia (jenis *broadcast-spawner* dari kelompok Acropora dan Non-Acropora serta jenis karang *brooder* Pocilloporid)

Kejadian spawning karang di Indonesia tampaknya terjadi kurang serentak antar jenis karang. Kecenderungan terjadinya sinkronisasi spawning antar jenis karang berkaitan pula dengan kisaran temperatur tahunan suatu wilayah. Semakin pendek kisaran temperatur tahunan di suatu wilayah akan semakin lemah sinkronisasi spawningnya. Spawning multijenis secara masal di perairan Great Barrier Reef Australia terjadi dengan kisaran temperatur tahunan 12 °C.

Sedangkan wilayah dimana spawning terjadi kurang sinkron, temperatur berada pada kisaran 2,2 °C di Pasifik Tengah (Emery, 1962), kisaran 3,2 °C di Karibia (Tomascik dan Sander, 1987), di Hawaii dengan kisaran temperatur 4 °C (Jokiel, 1985), kisaran 6 °C di Laut Merah (Rinkevich dan Loya, 1979) dan kisaran 9,8 °C di Okinawa (Nakamura, 1984). Indonesia memiliki kisaran temperatur tahunan yang pendek, dimana musim kemarau periode Juni-Oktober dengan kisaran 2 °C (27-29°C) sedangkan musim hujan periode Desember-Maret (28-30°C) dengan kisaran temperatur 2 °C pula (Kep. Kangean, Hartoko *et al.*, 2000). Sehingga pola spawning karang di perairan Indonesia memiliki kecenderungan kurang sinkron antar-jenis.

Dari data reproduksi yang tersedia menunjukkan bahwa sebagian besar karang di Indonesia adalah *hermaphrodite spawner* dan beberapa diantaranya dilaporkan sebagai *protogynous*. Masa reproduksi karang dapat dikelompokkan menjadi tiga musim spawning: (1) spawning sebelum musim hujan (Oktober-Nopember), (2) spawning sewaktu atau sesudah musim hujan (Januari-April) dan (3) spawning sepanjang tahun dan/atau tidak dipengaruhi musim, seperti karang brooding (melepaskan planulae). Kombinasi temperatur laut dan curah hujan diperkirakan menentukan kejadian spawning di Indonesia. Menurut Gastellu-Etchegorry *et al.* (1987) pada bulan Oktober-Nopember perairan Indonesia memperoleh aliran air hangat dari Samudera India begitu pula pada bulan Maret-April. Kondisi hangat perairan tersebut dengan disertai curah hujan yang rendah pada dua saat puncak spawning akan memicu terjadinya spawning karang. Saat spawning dapat dipicu pula oleh berbagai faktor lingkungan seperti pasang surut, fotoperiod sehingga saat spawning umumnya dipengaruhi oleh perputaran bulan (lunar). Spawning karang terjadi setelah purnama sedangkan pelepasan planulae oleh karang *brooder* terjadi pada bulan baru hingga bulan purnama.

Daftar Pustaka

- Bachtiar I. 2001. Reproduction of three scleractinian corals (*Acropora cytherea*, *A. nobilis*, *Hydnophora rigida*) in eastern Lombok Strait, Indonesia. *Majalah Ilmu Kelautan* 21(V):18-27
- Emery KO. 1962. Marine geology of Guam. Prof Pap US Geol Surv 403-B:1-76
- Fadlallah YH. 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. A review. *Coral reefs* 2:129-150

- Gastellu-Etchegorry JP, Boely T, Christophil M. 1987. Operational procedure for monitoring remotely sensed sea surface temperatures. *Ind Jour Geog* 17(54):55-79
- Ghiselin MT. 1974. The economy of Nature and the Evolution of Sex. University of California Press, Berkeley 346 pp
- Harrison PL. 1985. Sexual characteristics of scleractinian corals: systematic and evolutionary implications. *Proc 5th Int Coral Reef Cong Tahiti* 4:337-342
- Harrison PL, Wallace CC. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian coral. In: Dubinsky Z (ed) Ecosystem of the world, Vol 25, Coral reefs. Elsevier, Amsterdam p 133-207
- Hartoko A, Nganro NR, Nugroho W, Hasyim B. 2000. Dynamic mapping on spesific characters of small pelagic fish ecosystem. *Majalah Ilmu Kelautan* 19(V):159-168
- Hayashibara T, Shimoike K, Kimura T, Hosaka S, Heyward A, Harrison P, Kudo K, Omori M. 1993. Patterns of coral spawning at Akajima Island, Okinawa, Japan. *Mar Ecol Prog Ser* 101:253-262
- Heyward AJ, Yamazato K, Yeemin T, Minei M. 1987. Sexual reproduction of corals in Okinawa. *Galaxea* 6:331-343
- Hughes TP, Baird AH, Dinsdale EA, Moltschaniwskyj NA, Pratchett MS, Tanner JE, Willis BL. 1999. Patterns of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef. *Nature* 397:59-62
- Jokiel PL. 1985. Lunar periodicity of planula release in the reef coral *Pocillopora damicornis* in relation to various environmental factors. *Proc 5th Int Coral Reef Symp. Tahiti* 4:307-312
- Kojis BL. 1986a. Sexual reproduction in Acropora (Isopora) species (Coelenterata:Scleractinia) I. *A. cuneata* and *A. palifera* on Heron Island reef, Great Barrier Reef. *Mar Biol* 91:291-309
- Kramarsky-Winter E, Loya Y. 1998. Reproductive strategies of two fungiid corals from the northern Red Sea: environmental constrain? *Mar Ecol Prog Ser* 174:175-182
- Krupp DA. 1983. Sexual reproduction and early development of the solitary coral *Fungia scutaria* (Anthozoa:Scleractinia). *Coral reefs* 2:159-164
- Mendez JM, Woodley JD. 2002. Timing of reproduction in *Montastrea annularis*: relationship to environmental variables. Abstract. *Mar Ecol Prog Ser* 227.
- Munasik. 1999. Sexual Reproduction on The Solitary Coral *Fungia fungites* in Okinawa. Japan . *MSc Thesis*. The University of The Ryukyus, Okinawa Japan

- Munasik, Azhari A. 2002. Masa reproduksi dan struktur gonad karang *Acropora aspera* di Pulau Panjang, Jepara. *Prosiding Konperensi Nasional III 2002 Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia 21-24 Mei 2002 (in press)*
- Nakamura S. 1984. Record of air temperature, surface water temperature and chlorinity at Sesoko in 1983. *Galaxea* 3:105
- Policansky D. 1982. Sex change in plants and animals. *Annu Rev Ecol Syst* 13:471-495
- Richmond RH. 1997. Reproduction and recruitment in corals: Critical links in the persistence of reefs. Pp 175-197 In: Birkeland CE (Ed) *The life and death of coral reefs*. Chapman and Hall. Publisher. NY 536pp
- Richmond RH, Hunter, CL. 1990. Reproduction and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. A review. *Mar Ecol Prog Ser* 60:185-203
- Rinkevich B, Loya Y. 1979. The reproduction of the Red Sea coral *Stylophora pistillata* II. Synchronization in breeding and seasonality of planula shedding. *Mar Ecol Prog Ser* 1:145-152
- Setyadi EG .1996. Studi tentang rekrutmen karang untuk terumbu karang buatan dengan berbagai tipe substrat kolektor di Pulau Panjang dan Kepulauan Karimunjawa, Jepara. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro h70
- Susilo H. 1997. Studi gametogenesis karang *Stylophora pistillata* dari Pulau Panjang, Jepara. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro h51
- Syafrudin H (1997) Studi gametogenesis dan planulasi karang *Pocillopora damicornis*. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro h48
- Tomascik T, Sander F. 1987. Effects of eutrophication on reef building coral *Porites porites*. *Mar Biol* 94:77-94
- Widjatmoko W, Djunaedi A, Suprianto J, Munasik. 1997. Studi reproduksi karang *Pocillopora damicornis* dan *Stylophora pistillata* di Perairan Jepara sebagai upaya konservasi terumbu karang. *Laporan penelitian*. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang h42