

REPRODUKSI KARANG BATU

Oleh

Suharsono ¹⁾

ABSTRACT

REPRODUCTION OF THE STONY CORALS. *Scleractinian corals have two types of reproduction. The fragmentation and colony formation are the asexual type of reproduction. Production of a new colony by fragmentation is type of reproduction to avoid the high mortality rate of larvae and juveniles. Fragmentation of the corals with high growth rate resulting the domination of certain reef zone and rapid recovery from disturbances. Scleractinian corals exhibit the simplest type of life cycle: a sessile sexual polyp sheds gametes into the sea water and the fertilized egg develops into a free swimming planula, which then attaches to suitable substrat and metamorphoses into young polyp. Scleractinian polyp are hermaphrodite, unisexual or sterile. In the reproduction of corals the gametogenesis and its development are variable. The number of ova per colony varied greatly among the species and was inversely to mature eggs size. Settling of the coral larvae is preceded by extensive substrat exploration. The breeding season for many reef corals generally connected with lunar periodicity, but some species breed almost continuously during the year and the others have a prolonged annual season. Temperature and lunar periodicity are major regulating factors for reproduction cycle of the marine invertebrates.*

PENDAHULUAN

Invertebrata laut mempunyai keanekaragaman yang sangat tinggi dan menduduki tingkat rantai makanan yang sangat penting. Seperti makhluk hidup yang lain invertebrata laut juga akan mempertahankan kelangsungan hidupnya untuk kesinambungan keturunannya. Beberapa invertebrata laut merupakan individu yang sangat sederhana misalnya sponge, cnidarian dan cacing, sedangkan yang mempunyai struktur yang kompleks misalnya ekhinodermata, moluska dan artropoda. Untuk mempertahankan keturunannya, makhluk hidup akan berkembang-biak dengan berbagai cara. Reproduksi invertebrata dapat terjadi secara

seksual atau aseksual. Reproduksi aseksual dilakukan dengan cara fragmentasi (pembelahan). Reproduksi seksual dilakukan dengan pembentukan gamet melalui peristiwa gametogenesis. Dalam proses reproduksi dapat dipengaruhi oleh faktor dari dalam dan luar. Faktor dari dalam biasanya berupa pengumpulan nutrisi dan adanya kontrol hormon. Faktor dari luar biasanya berhubungan dengan adanya perubahan lingkungan seperti adanya perubahan temperatur, salinitas, pencahayaan, letak geografis dan pengaruh peredaran bulan. Waktu dan pola reproduksi dapat terjadi secara ritmis atau sporadik. Reproduksi secara ritmis dapat terjadi sepanjang tahun atau dalam waktu tertentu. Periodenya mungkin

1) Laboratorium Zoologi Laut, Pusat Penelitian Biologi Laut, Lembaga Oseanologi Nasional — LIPI, Jakarta.

terjadi harian, semi bulanan, bulanan, semi tahunan atau tahunan. Pola reproduksi lebih sering terjadi sebagai jawaban terhadap adanya seleksi dan tekanan yang menggambarkan kondisi lingkungan yang mendukung untuk berhasilnya proses reproduksi itu. Karang merupakan salah satu invertebrata laut yang sederhana, tetapi mekanisme reproduksinya masih banyak yang belum diketahui. LACACE - DUTHIERS dalam FADLALLAH & PEARSE (1982) dianggap sebagai orang pertama yang mempelajari reproduksi karang secara seksual. Kemudian menyusul beberapa peneliti yang lain seperti : BOSCHMA (1929) mempelajari ontogeni karang. Waktu pelepasan planula dan tingkah laku planula sebelum melekat banyak dipelajari oleh MARSHALL & STEPHENSON (1933), ATODA (1953), STIMSON (1978), FADLALLAH & PEARSE (1982), FADLALLAH (1983), KRUPP (1983), HIGSMITH (1982) banyak mempelajari reproduksi karang secara fragmentasi. Pengaruh lingkungan luar terhadap reproduksi karang dipelajari oleh JOKIEL & GUNTHER (1978), HARRIOTT (1983 ab), YONGE (1940), dan RICHMOND & JOKIEL (1984).

REPRODUKSI SECARA ASEKSUAL

Reproduksi aseksual pada karang dilakukan dengan jalan membentuk tunas atau secara fragmentasi. Pembentukan individu baru dengan jalan membentuk tunas pada umumnya dilakukan oleh karang yang soliter dalam kondisi yang tidak menguntungkan. Misalnya *Fungia fungites* akan membentuk tunas baru jika posisinya terbalik atau pada bagian mulutnya tertimbun pasir (BOSCHMA 1922, 1923). Tunas baru biasanya tumbuh dipermukaan bawah atau pada bagian pinggir dan akan melekat sampai ukuran tertentu, kemudian akan melepaskan diri dan tumbuh sebagai individu baru. Pembentukan individu baru dapat pula

dilakukan dengan jalan pembelahan diri dari individu yang lama. Pada umumnya dilakukan cara pertunasan intratentakular dan pertunasan ektratentakular (WELLS 1956). Pertunasan intratentakular adalah pembentukan individu baru di dalam individu lama. Reproduksi semacam ini biasanya terjadi pada marga *Favia* atau *Favites*. Ektratentakular budding adalah pembentukan individu baru di luar individu lama, misalnya terjadi pada *Montastrea*. Hasil reproduksi secara pertunasan, tidak terpisah dari induknya dan akan terlihat sebagai pertumbuhan suatu koloni yang terbentuk dengan kedua cara itu akan mempunyai kemampuan beradaptasi yang berbeda. Koloni yang terbentuk secara pertunasan intratentakular mempunyai kemampuan beradaptasi yang lebih baik pada kondisi yang berbeda jika dibandingkan koloni yang terbentuk secara ektratentakular budding (WIJSMAN BEST 1977).

Karang yang soliter pada umumnya terdiri dari satu individu, sedangkan sebagian besar karang membentuk suatu koloni yang terdiri dari berpuluh-puluh bahkan jutaan individu, tergantung dari ukuran koloni karang tersebut. Karang yang membentuk koloni dapat mencapai ukuran sangat besar. Misalnya di Teluk Sikoku, *Pavona frondifera* mempunyai ukuran panjang 44,5 meter dan lebar 24,6 meter (TOKIOKA 1968). Adanya karang yang soliter dan karang pembentuk koloni, maka kadangkadangkang timbul suatu masalah untuk memperhitungkan keanekaragaman jenis karang, disuatu terumbu karang. Beberapa peneliti ada yang menganggap bahwa koloni karang dengan ukuran berapapun tetap diperhitungkan sebagai satu individu karang dengan alasan bahwa :

1. Suatu koloni karang merupakan per-banyakan dari suatu individu.
2. Koloni yang terbentuk tidak akan menghasilkan anakan secara seksual sampai ukuran atau umur tertentu.
3. Suatu koloni mempunyai bentuk per-

tumbuhan yang karakteristik untuk masing-masing jenis dan dalam beberapa hal dapat memperbaiki diri dari kerusakan ke bentuk semula.

4. Adanya translokasi material dan aktivitas yang terpadu di dalam satu koloni.
5. Jika terjadi bencana secara ekologi maka kematian meliputi seluruh koloni (HIGHSMITH 1982).

Reproduksi aseksual dengan cara fragmentasi dapat terjadi karena perusakan sebagian dari koloni akibat faktor fisik misalnya arus dan gelombang, atau karena faktor biologi misalnya ada predator atau biotang penggali karang yang dapat menyebabkan sebagian dari koloni karang terpisah dari induk koloni. Pecahan koloni karang ini akan beradaptasi terhadap lingkungan yang baru dan tumbuh menjadi koloni yang baru. Fragmentasi lebih sering terjadi pada koloni yang mempunyai kecepatan tumbuh tinggi, dan cabang-cabang dari koloni akan lebih mudah patah oleh gangguan fisik maupun oleh sebab-sebab biologis. Reproduksi dengan cara fragmentasi sangat penting untuk penyebaran secara lokal. Fragmentasi dari jenis-jenis karang dengan kecepatan tumbuh yang tinggi akan menghasilkan dominasi suatu jenis pada suatu area, dan jika terjadi kerusakan maka akan cepat pulih kembali (HIGHSMITH 1982).

REPRODUKSI SECARA SEKSUAL

Gametogenesis

Proses reproduksi secara seksual dimulai dengan pembentukan calon gamet sampai terbentuknya gamet masak, proses ini biasa disebut sebagai gametogenesis. Asal-usul "germ cell" (calon gamet) masih banyak diperdebatkan. Ada yang berpendapat bahwa germ cell berasal dari dasar epithelium endoderm didekat filamen septa yang kemudian akan berpindah ke posisi terakhir yaitu di dalam jaringan mesoglea di antara septa. RINKEVICH & LOYA (1979) menyatakan

bahwa sel interstiil adalah calon germ cell. Pada *Stylopora pistillata*, sel interstiil adalah sebagai sumber oogonia dan spermatogonia (SZMANT-FROELICH *et al.* 1980). Gamet karang batu berkembang di dalam mesoglea di bagian tepi, dekat septa rongga perut yang berupa jaringan yang tipis. Selanjutnya jika jaringan tipis ini berkembang menjadi gamet jantan maka prosesnya disebut sebagai spermatogenesis, dan disebut oogenesis jika berkembang menjadi gamet betina. Pada fase awal perkembangan sulit sekali dibedakan apakah calon gamet ini akan berkembang menjadi gamet jantan atau betina.

Pada spermatogenesis jumlah dan ukuran sel akan bertambah, tetapi sel spermatosit masih tetap terlihat sebagai kelompokan sel interstiil. Spermatosit akan mempunyai warna yang karakteristik jika diwarnai dengan hematoksilin. Afinitas terhadap hematoksilin akan bertambah besar pada fase berikutnya, karena bertambahnya asam nukleat di dalam inti sel. Spermatosit akan semakin bertambah banyak dan berubah bentuknya menjadi agak kecil. Akhirnya berubah menjadi spermatozoa dengan ekor yang panjang. Spermatozoa berbentuk bulat panjang dengan ukuran panjang 2 μm — 10 μm tidak termasuk ekornya. Tanda yang karakteristik adalah adanya mitokondria tunggal dengan gelembung lemak terletak di dasar inti. Spermatosit dan spermatozoa selalu tersusun dalam bentuk tandan yang disebut spemaria. Keutuhan tandan dipelihara oleh garis mesoglea (RINKEVICH & LOYA 1979; FADLALLAH & PEARSE 1982). Pada fase terakhir sesudah menjadi sperma, epithelium endodermal menipis, akhirnya pecah dan sperma masuk ke dalam rongga perut.

Pada oogenesis fase awal, oogonia berada di sepanjang lamella mesoglea. Sel oogenia ini berderet dengan inti dan anak inti yang besar. Diameter oogenia yang terkecil $\pm 5 \mu\text{m}$. Pada fase ini sitoplasma masih sedikit dan berada di sekeliling inti yang besar.

Vitellogenesis (pembentukan kuning telur) dimulai sesudah oogenesis masuk ke dalam mesoglea. Selanjutnya volume sitoplasma bertambah seiring dengan bertambahnya ukuran inti. Akhirnya oosit mencapai kematangan. Telur yang masih berbentuk bulat, letak inti tidak simetris, sitoplasma ditaburi oleh kuning telur dan mitokondria. Ukuran telur yang masak sangat bervariasi tergantung dari jenisnya. Sumber makanan untuk oogenesis sampai sekarang belum diketahui dengan pasti. (SZMANT-FROLICH *et al.* 1980) menemukan bahwa oosit yang lebih kecil diabsorpsi oleh oosit yang lebih besar. Saat gametogenesis untuk jenis-jenis karang yang hidup di daerah beriklim sedang dimulai pada permulaan musim semi (Maret — April) dan berkembang mulai Juni sampai Juli (HYMANN 1940; SZMANT-FROLICH *et al.* 1980). Pada *Favia favaus*, *Lobophyllia corymbosa*, *Porites lutea* dan *Porites australiensis* telur mulai berkembang lebih awal dari pada spermatozoa. *Pocillopora damicornis* mempunyai satu atau dua telur dalam satu gonad. Pada *Lobophyllia corymbosa* jumlah telur dalam satu gonad mencapai 24 buah. KOJIS & QUINN (1981) telah melakukan penelitian pada *Goniastrea australiensis* menemukan bahwa telur masak mempunyai diameter 530 μm dan jumlah telur per gonad yang terbanyak adalah 13 buah. Pada *Pocillopora damicornis* yang hermafrodit, testis sering ditemukan masak lebih dulu sementara oosit masih sangat kecil (HARRIOTT 1983 b). Pada beberapa jenis karang sesudah telur masak ada yang langsung dikeluarkan dan pada jenis yang lain telur dierami terlebih dahulu di dalam rongga perut. *Acropora bruegemmani* mengerami telurnya terlebih dahulu (ATAODA 1953). *Seriatopora hystrix* juga mengerami telurnya (STIMSON 1978).

Pelepasan telur dan planula.

Masing-masing jenis karang mempunyai variasi dalam melepaskan telur dan planula-

nya. Beberapa jenis ada yang musiman, bulanan atau sepanjang tahun. *Astrangia danae* melepaskan telurnya pada permulaan bulan Agustus sampai September, dimana suhu air mencapai maksimum (SZMANT—FROLICH *et al.* 1980). Kata planula digunakan untuk memberi nama larva karang. Masing-masing jenis karang mempunyai variasi dalam melepaskan telur atau planulanya. Karang tertentu melepaskan telur yang belum dibuahi, dan pembuahan terjadi di luar. Sedang karang yang lain pembuahan terjadi di dalam induknya kemudian dierami untuk beberapa saat, dan dilepaskan sudah dalam bentuk planula. MARSHALL & STEPHENSON (1933) menemukan bahwa *Pocillopora damicornis* di Great Barrier Reef melepaskan planula secara musiman dengan puncak pelepasan terjadi pada bulan baru selama musim panas, dan pada bulan purnama selama musim dingin. RICHMOND & YOKIEL (1984) menyatakan bahwa *Pocillopora damicornis* yang hidup di Eniwetak, puncak pelepasan larva terjadi pada waktu antara bulan muda dan seminggu sesudahnya. Sedang yang hidup di Hawaii mempunyai dua tipe : yaitu tipe pertama dimana puncak pelepasan larva terjadi pada minggu terakhir, dan tipe kedua terjadi pada minggu kedua sampai pada saat bulan purnama. KRUPP (1983) mengamati bahwa *Fungia* dalam melepaskan telurnya, berhubungan erat dengan siklus bulan selama musim panas. Selanjutnya pelepasan telur menurun dan tidak ada sama sekali pada musim dingin dan semi. Saat pelepasan telur terjadi setiap bulan purnama di malam hari antara pukul 17.00 – 19.00 selama empat hari berturut-turut. HARRIOTT (1983 a) mengamati pelepasan telur pada empat jenis karang menyatakan bahwa *Lobophyllia corymbosa* dan *Favia favaus* melepaskan telurnya beberapa hari dalam musim panas. *Porites lutea* dan *Porites australiensis* melepaskan gamet beberapa minggu sampai beberapa bulan di musim panas. Sebagian besar telur dilepaskan pada saat bulan purnama. Pada *Pocillo-*

pora damicornis pelepasan planula terjadi sepanjang tahun. Perkembangan gonad dan planula yang tertinggi terjadi pada musim dingin dan terendah di musim panas. Percobaan di laboratorium mempunyai pola yang hampir sama seperti yang ditunjukkan di alam (HARRIOT 1983 b).

Perkembangan planula

Setelah dilepaskan dari induknya, larva untuk sementara waktu berenang-renang secara bebas yang kemudian akan melekat pada suatu substrat yang keras dan tumbuh menjadi individu karang yang sempurna. Lamanya hidup bebas ini bervariasi. Ada yang selama dua atau tiga hari, ada yang tetap berenang dan tidak melekat untuk satu minggu atau satu bulan (RICHMOND 1981; RINKEVICH & LOYA 1979). Ukuran planula bervariasi tergantung jenisnya, *Porites haddoni* mempunyai ukuran planula 1 mm sedang *Galaxea aspera* 3 mm (ATODA 1953). Planula karang batu dapat dibedakan menjadi dua berdasar tingkah lakunya setelah dilepaskan yaitu :

1. Planula planktonik adalah planula yang berenang setelah dilepaskan.
2. Planula bentonik disebut juga planula dimersal tidak berenang sama sekali, setelah lepas dari induknya merayap kemudian melekat (FLADLALLAH 1983).

Planula yang dilepaskan dari induknya tidak selalu dalam keadaan sempurna. Misalnya *Astroides* dan *Manicina* mengeluarkan planula dalam berbagai tingkat perkembangan. Ada beberapa planula yang dilepaskan sudah dapat berenang dan sebagian lagi baru dapat berenang dalam waktu beberapa hari setelah dilepaskan. Bentuk umum planula semuanya hampir sama yaitu bulat lonjong. Lubang mulut terletak disalah-satu ujung, dan ujung yang lain disebut aboral epidermis. Struktur internal planula sama dengan individu dewasa yaitu mempunyai flagella yang panjang, ektoderm, mesoglea dan endoderm dengan

zooxanthella. Jaringan aboral epidermis terdiri dari epitel, kolumnar yang pendek yang tersusun tidak teratur, nematosit, sel sekretori dan sel mukosa. Flagella tampaknya merupakan sel sensori oleh karena terlihat adanya mahkota mikrofilli yang mengelilinginya. Di bawah sel epitel kolumnar terdapat jaringan sel syaraf sehingga diduga aboral epidermis digunakan sebagai selektor untuk mencari tempat melekat (VANDERMEULEN 1974). Planula makan dengan cara mencernakan partikel makanan yang ditangkap oleh mukosa atau dengan silia putar. Adanya silia putar dapat menghantarkan partikel makanan lewat dari aboral ke arah mulut. Aktivitas makanan planula mungkin tidak diperlukan oleh karena ketika dilepaskan ia masih mempunyai cadangan kuning telur dalam rongga perutnya. Simpanan yolk (kuning telur) ini mungkin cukup untuk berkembang sampai melekat dan bermetamorfosis (FADLALLAH 1983). Planula hanya memerlukan energi dalam jumlah yang sangat sedikit. Sumber energi dapat juga diperoleh dari zooxanthella yang ada di dalam jaringan tubuhnya. Kira-kira 13% — 27% karbon yang ditangkap oleh zooxanthella selama fotosintesis dipindahkan ke jaringan planula. Pemindahan ini tergantung pada kondisi lingkungan seperti cahaya matahari dan suhu (RICHMOND 1981). Adanya cadangan makanan yang dibawa dari induknya dan energi yang diperoleh dari zooxanthella memungkinkan planula dapat tetap tinggal dalam bentuk planktonik untuk waktu yang cukup lama dan dapat berenang dalam jarak yang cukup jauh. Selama fase awal gerakannya cepat 1 — 3 cm/detik. Gerakannya turun naik dan menunjukkan adanya keteraturan. Aktivitas gerakan berkurang dan menjadi tidak teratur sesuai dengan tingkat pertumbuhan planula (TRANter *et al.* 1982).

Pelekatan dan metamorfosis

Planula karang mengalami metamorfosis sebagian sebelum melekat. Pada umumnya terjadi dua perubahan yaitu : invaginasi

ektoderm yang akan menjadi lubang yang akhirnya menjadi mulut dan stomodeum. Endodermal berlekuk-lekuk membentuk rigi-rigi internal yang akhirnya akan menjadi septa pertama. Perkembangan yang sempurna dari mulut, stomodeum dan septa pertama akan terjadi setelah planula melekat. Planula karang tidak melekat pada setiap tempat. Planula karang dengan aktif memilih tempat untuk melekat dengan aboral epidermis. Sampai sekarang belum diketahui dengan pasti tempat yang bagaimana yang disukai oleh karang. HARRIOT (1983) mengamati bahwa substrat yang telah dilapisi oleh filamen merupakan tempat yang disukai oleh larva karang. Walaupun karang-karang yang dewasa ada yang hidup bebas pada substrat yang lunak, tetapi planulanya tetap memerlukan tempat yang keras untuk melekat. Mungkin tempat yang keras untuk melekat tersebut diperlukan agar dapat terjadi pelekatan secara adesif antara struktur skeleton karang dan substrat. Setelah planula karang melekat, maka seluruh sel epidermis yang berbentuk pipih (VANDERMEULEN 1975). Pergantian ini berjalan dalam waktu yang relatif cepat. Planula karang menunjukkan sifat fototropisme negatif dan geotropisme positif pada waktu melekat. Hal ini tampaknya merupakan suatu hal yang berlawanan oleh karena karang secara tidak langsung memerlukan sinar matahari. Fototropis negatif tampaknya merupakan suatu hal yang lebih penting dari faktor lainnya untuk mempertahankan hidupnya (FADLALLAH 1983). Menghindarkan diri dari pemangsa dan sedimentasi merupakan faktor yang sangat penting di dalam menentukan tingkah laku untuk melekat. Selanjutnya planula akan mengalami perubahan organ-organ tubuhnya dan menjadi individu karang yang sempurna.

Pengaruh faktor luar terhadap reproduksi

Faktor fisik, kimia dan biologis ketiganya dapat mempengaruhi proses reproduksi. Beberapa faktor luar yang mem-

pengaruhi antara lain suhu, salinitas, arus air turbulensi, kekeruhan, macam substrat tempat tumbuh, sebaran geografis, pencemaran minyak, siklus bulan dan lain-lain. Sulit untuk mengetahui salah satu faktor luar yang berpengaruh terhadap reproduksi, oleh karena sering terjadi bahwa beberapa faktor luar mempengaruhi secara simultan. Suhu sering bervariasi secara ritmis sepanjang tahun. Perubahan suhu merupakan hal yang sangat penting bagi invertebrata laut terutama yang hidup di daerah subtropik. Masing-masing jenis invertebrata mempunyai suhu kritis untuk bereproduksi terutama yang berhubungan dengan sebaran geografik. Suhu di daerah tropik secara musiman hanya bervariasi beberapa derajat sedang di subtropik perubahannya relatif besar. Pada percobaan di laboratorium pelepasan dan pelekatan planula *Pocillopora damicornis* tertinggi terjadi pada suhu 26,5°C (JOKIEL & GUIN- THER 1978). Di lapangan suhu ini hanya dicapai pada musim panas. Walaupun jenis ini melepaskan planula sepanjang tahun tetapi pelepasan planula yang tertinggi terjadi selama musim panas. *Cyphastrea ocellina* melepaskan planula sebagai tanggapan terhadap rendahnya salinitas dan naiknya suhu (EMONDSON 1929). Individu karang yang dewasa mempunyai toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan salinitas, sedang untuk pelepasan dan perkembangan planula memerlukan kisaran salinitas yang lebih sempit. Perubahan panjang siang dan malam untuk individu yang hidup di daerah tropis tidak berpengaruh banyak, karena hampir sama sepanjang tahun. Beberapa jenis invertebrata yang hidup di daerah subtropik akan mengalami perbedaan panjang siang dan malam yang cukup besar dan akan berpengaruh pada fotoreceptor serta berhubungan dengan kontrol dari dalam (GIESE & PEARSE 1974). Pelepasan planula *Pocillopora damicornis* dipacu oleh adanya radiasi sinar ultra violet. Sebaliknya, jika radiasi sinar ultra violet ditiadakan maka pelepasan planula dapat ditunda (JO-

KIEL & YORK 1982). Pencemaran minyak akan dapat menyebabkan terjadinya kematian larva yang telah dilepaskan terutama jika terjadi kontak langsung dengan zat pencemar (LOYA & RINKEVICH 1980). Beberapa jenis karang melepaskan planula atau garnet selama dibawa ke laboratorium mungkin goncangan sewaktu dibawa merupakan kondisi yang menimbulkan stres (MOORSEL 1983). Rendahnya kadar oksigen yang terlarut dalam air dapat pula menyebabkan pelepasan planula. Pemacuian secara biologik untuk mempercepat pelepasan planula dapat dilakukan dengan meletakkan sebagian kecil jaringan gonad pada polip yang berlainan jenis kelamin. Yaitu dengan meletakkan sebagian kecil jaringan gonad jantan di dalam polip betina (SZMANT—FROLICH *et al.* 1980).

DAFTAR PUSTAKA

- ATODA, K. 1953. The larva and postlarval development of the reef building coral. *Sci. Rep: Tohoku. Univ.* 4 th. Ser. (Biol). 20 (1) : 105-119.
- BOSCHMA, H. 1922. On budding and coalescence of buding *Fungia fungites* and *Fungia actiniformis*. *Proc. K. Akad. Wetensch.* 24 : 257 - 268.
- BOSCHMA, H. 1923. Experimental budding in *Fungia fungites*. *Proc. K. Akad. Wetensch.* 26 : 87 - 98.
- BOSCHMA, H. 1929. On the postlarval development of the coral *Meandra areolata* (L). *Pap. Tortugas Lab.* 26 : 129 — 147.
- EDMONDSON, C.H. 1929. Behavior of coral planulae under altered saline and thermal conditions. *Bernice P. Bishop. Mus. Occ. Pap.* 18:283-304.
- FADLALLAH, Y.H. and J.S. PEARSE 1982. Sexual reproduction in Solitary Corals : over-lapping oogenic and brooding cycles, and benthic planulas in *Balanophyllia elegans*. *Mar. Biol.* 71 : 223 - 231.
- FADLALLAH, Y.H. 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in Scleractinian coral. *Coral reefs* 2 : 129 — 150.
- GIESE, A.C. and J.S. PEARSE 1974. Introduction : General Principles : *In: Reproduction of marine invertebrates.* Giese, A.C. and J.S. Pearse (ed) Acoelomate and pseudocoelomate metazoans. Acad. Press. New York, 1 : 1 - 49.
- HARRIOTT, VJ. 1983 a. Reproductive seasonality, settlement and Post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (LINNAEUS) at Lizard Island Great Barrier Reefs *Coral reef* 2 : 151 - 157.
- HARRIOTT, VJ. 1983. b. Reproductive ecology four scleractinian species at Lizard Island. Great Barrier reef. *Coral reef* 2 (1) : 9 — 18.
- HIGHSMITH, R.C. 1982. Reproduction by fragmentation in corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 7 : 207 — 226.
- HYMAN, L.B. 1940. *The invertebrates.* Protozoa through ctenophora. Mc. Graw Hill. New York, I. 696 pp.
- JOKIEL, P.L. and E.B. GUINTEHER 1978. Effect of temperature on reproduction in the hermatypic coral *Pocillopora damicornis*. *Bull Mar. Sci.* 28 : 4 : 786 - 789.
- JOKIEL, P.L. and R.H. YORK. 1982. Solar ultraviolet photo biology of the reef coral *Pocillopora damicornis* and symbiotic zooxanthellae. *Bull Mar. Sci.* 32 : 301 -315.
- KOJIS, B.L. and NJ. QUINN 1981. Aspect of sexual reproduction and larval development in the shallow water hermaphrodite coral. *Goniastrea australensis* (EDWARDS and HAIME). *Bull. Mar. Sci.* 31 (3) : 558-573.
- KRUPP, D.A. 1983. Sexual reproduction and early development of the solitary coral *Fungia scutaria* (Anthozoa: Scleractinia). *Coral reefs* 2 (3) : 159 - 164.

- LOYA, Y. and B. RINKEVICH. 1980. Effect of oil pollution on coral reef communities. *Sci. Rep. Great Barrier Reef Exped 1928 - 1929.3* : 219 - 245.
- MOORSEL, G.W.M.N. VAN. 1983. Reproductive strategies in two closely related stony corals (*Agraricia*, Scleractinia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13 : 273 - 283.
- RICHMOND, R. 1981. Energetic considerations in the dispersal of *Pocillopora damicornis* (LINNAEUS) planulae. Proc. 4 th. inf. *Coral reef symp.* 2 : 153 - 156.
- RICHMOND, R.H. and P.L. JOKIEL 1984. Lunar periodicity in larva release in the reef coral *Pocillopora damicornis* at Enewetak and Hawaii. *Bull Mar. Sci.* 34 (2): 280-287.
- RINKEVICH, B. and LOYA. Y. 1979. The reproduction of the Red Sea coral *Stylophora pistillata* I. Gonads and planulae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1 : 133 - 144.
- STIMSON, J.S. 1978. Mode and timing of reproduction in some common hermatypic corals of Hawaii and Eniwetak. *Mar. Biol.* 48: 173- 184.
- SZMANT-FROELICH, A; P. VEVICH and M.E.Q. PILSON 1980. Gametogenesis and early development of the temperate coral *Astrangia danae* (Anthozoa : Scleractinia). *Biol. Bull.* 158 : 257 - 269.
- TOKIOKA, T. 1968. Preliminary observations made by Mr. S. HAMAHIRA on the growth of a giant colony of the madreporarian coral *Pavona frondifera* LAMARCK. Found in a core on the south western coast of Sikoku Island. *Seto. Mar. Biol. Lab.* 16 (1) : 55 - 59.
- TRANTER, P.R.G., D.N. NICHOLSON and D. KENCHINGTON 1982. A description of spawning and post-gastrula development of the cool temperate coral, *Caryophyllia smithi*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 62 : 845 - 854.
- VANDERMEULEN, J.H. 1974. Studies on reef coral II. fine structure of planktonic planula larva of *Pocillopora damicornis*, with emphasis on the Aboral epidermis. *Mar. Biol.* 31 :69-77.
- WELLS, J.W. 1956. Scleractinia. In R.C. MOORE (ed) *Treatise of Invertebrate Paleontology: (F) Coelenterata* : 328 - 444.
- WIJSMAN-BEST, M. 1977 Intra and Extratentacular budding in hermatypic. *Coral reef symp.* Miami: 471 - 474.
- YONGE, CM. 1940. The biology of reef building corals. Great Barrier Reef Expedition (1928 - 1929). *Sci Ep.* 1 : 353-391.