

Kerapatan dan Kelulushidupan pada Rekrutmen Karang *Pocillopora damicornis*

Munasik^{1*}, Suharsono², J. Situmorang³, Kamiso H.N.⁴

¹Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl. Pasir Putih I/1 Ancol Timur, Jakarta, Indonesia 14430

³Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada,

Jl. Teknika Selatan, Sekip Utara, Yogyakarta, Indonesia 55281

⁴Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta, Indonesia 55281

Email: munasik@undip.ac.id

Abstrak

Studi rekrutmen karang *Pocillopora damicornis* telah dilakukan dengan mengamati kerapatan juvenil pada substrat penempelan di dataran terumbu Pulau Panjang, Jepara, Jawa Tengah. Hasil menunjukkan bahwa rekrutmen terjadi sepanjang tahun dan tertinggi pada periode Agustus-Oktober. Laju rekrutmen karang di belakang terumbu (back reef) pada sisi bawah angin (selatan) lebih tinggi daripada di sisi atas angin (utara) Pulau Panjang, tampaknya hal ini berkorelasi dengan kerapatan populasi karang dewasanya. Kerapatan juvenil karang tertinggi pada substrat batu alam terjadi pada sisi bawah permukaan substrat, akan tetapi pertumbuhan juvenil karang tertinggi ditemukan di sisi atas permukaan substrat. Hal ini mengindikasikan bahwa kerapatan juvenil karang berhubungan dengan kelulusan hidup juvenil karang. Semakin tinggi kerapatan juvenil karang *P. damicornis* maka semakin rendah kelulusan hidup juvenil karang karena terjadinya peningkatan persaingan sesama juvenil karang dan akibat kekurangan cahaya.

Kata kunci: rekrutmen, kerapatan, kelulushidupan, karang *Pocillopora damicornis*

Abstract

*Density and Survivorship on the Recruitment of the brooding coral *Pocillopora damicornis**

Recruitment of the brooding coral *Pocillopora damicornis* was studied by observing the juvenile density on the settlement plate substrate in reef flat of Panjang Island, Jepara, Central Java. The results show that recruitment occurs throughout the year and the highest in the period from August to October. The rate of recruitment of coral reefs in back reef on the leeward (south) is higher than on the windward (north) of the island, it seems to be correlated with population density of adult corals. The highest density of juvenile corals on natural substrata occurs on the lower side surface of the substrate, but the highest growth of juvenile are found on the upper side surface of the substrate. This indicates that the density of juvenile corals associated with the survival of juvenile corals. The higher density of juvenile corals *P. damicornis*, the lower the survival of juvenile corals due to an increase in competition among juvenile corals and due to lack of light.

Keywords: recruitment, density, survivorship, coral *Pocillopora damicornis*

Pendahuluan

Kondisi terumbu karang dunia dilaporkan telah mengalami penurunan secara signifikan baik diakibatkan oleh dampak kegiatan manusia maupun perubahan iklim global (Westmascott, 2000; Burke et al., 2002; Suharsono, 2004). Pemulihan ekosistem terumbu karang secara alami dapat terjadi apabila proses rekrutmen dapat berjalan

dengan baik. Keberhasilan rekrutmen karang di lingkungan terumbu karang ditentukan oleh tersedianya larva karang, substrat keras untuk penempelan larva dan kondisi perairan yang mendukung penempelan larva karang (Harrison dan Wallace, 1990). Rekrutmen karang merupakan keberhasilan penempelan larva karang hingga terjadi proses deposisi sampai terbentuk skeleton pada permukaan substrat dan bertahan hingga jangka waktu tertentu. Rekrutmen karang bervariasi

secara musiman (Wallace, 1985), sedangkan menurut Dunstan dan Johnson (1998) rekrutmen tidak hanya bersifat musiman tetapi juga memiliki kepadatan juvenil bervariasi antar lokasi (*spatial*).

Juvenil karang menyukai substrat penempelan pada permukaan vertikal (Tomascik, 1991) terutama pada permukaan bawah substrat penempelan yang dipasang menggantung (Harriott dan Fisk, 1987). Rekrutmen juga dipengaruhi oleh jenis dan tekstur substrat penempelan dan kondisi perairan misalnya tengah mengalami eutrofikasi dan sedimentasi (Harriot, 1983; Babcock dan Mundy, 1996). Larva karang *P. damicornis* dilaporkan memiliki preferensi terhadap substrat penempelan (Lee et al., 2009).

Karang *P. damicornis* umumnya hidup di perairan dangkal dan di Indonesia karang tersebut banyak tumbuh di sekeliling pulau-pulau kecil, termasuk di P. Panjang, Jawa Tengah (Munasik et al., 2012). Pulau-pulau kecil tersebut biasanya memiliki dua sisi berlawanan akibat perbedaan hembusan angin musiman, yaitu sisi atas angin dan sisi bawah angin. Sisi atas angin adalah sisi pulau yang berhadapan dengan arah datangnya angin dan biasanya bergelombang, sementara sisi bawah angin adalah sisi pulau di bawah arah datangnya angin yang lebih terlindung.

Sisi-sisi pulau tersebut juga terbentuk di Pulau Panjang, yaitu sisi utara sebagai sisi atas angin sementara sisi selatan merupakan sisi bawah angin. Perbedaan kondisi lingkungan tersebut telah mempengaruhi produksi larva karang *P. damicornis* (Munasik et al., 2008), dan diduga hal ini akan mempengaruhi rekrutmennya.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab apakah perbedaan produksi larva yang berakibat terhadap kerapatan, memperengaruhi rekrutmen karang? Apakah laju rekrutmen dipengaruhi oleh orientasi larva terhadap substrat? Apakah tinggi laju rekrutmen juga mempengaruhi keberhasilan rekrutmen karang?

Materi dan Metode

Percobaan lapang faktorial di perairan P. Panjang dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL). Dua percobaan dilakukan untuk memberikan perbandingan hasil penempelan dari substrat keras yang berbahan dari batu alam dan semen. Bahan semen dipilih karena berdasarkan bahan pembuat terumbu buatan (*artificial reef*) yang digunakan selama ini. Substrat berbahan batu alam baik untuk rekrutmen karang (Wallace, 1985), sehingga bahan tersebut digunakan sebagai pembanding pada

penelitian ini. Sebanyak 4 faktor dikenakan pada percobaan berbahan substrat batu alam, yaitu lokasi, letak, posisi dan sisi permukaan substrat penempelan dengan 5 ulangan. Sementara pada percobaan dengan substrat menggunakan bahan berupa semen menggunakan 3 faktor, yaitu lokasi, letak dan sisi permukaan substrat penempelan dengan 5 ulangan. Substrat berbahan batu alam berupa lempengan batu alam (*limestone*) sementara substrat berbahan semen yaitu blok roster (terbuat dari campuran semen dan pasir). Roster dibuat dari campuran pasir dan semen (5:1) dengan bentuk persegi (30x30x7,5 cm³) yang biasa digunakan sebagai ventilasi rumah. Setiap unit substrat roster memiliki sisi-sisi vertikal, diagonal dan horisontal. Batu alam yang digunakan banyak dikenal sebagai batu Palimanan (15x15x1,5 cm³), ditempatkan menggantung secara berpasangan pada instalasi penyangga setinggi 30 cm dari dasar perairan, sementara lempengan batu alam lainnya disebar di dasar perairan sekitar substrat penempelan yang menggantung.

Substrat penempelan batu alam diletakkan di kolom dan dasar perairan P. Panjang pada lokasi berbeda (selatan dan utara), letak (*back reef dan fore reef*). Sementara substrat penempelan berbahan semen (roster) diletakkan hanya di dasar perairan. Percobaan dengan menggunakan substrat semen dilakukan dengan menempatkan sebanyak 30 unit roster, sementara pada substrat batu alam dengan menempatkan 40 unit lempengan batu alam di perairan P. Panjang. Sebanyak 10 unit roster diletakkan di dasar perairan bagian belakang terumbu (*back reef*) dan 5 unit roster diletakkan di depan terumbu (*fore reef*) masing-masing di sisi selatan dan utara pulau. Sebanyak 5 pasang lempeng batu alam berpenyangga (menggantung) di kolom perairan dan 10 batu alam diletakkan di dasar pada zona terumbu yang sama baik di selatan maupun di utara P. Panjang.

Pengamatan kelimpahan juvenil di lapangan dilakukan pada kisaran waktu 2 minggu hingga 1 bulan. Setelah lama waktu 6 bulan, semua substrat keras dibawa ke laboratorium, kemudian substrat diputihkan (*bleach*) dengan merendam ke dalam larutan *chlorine* selama 12 jam lalu ditiriskan. Pemeriksaan jenis juvenil pada substrat yang telah diputihkan dengan mengidentifikasi skeleton juvenil karang hingga tingkatan famili mengikuti Baird dan Babcock (2000).

Hasil dan Pembahasan

Rekrutmen karang di perairan P. Panjang dapat diketahui dari juvenil karang yang menempel setelah substrat berumur lebih dari 2 bulan (Gambar

1). Hasil pengamatan kondisi substrat selama enam bulan dibagi ke dalam tiga periode keadaan permukaan substrat. Periode awal, permukaan substrat tertutupi sedimen dan permukaan yang masih terbuka tersebut ditumbuhi pula oleh algae filamen, sementara pada permukaan bawah substrat beberapa telah ditemeli teritip. Selanjutnya pada bulan kedua, algae koralin dan hewan spon tumbuh diatas permukaan substrat. Periode kedua kondisi substrat ditandai oleh mulai adanya juvenil karang Pocilloporidae, berukuran sekitar 2 mm diantara komunitas algae filamen setelah bulan kedua. Jumlah juvenil karang tersebut semakin meningkat setelah bulan ketiga dengan ukuran bervariasi, 2-14 mm. Periode ketiga dicirikan pertumbuhan juvenil mulai mengarah vertikal seperti membentuk cabang setelah bulan keempat.

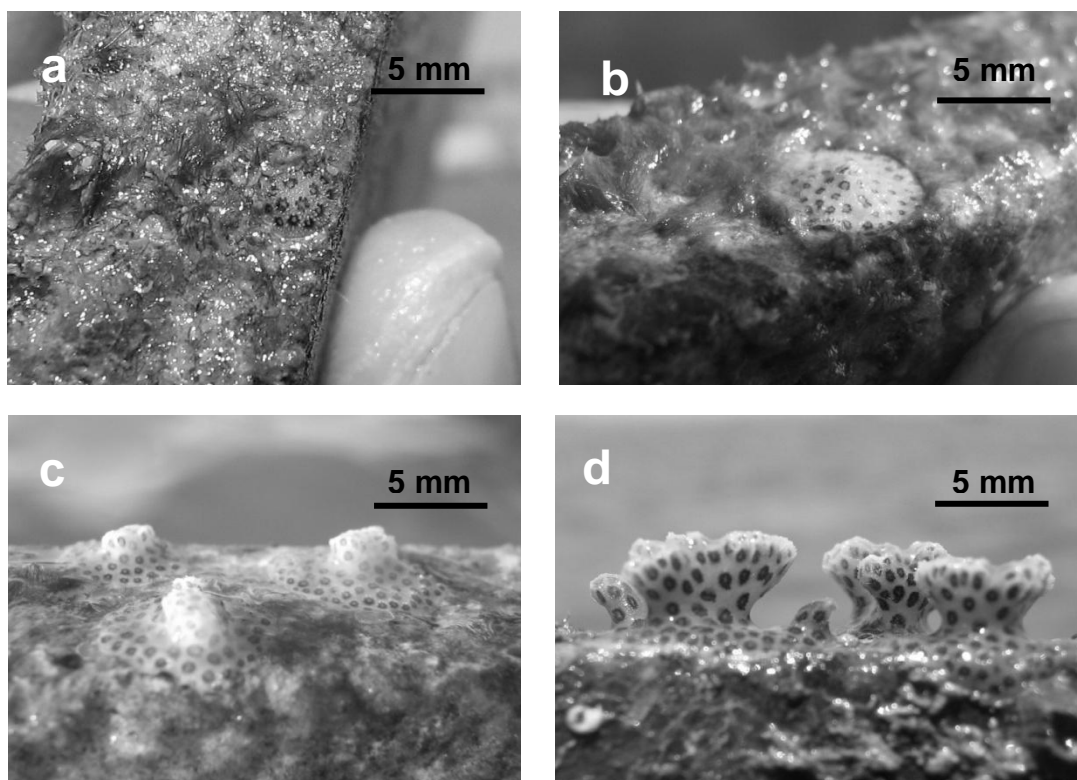
Kondisi permukaan substrat yang terendam dalam air diawali dengan pelapisan oleh biofilm, yaitu lapisan yang tersusun atas koloni bakteri, diatom, algae dan organisme lainnya (Harrigan, 1972; Chia dan Bickell, 1978; Benayahu dan Loya, 1984). Akumulasi biofilm tersebut membentuk lapisan lendir yang akan merangsang larva karang untuk menempel melalui kontak secara fisik dan kimiawi (Harrison dan Wallace, 1990).

Karakteristik rekrutmen karang di P. Panjang adalah ditemukannya juvenil karang keras diantara komunitas algae filamen. Pola rekrutmen demikian menyerupai rekrutmen karang *P. damicornis* di Australia dan Hawaii (Harrigan, 1972; Harriot, 1983).

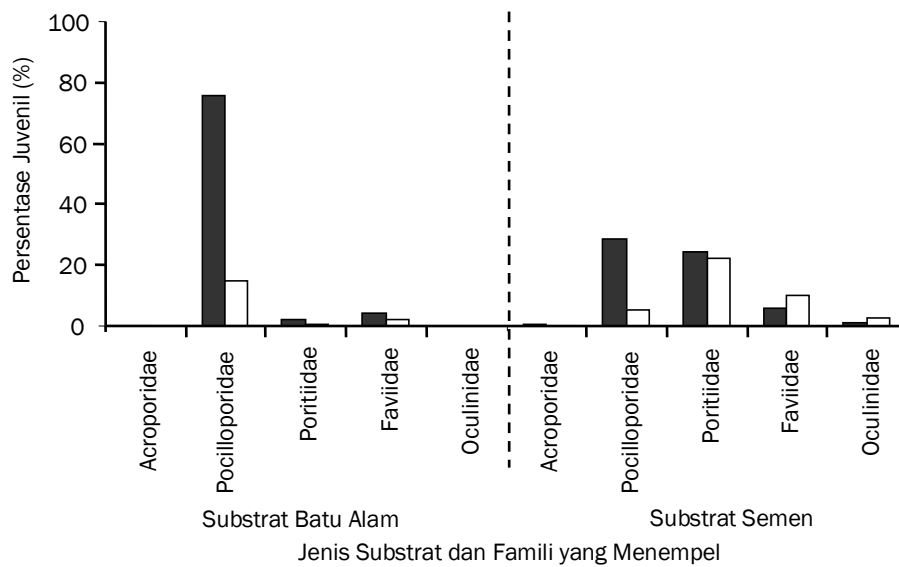
Komposisi jenis juvenil karang

Juvenil karang yang ditemukan selama enam bulan pengamatan rekrutmen di P. Panjang selain Famili Pocilloporidae, ialah Poritiidae, Faviidae, Oculinidae dan Acroporidae. Famili Pocilloporidae adalah jenis juvenil yang banyak menempel pada substrat, yaitu sebesar 76% pada substrat batu alam (Gambar 2). Hasil ini menunjukkan bahwa substrat batu alam yang mengandung kapur lebih disukai juvenil Pocilloporidae. Perbedaan komposisi karang yang menempel pada substrat yang berbeda ini juga terjadi di *Great Barrier Reef*-Australia (Wallace dan Bull, 1981; Harriott dan Fisk, 1987).

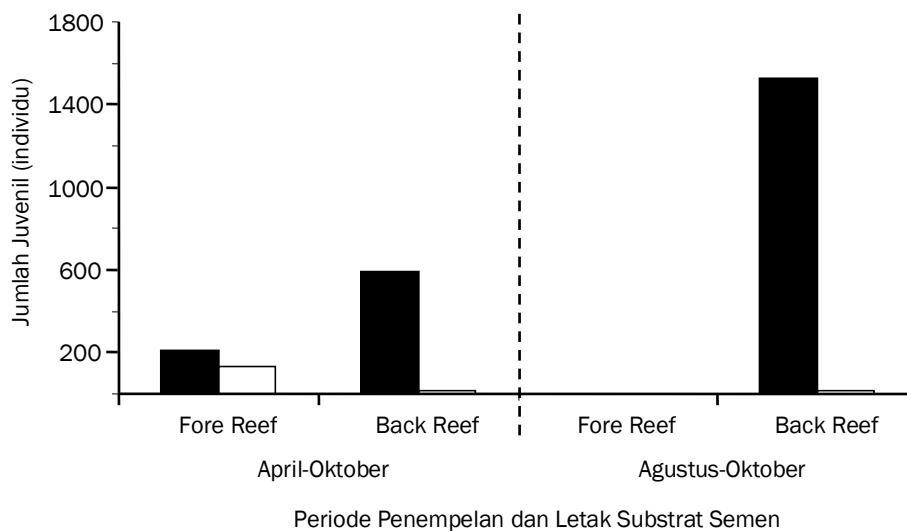
Tingginya persentase juvenil karang Pocilloporidae yang menempel pada substrat diduga berhubungan dengan intensitas reproduksi karang *P. damicornis* yang tinggi, yaitu terjadi setiap bulan. Sementara anggota Famili Pocilloporidae lainnya,



Gambar 1. Hasil pemantauan rekrutmen dan pertumbuhan juvenil karang *P. damicornis* sejak pemasangan substrat penempelan di P. Panjang 18 April 2006. (a) Kondisi bulan ketiga; (b, c) bulan keempat; dan (d) bulan kelima.



Gambar 2. Persentase kemunculan juvenil karang di P. Panjang pada permukaan substrat batu alam dan substrat semen .
□ = Utara, ■ = Selatan

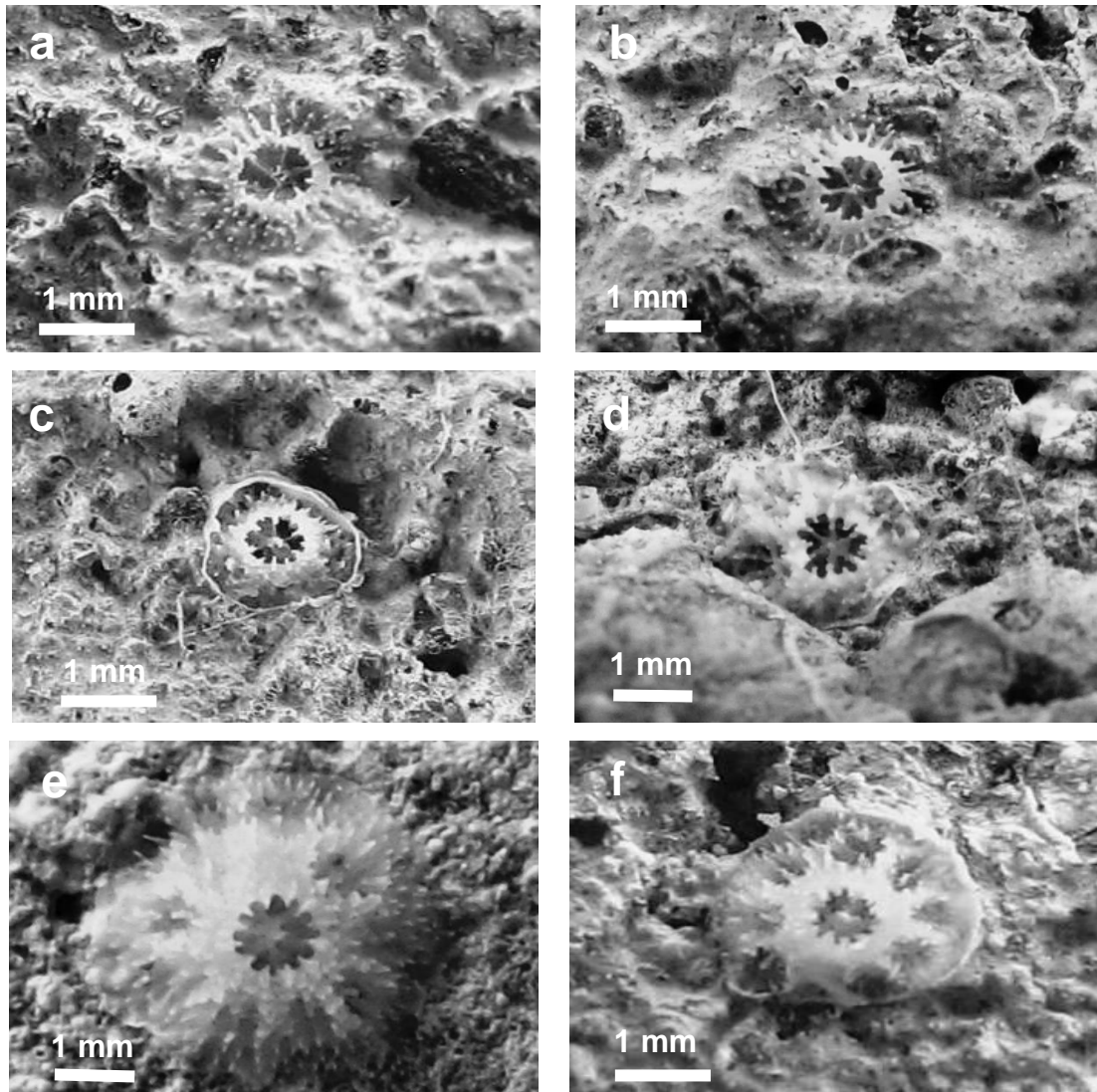


Gambar 3. Jumlah juvenil yang menempel pada substrat semen di P. Panjang, periode penempelan April-Oktober dan Agustus-Oktober 2006. □ = Utara, ■ = Selatan

yaitu *Stylophora pistillata* memiliki masa reproduksi secara musiman dan singkat (Widjatmoko et al., 1997).

Hasil pengamatan rekrutmen periode Agustus-Oktober 2006 juga menunjukkan peningkatan kelimpahan juvenil Pocilloporidae, hasil pelepasan larva pada puncak planulasi pada bulan Agustus (Munasik et al., 2008; Gambar 3.). Berdasarkan pembahasan tersebut membuktikan bahwa juvenil karang Pocilloporidae yang menempel adalah juvenil *P. damicornis*.

Hasil pengamatan terhadap ciri perkembangan juvenil karang juga mendukung bahwa juvenil Pocilloporidae di P. Panjang sesuai dengan ciri-ciri perkembangan juvenil Pocillopora (Baird dan Babcock, 2000). Perkembangan juvenil pada minggu pertama diawali dengan terbentuknya deretan 24 *basal ridge* melingkar dan mulai berkembang mengarah ke pusat koralit (Gambar 4.). Bagian dalam tumbuh ke atas membentuk lingkaran dan terjadi pelebaran pada pusat *basal disc* untuk membentuk kolumela dan lingkaran membentuk dinding koralit.



Gambar 4. Perkembangan juvenil *P. damicornis* yang menempel pada substrat semen di dasar perairan P. Panjang. (a). juvenil umur 1 hari, (b dan c) juvenil umur 2 hari, (d) juvenil umur 3-4 hari, (e dan f) juvenil berumur setelah 2 bulan

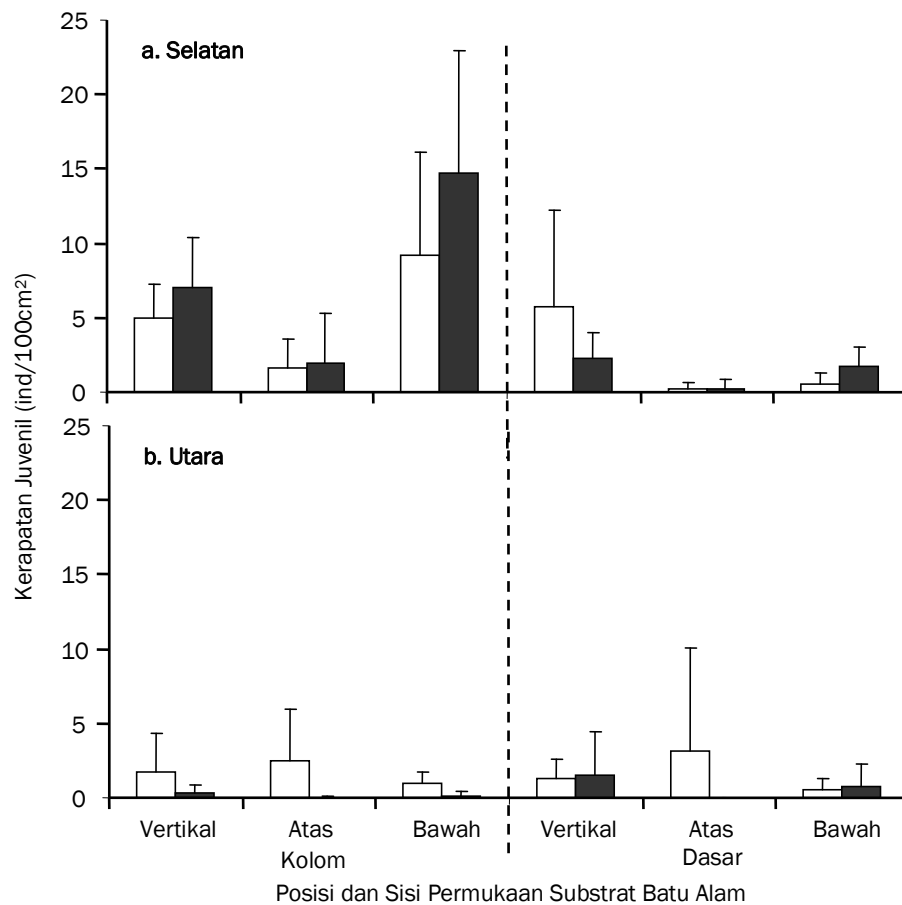
Kerapatan juvenil karang

Kerapatan juvenil karang *P. damicornis* yang menempel pada substrat di P. Panjang berkisar antara 0,065 dan 23,78 juvenil/100cm². Kerapatan juvenil karang pada substrat batu alam berbeda nyata menurut lokasi dan posisi substrat penempelan, sementara kerapatan juvenil pada substrat semen berbeda menurut lokasi dan sisi permukaan substrat ($P < 0,01$).

Kerapatan juvenil karang di sisi selatan lebih tinggi dibanding sisi utara. Pada substrat batu alam, kerapatan juvenil karang lebih tinggi terjadi pada permukaan bawah substrat (Gambar 5). Sementara kerapatan juvenil karang lebih tinggi juga terjadi pada sisi permukaan vertikal substrat semen yang terletak di *back reef* (Gambar 6).

Perbedaan laju rekrutmen karang antara sisi selatan dan utara pulau memperlihatkan bahwa larva karang *P. damicornis* umumnya menempel di sisi bawah-angin (*leeward*) sebagaimana yang terjadi Upolu Reef, GBR-Australia (Harriott dan Fisk, 1989).

Perbedaan laju rekrutmen tersebut diakibatkan oleh perbedaan produksi larva dan orientasi penempelan larva. Produksi larva di sisi selatan lebih tinggi dibanding utara, sementara larva dari koloni selatan mempunyai frekuensi sentuhan (*attachment*) lebih tinggi dibanding larva dari utara. Pola arus perairan diduga juga mendukung tingginya laju rekrutmen, yaitu terbentuknya arus pusaran *eddies* di sisi bawah-angin (*leeward*) pada saat arus pasang. Hal ini sesuai dengan pendapat Hammer dan Hauri (1981) bahwa arus pusaran di sisi *leeward* telah mempengaruhi sebaran larva.



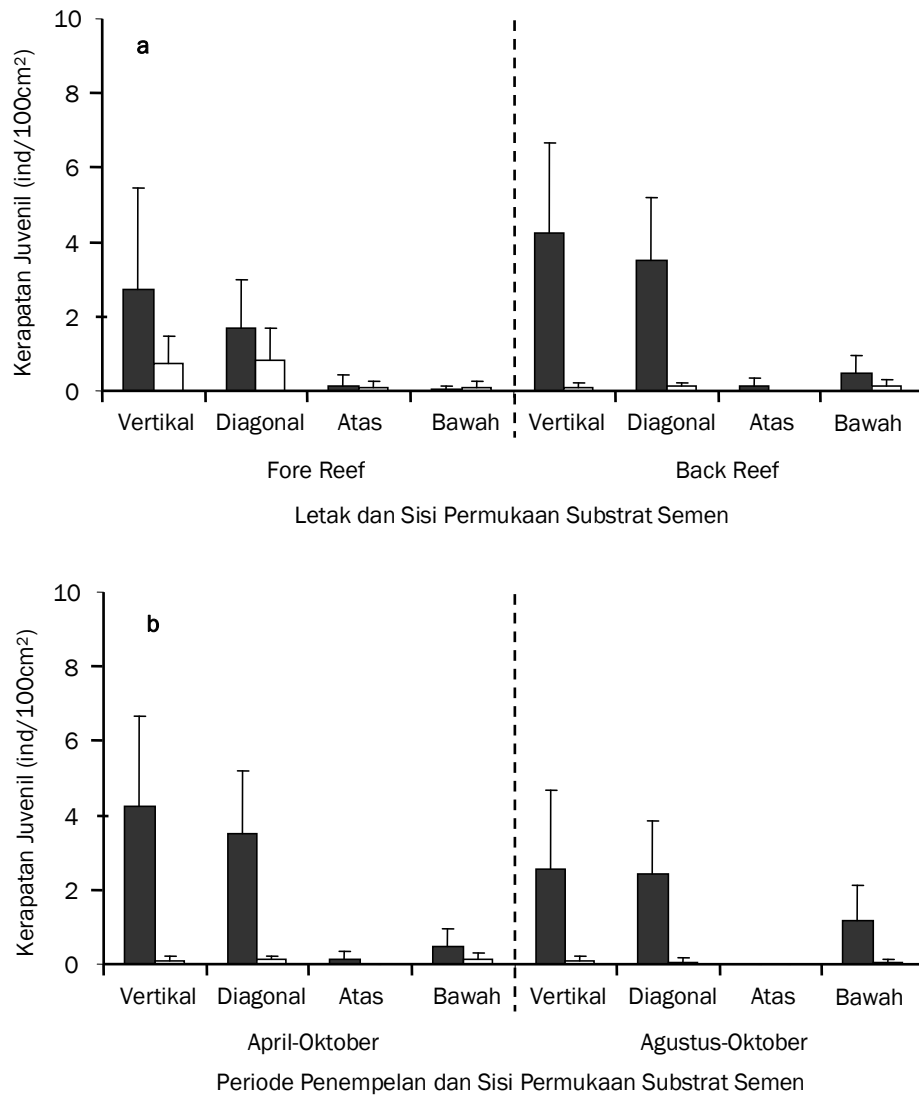
Gambar 5. Kerapatan juvenil karang *P. damicornis* di P. Panjang pada berbagai sisi permukaan dan posisi pada substrat batu alam. □ = Fore Reef, ■ = Back Reef

Orientasi juvenil terhadap permukaan substrat sesuai dengan orientasi penempelan larva terhadap substrat. Juvenil banyak ditemukan pada sisi vertikal pada substrat semen sesuai dengan permukaan bawah pada substrat batu alam. Perubahan orientasi penempelan larva *P. damicornis* di sisi bawah permukaan substrat terjadi di perairan dangkal yang keruh kemungkinan untuk menghindari endapan yang mematikan juvenil karang. Kondisi kekeruhan perairan P. Panjang termasuk dalam kategori tinggi (Te, 1992), yaitu 22,7–67,3 mg.L⁻¹. Kecenderungan banyaknya juvenil karang *P. damicornis* di permukaan bawah substrat merupakan orientasi penempelan yang umum pada larva karang sebagaimana hasil penelitian Wallace (1985) bahwa rekrutmen tertinggi di daerah terumbu dangkal terjadi pada sisi permukaan bawah lempengan substrat.

Pertumbuhan dan kelulusan hidup juvenil karang

Ukuran juvenil karang *P. damicornis* yang menempel pada substrat di P. Panjang berkisar dari

orientasi penempelan larva. Namun karena kondisi perairan yang tidak memungkinkan larva juga dapat beradaptasi dalam orientasi penempelannya. Hal ini ditunjukkan oleh banyaknya jumlah juvenil di 1 mm hingga 30,6 mm. Pertumbuhan juvenil pada substrat batu alam cenderung lebih tinggi dibanding substrat semen, dan sisi selatan cenderung lebih rendah dibanding utara (Gambar 7). Hasil ini menunjukkan bahwa tingginya kerapatan juvenil tidak selalu mencerminkan tingginya pertumbuhan juvenil karang. Pertumbuhan juvenil karang tertinggi baik di selatan maupun di utara terjadi pada permukaan vertikal di kolom perairan, sementara pada substrat semen terjadi pada permukaan diagonal (Gambar 8 dan Gambar 9). Hal ini kemungkinan berkaitan dengan kebutuhan cahaya untuk fotosintesis algae *symbiont zooxanthellae* yang berpengaruh terhadap pertumbuhan juvenil karang. Juvenil yang tumbuh di permukaan vertikal mempunyai kesempatan untuk mendapatkan cahaya lebih besar daripada permukaan lainnya. Temuan ini sebagaimana hasil eksperimen penempelan karang *P. damicornis* di Okinawa (Sato,



Gambar 6. Kerapatan juvenil karang *P. damicornis* di P. Panjang pada berbagai sisi permukaan substrat semen (a. Letak substrat; b. Periode penempelan). Keterangan : □ = Utara, ■ = Selatan

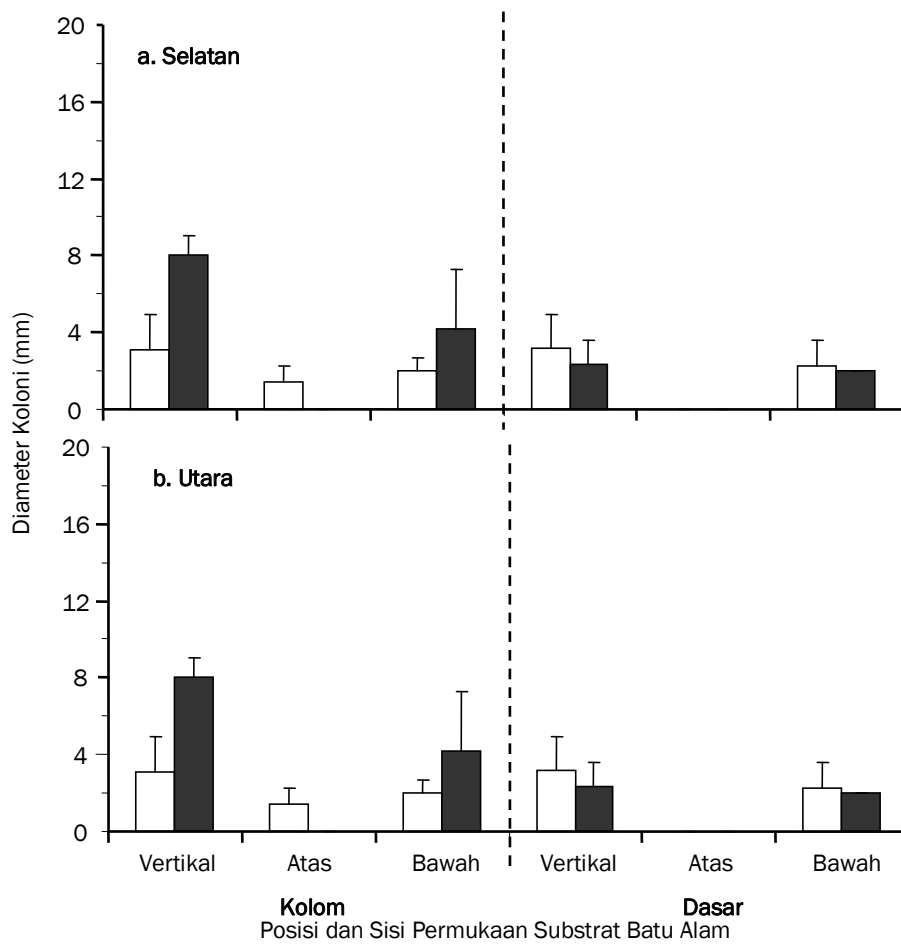
1985) serta penempelan *Oxypora* dan *Platygyra* di P. Magnetic (Babcock dan Mundy, 1996).

Kematian juvenil karang *P. damicornis* tergolong tinggi dan cenderung bervariasi antar lokasi dan antar-periode penempelan. Hasil analisis laju mortalitas dari sebaran frekuensi ukuran juvenil karang menunjukkan kurva eksponensial yang menurun terhadap waktu. Laju mortalitas juvenil berkisar dari 44 hingga 75% selama 6 bulan, dimana juvenil pada substrat di selatan lebih tinggi dibanding di utara.

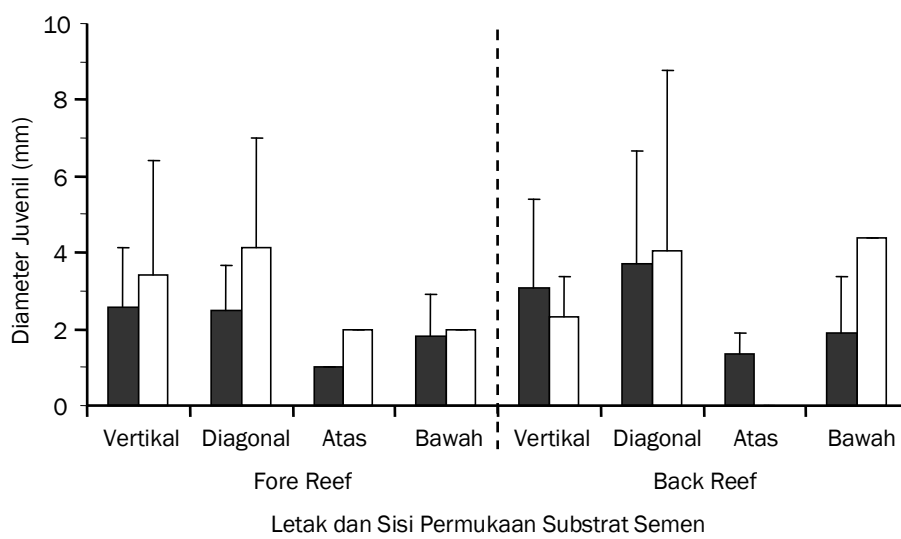
Hasil analisis kelulusan hidup juvenil menunjukkan kebalikannya, dimana kelulusan hidup juvenil di selatan lebih rendah dibanding utara baik pada periode penempelan April-Oktober maupun Agustus-Oktober (Gambar 10.). Hal ini menunjukkan tingginya kematian juvenil terjadi pada awal

rekrutmen. Hasil lain tingginya kelulushidupan juvenil di sisi utara sesuai dengan kelulushidupan larva pasca pelepasan larva.

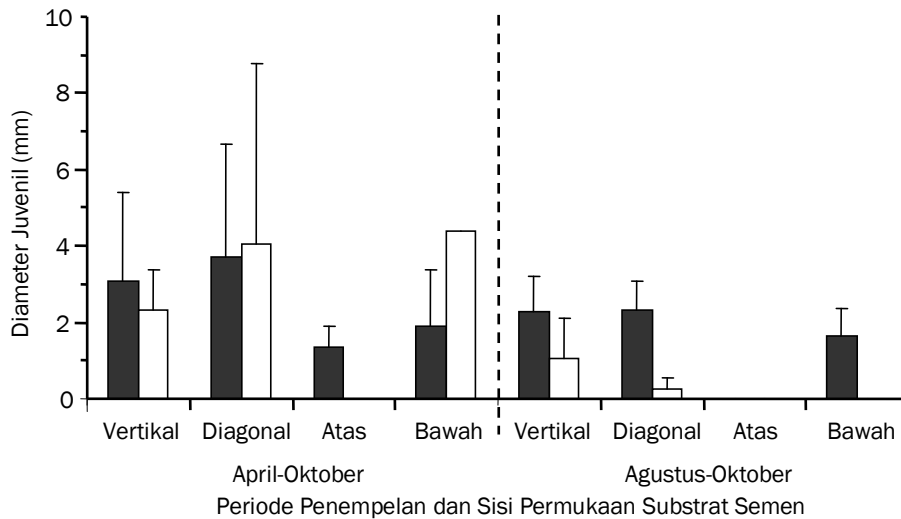
Kelulusan hidup juvenil karang berhubungan dengan kerapatan juvenil. Semakin menurun kerapatan juvenil karang *P. damicornis* maka semakin meningkat kelulusan hidup juvenil (Gambar 11). Menurunnya kelulusan hidup juvenil kemungkinan akibat meningkatnya persaingan sesama organisme penempel. Kecenderungan ini merupakan konfirmasi hasil sebelumnya pada rekrutmen *Platygyra* dan *Oxypora* oleh Babcock dan Mundy (1996) yang menyatakan tidak terjadi korelasi antara jumlah juvenil karang dan kelulusan hidupnya. Hasil ini mengindikasikan bahwa strategi kehidupan *P. damicornis* di P. Panjang dengan cara memperbanyak larva yang menempel karena tingginya kematian saat juvenil.



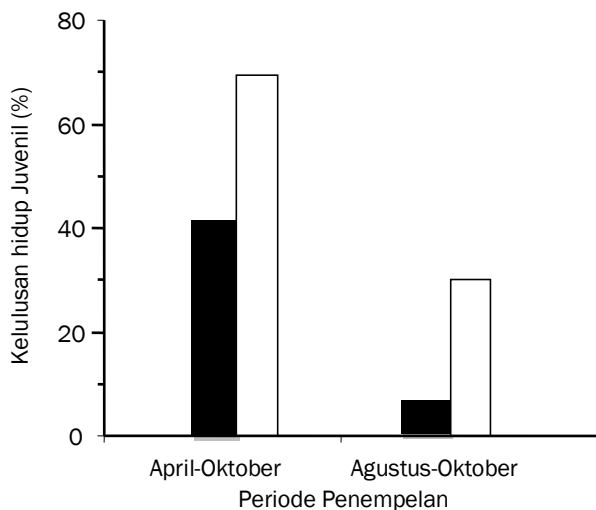
Gambar 7. Ukuran juvenil karang *P. damicornis* di P. Panjang yang menempel pada berbagai sisi permukaan pada substrat batu alam. □ = Fore Reef, ■ = Back Reef



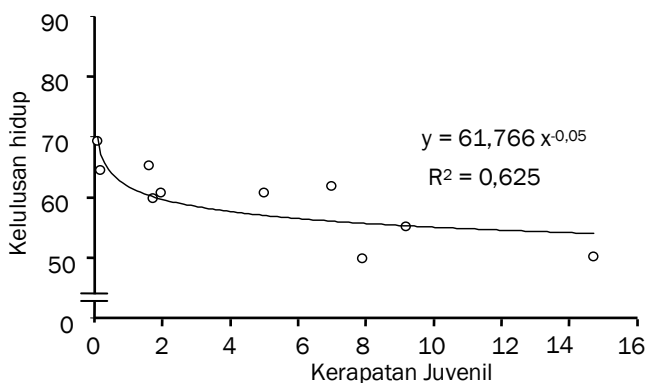
Gambar 8. Ukuran juvenil karang *P. damicornis* berdasarkan letak substrat di P. Panjang pada berbagai sisi permukaan. □ = Utara, ■ = Selatan



Gambar 9. Ukuran juvenil karang *P. damicornis* berdasarkan periode penempelan di P. Panjang pada berbagai sisi permukaan substrat semen. □ = Utara, ■ = Selatan



Gambar 10. Kelulusan hidup karang *P. damicornis* di P. Panjang antar-lokasi pada periode penempelan yang berbeda. □ = Utara, ■ = Selatan



Gambar 11. Hubungan kerapatan juvenil (ind.100 cm⁻²) dengan kelulusan hidup juvenil karang *P. damicornis* yang menempel pada substrat penempelan di Pulau Panjang

Mengacu pada pendapat Pianka (1970) maka karakteristik kehidupan karang *P. damicornis* disimpulkan cenderung terseleksi-r. Hal ini dapat dilihat dari ciri-ciri populasi, yaitu mampu berkolonisasi di lingkungan yang keras, koloni berukuran kecil, memiliki fekunditas yang tinggi tetapi juga kematian juvenil yang tinggi, matang secara dini ($\varnothing=6$ cm), dan berkembang cepat.

Kesimpulan

Hasil menunjukkan bahwa rekrutmen di P. Panjang terjadi sepanjang tahun dan tertinggi pada periode Agustus-Oktober. Laju rekrutmen karang *P. damicornis* yang ditunjukkan oleh kerapatan juvenil karang tertinggi terjadi pada substrat batu alam yang terdapat di belakang terumbu (*back reef*) di sisi bawah angin (selatan) P. Panjang. Kerapatan juvenil karang tertinggi pada substrat batu alam terjadi pada sisi bawah permukaan substrat, akan tetapi pertumbuhan juvenil karang tertinggi ditemukan di sisi vertikal permukaan substrat. Ukuran juvenil karang *P. damicornis* yang menempel pada substrat di P. Panjang berkisar dari 1 mm hingga 30,6 mm dan pertumbuhan juvenil di sisi atas angin (utara) lebih tinggi daripada di sisi selatan P. Panjang. Laju mortalitas juvenil karang berkisar dari 44 hingga 75%, dan laju mortalitas juvenil di sisi selatan lebih tinggi dibanding di sisi utara P. Panjang. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kematian juvenil terjadi pada awal rekrutmen. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kerapatan juvenil karang berhubungan terbalik dengan kelulusan hidup juvenil karang, karena terjadinya peningkatan persaingan ruang sesama juvenil karang dan akibat kekurangan cahaya.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Kementerian Riset dan Teknologi RI serta SEAMEO SEARCA Tahun 2006. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Hafiz dan Lely Anggraeni yang telah membantu penelitian ini di lapangan.

Daftar Pustaka

- Babcock, R. & C. Mundy. 1996. Coral recruitment: Consequences of settlement choice for early growth and survivorship in two scleractinians. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 206:179-201. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981\(96\)02622-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-0981(96)02622-6)
- Baird, A.H. & R.C. Babcock. 2000. Morphological differences among three species of newly settled Pocilloporid coral recruits. *Coral Reefs*. 19:179-183. doi: 10.1007/PL00006955
- Benayahu, Y. & Y. Loya. 1984. Substratum preferences and planulae settling of two Red Sea alcyonaceans: *Xenia macropiculata* Gohar and *Parerythropodium fulfum fulfum* (Forsk.) *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 83: 249-261.
- Burke, L., E. Selig, & M. Spalding. 2002. Reef at risk in Southeast Asia. World Resources Institute. Washington DC. 40p.
- Chia, F.-S. & L.R. Bickell. 1978. Mechanism of larval attachment and the induction of settlement and metamorphosis in coelenterates: a review. *In*. F.-S. Chia and M.E. Rice (Eds). *Settlement and Metamorphosis of Marine Invertebrate Larvae*. Elsevier, New York, pp. 1-12.
- Dunstan, P.K. & C.R. Johnson. 1998. Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales on Heron Reef, Southern Great Barrier Reef. *Coral Reefs*. 17:71-81. doi: 10.1007/s003380050098
- Hammer, W.M. & I.R. Hauri. 1981. Effect of island mass: water flow and plankton pattern around a reef in the Great Barrier Reef lagoon. *Limnol. Oceanogr.*, 26:1084-1102. doi: 10.4319/lo.1981.26.6.1084
- Harrigan, J.F. 1972. The planula larva of *Pocillopora damicornis*: lunar periodicity of swarming and substratum selection behaviour. Ph.D Thesis. University of Hawaii, Honolulu.
- Harriott, V.J. 1983. Reproductive seasonality, settlement, and post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus), at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 2:151-157. doi: 10.1007/BF00336721
- Harriott, V.J. & D.A. Fisk. 1987. A comparison of settlement plate type for experiments on the recruitment of Scleractinian corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 37: 201-208.
- Harriott, V.J. & D.A. Fisk. 1989. The natural recruitment and recovery process of corals at Green Island. Great Barrier Reef Marine Park Authority Technical Memorandum GBRMPA-TM-15, Townsville.
- Harrison, P.L. & C.C. Wallace. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian coral. *In* Z. Dubinsky (ed): *Ecosystem of the world Vol 25, Coral reefs*, pp. 133-207. Elsevier, Amsterdam.
- Munasik, Suharsono, J. Situmorang, Kamiso H.N. 2008. Timing of Larval Release by Reef Coral *Pocillopora damicornis* at Panjang Island, Central Java. *Mar. Res. Indonesia*. 33(1):33-39.
- Munasik, Ambariyanto, A. Sabdon, Diah Permata W, O.K. Radjasa & R. Pribadi. 2012. Sebaran Spasial Karang Keras (Scleractinia) di Pulau Panjang, Jawa Tengah. *Bul. Oseanog. Mar.* 1:16-24
- Pianka, E.R. 1970. On "r" and "K" selection. *Am. Nat.* 104:592-597.
- Suharsono. 2004. Status and management of coral reefs in Indonesia. *10th International Coral Reef Symposium*. Abstract. Okinawa-Japan, June 28-July 2, 2004.
- Te, F.T. 1992. Response to higher sediment loads. *Coral Reefs*, 11:131-134. doi: 10.1007/BF00255466
- Wallace, C.C. 1985. Seasonal peaks and annual fluctuations in recruitment of juvenile Scleractinian corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 21:289-298.
- Wallace, C.C. & G.D. Bull. 1982. Patterns of juvenile coral recruitment on a reef front sites. *Proc. 5th Int. Coral Reef Congr.*, Tahiti 4: 345-350.
- Widjatmoko, W., A.B. Susanto & Munasik. 1997. Studi reproduksi karang *Pocillopora damicornis* dan *Stylophora pistillata* di Pulau Panjang, Jepara. Laporan Penelitian, Jurusan Ilmu Kelautan FPIK UNDIP, Semarang.