

Pertumbuhan Karang Transplan Genus *Favia* dan *Favites* Berdasarkan Jumlah Polip

Diah Permata Wijayanti*, Elis Indrayanti, Wandu Febrian Asri, Ambariyanto

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. H. Soedarto, SH. Kampus Tembalang, Semarang 50275, Indonesia
Telp/Fax. 024-7474698; Email: diah_permata@mail.com

Abstrak

Budidaya karang melalui teknik transplantasi merupakan salah satu cara untuk menyelamatkan keberadaan karang terumbu di alam. Selain untuk diperdagangkan, karang hasil transplantasi juga dapat ditanam untuk memperbaiki terumbu karang yang rusak. Penelitian ini menggunakan dua ukuran polip *Favia* dan *Favites* sebagai dasar penentuan ukuran benih untuk mengurangi kerusakan koloni donor. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan transplan *Favia* dan *Favites*. Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan rancangan acak lengkap. Dua ukuran polip dipilih mewakili ukuran benih kecil 2 polip dan besar 4 polip. Penanaman karang transplan dilakukan di Teluk Awur selama bulan April hingga November 2014. Pengamatan dilakukan tiap 2 minggu sekali. Analisa data menggunakan ANCOVA. Analisa statistik menunjukkan pertumbuhan kedua ukuran transplan tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Pertumbuhan transplan *Favia* dan *Favites* ditandai dengan munculnya tunas intratentakular. Pertumbuhan transplan tertinggi dicapai transplan *Favites* ukuran 4 polip dengan kecepatan tumbuh $0.596 \text{ cm}^2.\text{bulan}^{-1}$, sedangkan pertumbuhan terendah ditunjukkan oleh transplan *Favites* ukuran 2 polip dengan pertumbuhan $0.463 \text{ cm}^2.\text{bulan}^{-1}$.

Kata kunci: pertumbuhan karang, transplantasi, *Favia*, *Favites*, jumlah polip

Abstract

Growth of *Favia* and *Favites* Coral Transplants Based on Polyps Number

Cultivation coral by using transplantation method is one attempt to alleviate corals collection in nature. In addition to be traded, the corals can be transplanted to repair damaged coral reefs. This study utilized two size polyps form of coral *Favia* and *Favites* to be transplanted to minimize damage of coral donors. The purpose of this study was to investigate the growth of *Favia* and *Favites* transplants. The research was carried out by experimental method using a completely randomized design. Two different size of polyps i.e 2 polyps represented small size and 4 polyps represented large size were applied for each coral species. Research was conducted from April–November 2014 at Teluk Awur Bay, Jepara. The samples were observed every two weeks. Collected data were analyzed by repeated measurement ANCOVA. Statistical analysis showed that the growth of transplants did not show significant differences ($P>0.05$) between each genus and between 2 and 4 polyps. The growth of transplants have shown by extratentacular budding on *Favia* and intratentacular budding on *Favites*. The highest growth rate of transplants was shown by 4 polyps of *Favites* at $0.596 \text{ cm}^2.\text{month}^{-1}$ and the lowest by 2 polyps of *Favites* at $0.463 \text{ cm}^2.\text{month}^{-1}$, respectively.

Keywords: Coral Growth, Transplantation, *Favia*, *Favites*, Number of Polyps

Pendahuluan

Populasi manusia yang meningkat di kawasan-kawasan pesisir dunia telah berpengaruh buruk terhadap keberlangsungan ekosistem terumbu karang (Pandolfi et al., 2003). Kawasan terumbu karang yang sehat terus menurun. Pengukuran terakhir menunjukkan lebih dari 37% kawasan terumbu dunia telah rusak dan 30% lagi diperkirakan akan menyusul dalam kurun waktu 10-

30 tahun (Burke et al., 2012). Penurunan kondisi terumbu terjadi semakin cepat dengan munculnya fenomena bleaching (Hughes et al., 2004) dan merebaknya penyakit karang (Weil et al., 2006). Kemunculan penyakit karang diduga berhubungan erat dengan perubahan iklim global maupun kerusakan lingkungan (Ateweberhan et al., 2013).

Kemampuan adaptasi binatang karang menghadapi dampak pemanasan global masih

dalam perdebatan (Hoegh-Guldberg et al., 2002). Menurut Baker (2001), dalam jangka pendek, binatang karang dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dengan mengubah jenis simbiosis alganya atau mengganti susunan komunitas bakterinya (Reshef et al., 2006). Namun jika terjadi perubahan lingkungan yang disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia maupun perubahan iklim, adaptasi seperti di atas tak dapat dilakukan.

Indonesia adalah salah satu negara dengan kawasan terumbu terbesar di dunia. Memiliki sekitar 18% dari total kawasan terumbu dunia dengan 590 species karang dan ribuan spesies yang berasosiasi di dalamnya, tak pelak terumbu karang Indonesia merupakan wilayah kunci keanekaragaman laut dunia (Veron et al., 2009). Terumbu karang juga telah lama menjadi sumber mata pencaharian hampir sepertiga penduduk Indonesia yang tinggal di wilayah pesisir (Suharsono, 1999). Pemanfaatan wilayah terumbu telah demikian tinggi. Sebagai pemasok 60% kebutuhan protein nasional dan pengeksport ikan karang ke berbagai pasar dunia, pemanfaatan terumbu di banyak kawasan bahkan mencapai tingkatan over eksploitasi. Penelitian terhadap ekosistem terumbu karang menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 50 tahun terakhir, terumbu karang di Indonesia mengalami degradasi antara 10-50%. Penurunan kondisi terumbu terjadi semakin cepat dengan munculnya fenomena *bleaching* di Indonesia (Brown dan Suharsono, 1990). Penyakit karang juga melanda terumbu Indonesia, bahkan pada area terumbu perawan seperti Taman Nasional Wakatobi (Haapkylä et al., 2007), Nusa Tenggara Timur (Abrar et al., 2012) dan Karimunjawa (Hakim et al., 2012). Meski prevalensinya rendah (0,57%) (Haapkylä et al., 2007) namun laju sebaran penyakit setara dengan laju sebaran di perairan Karibia yang dikenal sebagai kawasan 'the mother of coral diseases' (Haapkylä et al., 2009).

Salah satu alternatif untuk menyelamatkan ekosistem terumbu adalah dengan membentuk kawasan konservasi laut (Palumbi, 2003). Konservasi saat ini telah menjadi tuntutan dan kebutuhan yang harus dipenuhi sebagai bagian dari upaya penyelarasan antara pemenuhan kebutuhan ekonomi masyarakat dan keinginan untuk terus melestarikan sumberdaya yang ada bagi masa depan manusia. Namun jika terumbu telanjur rusak, maka restorasi secara aktif menjadi keharusan untuk dilakukan guna menyelamatkan ekosistem terumbu. Salah satu metode restorasi yang banyak digunakan adalah transplantasi karang menggunakan teknik fragmentasi.

Transplantasi karang adalah metode penanaman dan penumbuhan suatu koloni karang

baru dengan memanfaatkan kemampuan binatang karang bereproduksi secara aseksual. Sebagai organisme kolonial, karang dapat dipotong menjadi fragmen yang lebih kecil yang bila ditanam di lokasi yang tepat dapat tumbuh kembali menjadi koloni dewasa (Edward dan Gomez, 2008). Transplantasi telah dimanfaatkan sebagai salah satu metode restorasi kawasan terumbu yang rusak selama beberapa dekade, namun metode transplantasi yang tepat masih menjadi perdebatan terutama bila berhadapan dengan biaya yang tinggi, dampak terhadap karang donor, dan pelaksanaan monitoring yang panjang (Edward dan Gomez, 2008).

Penelitian transplantasi selama ini banyak difokuskan untuk mengetahui kelulushidupan transplan, laju pertumbuhan transplan, metode transplantasi yang digunakan dan ukuran awal fragmen karang yang akan ditransplantasikan (Omori dan Fujiwara, 2004; Guest et al., 2009). Berbagai jenis karang telah dicoba untuk ditransplantasikan, namun setelah 4 tahun tingkat kelulushidupan rata-rata hanya berkisar 20% (Omori dan Fujiwara, 2004). Studi tentang transplantasi karang menawarkan banyak kesempatan untuk mendapatkan informasi lebih tentang berbagai variabel yang menentukan pertumbuhan karang, kesuksesan, morfologi karang, dan interaksi dengan substrat. Transplantasi, bila dilakukan dengan benar, dapat membantu memelihara ekosistem karang yang terancam di banyak kawasan (Thornton et al., 2000).

Koloni masif, sub masif dan koloni berbentuk lembaran jarang dimanfaatkan sebagai karang transplan meski memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan iklim seperti timbulnya fenomena *bleaching* (Edward dan Gomez, 2008). Hal ini disebabkan karena pertumbuhan karang masif umumnya lambat (Veron, 2000) sehingga kesuksesan kegiatan transplantasi tidak segera terlihat. *Favites* spp dan *Favia* spp yang berbentuk masif bahkan tidak masuk dalam daftar karang yang dibudidayakan untuk diperdagangkan, padahal keduanya termasuk dalam jenis karang keras yang permintaan pasarnya 4 kali lebih besar daripada karang bercabang (Timotius et al., 2009). Umumnya karang jenis tersebut diambil langsung dari alam untuk memenuhi stock perdagangan. Oleh sebab itu amat penting untuk mengetahui pertumbuhan karang masif sebagai karang transplan sekaligus mengetahui kemungkinan menjadi karang budidaya untuk stock perdagangan karang ornamental.

Berbagai metode telah dilakukan untuk transplantasi karang, namun sebagian besar menggunakan fragmen dengan ukuran yang cukup besar (3-10 cm) dipembibitan (Edwards, 2010). Transplantasi menggunakan karang masif dalam

bentuk fragmen sangat jarang dilakukan umumnya transplantasi dilakukan dengan menggunakan keseluruhan koloni (lihat review Omori dan Fujiwara, 2004; Edwards, 2010). Penelitian ini adalah yang pertama menggunakan polip dalam jumlah terbatas sebagai transplan. Penelitian bertujuan mengetahui pertumbuhan karang transplan *Favia* dan *Favites* yang ditransplantasi berdasarkan jumlah polipnya. Penelitian ini memanfaatkan morfologi dari karang Genus *Favia* dan *Favites* yang tergolong karang berpolip besar (1-2 cm.polip⁻¹). Karang *Favia* dan *Favites* ditransplantasi berdasarkan jumlah polipnya, yaitu 2 polip dan 4 polip. Hal ini digunakan untuk memaksimalkan pemakaian karang donor untuk transplantasi sehingga tidak menyebabkan kerusakan yang berlebih pada karang donor.

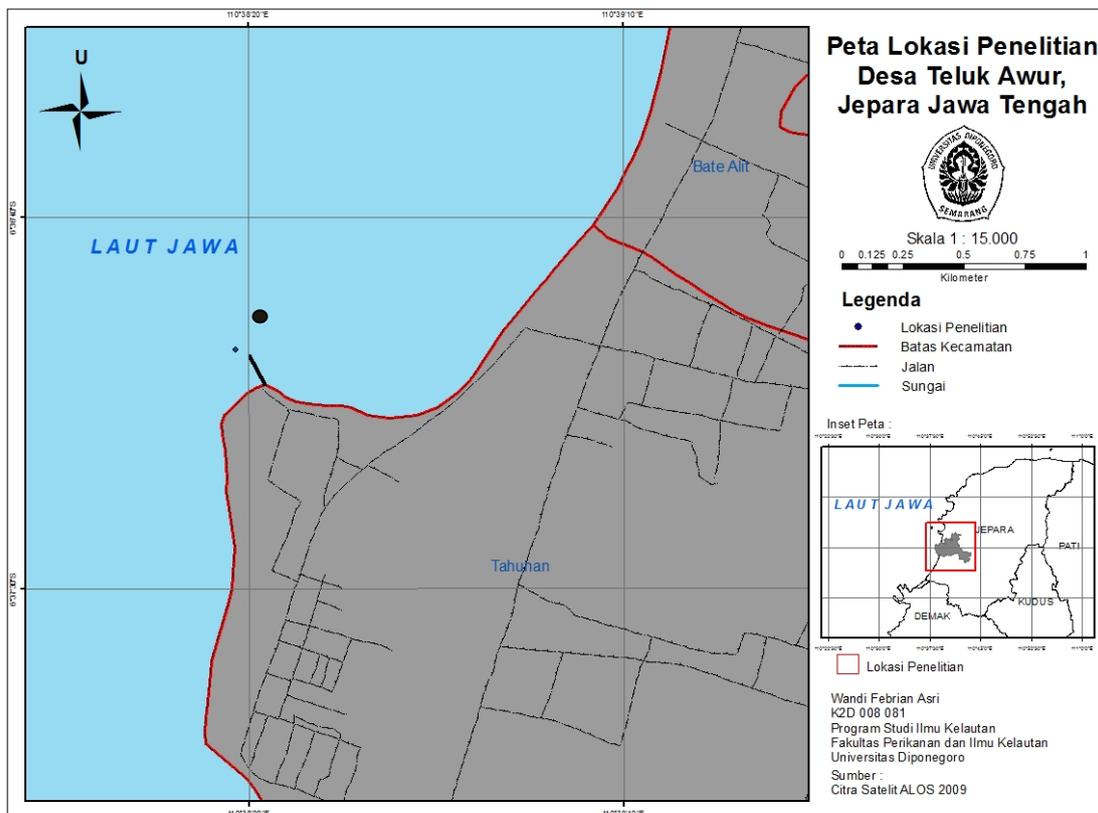
Materi dan Metode

Pengambilan koloni karang donor

Koloni karang *Favia* dan *Favites* diambil dari perairan Bandengan, Jepara. Karang transplan diambil dari karang donor dengan ukuran minimal 40 cm yang bebas dari penyakit dan bleaching (Glynn et al., 2006). Pengambilan karang dengan

bentuk pertumbuhan masif, submasif, encrusting, dan foliose diusahakan tidak lebih dari 10% total ukuran koloni karang donor. Ini dimaksudkan untuk meminimalkan dampak fragmentasi terhadap karang donor dan mempercepat waktu pemulihan sehingga area yang terbuka tidak ditempati organisme kompetitor seperti alga atau sponge (Edwards, 2010). Karang donor ditransfer menggunakan box styrofoam berisi air laut ke lokasi penelitian di Teluk Awur Marine Station, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro (Gambar 1).

Perairan Teluk Awur memiliki 3 ekosistem utama, yaitu mangrove, padang lamun, dan terumbu karang yang saling menyokong dalam produktivitas perairan di wilayah ini. Perairan ini juga menjadi muara beberapa sungai sehingga laju sedimentasi cukup tinggi. Sebelumnya telah dilakukan uji coba transplantasi menggunakan karang bercabang (Habibi et al., 2013). *Favia* dan *Favites* dipilih karena memiliki bentuk pertumbuhan masif. Ekosistem terumbu karang di Teluk Awur didominasi masif dan *encrusting*. Penelitian ini berlangsung sejak bulan April hingga November 2012, yang pada awal penelitian perairan menunjukkan kondisi yang tenang sehingga cocok untuk melakukan transplantasi karang.



Gambar 1. Lokasi penelitian di dermaga Marine Station, Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro yang terletak di perairan Teluk Awur, Jepara (titik hitam).

Persiapan karang transplan

Karang donor dipotong menggunakan gergaji besi dan tang potong. Karang transplan dipotong berdasarkan jumlah polipnya yaitu 2 polip dan 4 polip pada masing-masing genus dengan pengulangan 10 kali. Pemotongan harus dilakukan dengan hati-hati karena karang sampel sangat rentan pecah dan rusak sehingga perlu upaya yang maksimal agar pemotongan karang donor tidak terbuang sia-sia. Karang yang telah dipotong kemudian ditanam di substrat semen (Plester Mortar MU 301) berdiameter ± 6 cm dengan ketebalan ± 2 cm. Substrat berlubang dua agar dapat diikat di atas rak tanam. Rak tanam terbuat dari besi siku bergalvanish dengan ukuran $1 \times 1 \times 1$ m. Kaki-kaki rak dilengkapi pot berisi semen yang berfungsi sebagai penyetabil dudukan rak sekaligus sebagai pemberat. Di seluruh kaki rak tanam dilekatkan tabung penjebak sedimen terbuat dari paralon dengan diameter 6 cm sepanjang 30 cm. Rak tanam diletakkan dengan ketinggian 1-2 meter dari dasar perairan, bertujuan memaksimalkan ketahanan hidup dari karang transplan, mengurangi predasi oleh invertebrata dan efek sedimen di lokasi transplantasi.

Substrat yang telah berisi transplan diikat ke atas rak menggunakan kawat pengikat. Peletakan karang transplan pada rak tanam dilakukan secara acak (diundi) dengan urutan 8 dan berbaris 5. Transplan diikat dengan interval tiap transplan 10-15 untuk menjaga jarak antar transplan agar mendapatkan perlakuan yang sama dan tidak terdapat kompetisi ruang hidup serta penempelan terhadap karang yang sama antara karang-karang tersebut (Edwards, 2010).

Pertumbuhan karang transplan

Pengukuran pertumbuhan karang transplan dilakukan setiap 2 minggu sambil dilakukan pembersihan transplan dari alga maupun kompetitor lain. Karang transplan difoto menggunakan kamera bawah air. Hasil foto kemudian didigitasi menggunakan perangkat lunak CPCe (*Coral Point Count with excel extension*) (Kohler dan Gill, 2006). CPCe dirancang untuk menghitung secara cepat tutupan karang, panjang serta luas koloni karang melalui gambar atau foto. Pertumbuhan karang transplan dihitung dengan menggunakan rumus yang dikembangkan Kudus dan Wijaya (2001). Sedangkan laju pertumbuhan karang transplan mengikuti rumus yang dikembangkan Effendi (1997). Persentase kelulushidupan dihitung berdasarkan jumlah karang transplan yang hidup hingga akhir penelitian dibagi seluruh jumlah transplan. Adapun laju sedimentasi dihitung berdasarkan rumus yang dikembangkan oleh Rogers

et al. (1994). Selain sedimentasi faktor lingkungan yang diukur adalah pH, salinitas, dan suhu.

Data yang didapatkan dianalisa menggunakan analisis *Repeated Measurement ANCOVA* karena adanya pengukuran yang berulang-ulang dan berkala serta ukuran awal pada transplan yang tidak homogen karena penggunaan jumlah polip pada perlakuannya. Data yang digunakan dalam analisis adalah data pengamatan ke-1- 8, sedangkan data pengamatan yang ke-9 dan 10 tidak digunakan karena banyaknya transplan yang mati dan hilang.

Hasil dan Pembahasan

Bulan pertama penanaman karang transplan terjadi penurunan pertumbuhan dari ukuran awal walaupun seluruh parameter lingkungan yang diukur berada pada kondisi yang memungkinkan karang transplan tumbuh. (Tabel 1). Diduga transplan mengalami stres sehingga transplan terlihat pucat, memudar warnanya dan mengeluarkan *mucus*. Cooper et al. (2009) menyatakan *mucus* dihasilkan oleh sebagian karang untuk membersihkan permukaan koloni dari sedimen, atau sebagai respon terhadap adanya pasang surut, kekeruhan, paparan polutan, perubahan salinitas dan suhu air, serta adanya perlukaan. Diduga karang transplan masih beradaptasi pada lingkungan baru dan masih melakukan penyembuhan luka yang dialami saat dipotong. Penutupan luka karang transplan mulai terlihat setelah 30 hari penanaman dengan mulai terbentuknya jaringan baru pada karang transplan. Sedangkan pertumbuhan karang transplan sendiri mulai terlihat pada pengamatan hari ke-43 dengan adanya jaringan baru yang tumbuh menjalar (*encrusting*) ke bagian substrat yang ditunjukkan oleh beberapa transplan *Favites*. Bentuk pertumbuhan karang transplan yang masif menyebabkan karang transplan tumbuh ke arah horizontal dengan polip membesar dan mulai menjalarnya jaringan baru ke substrat tanam setelah tertutupnya luka akibat pemotongan. Hasil serupa ditunjukkan penelitian Guest et al. (2009) di perairan Filipina. Karang transplan *Porites lutea*, *P. rus*, dan *Echinopora lamellose*, mulai menunjukkan pertumbuhan merayap (*encrusting*) setelah 34 hari penanaman.

Transplantasi karang jarang memanfaatkan Famili Faviidae sebagai donor. Pertumbuhan lambat dan struktur koloni keras menyebabkan Famili Faviidae kurang mendapat perhatian sebagai karang transplan. Banyak kritikan yang disampaikan tentang pemanfaatan karang masif yang umumnya keras sebagai karang donor (Omori dan Fujiwara, 2004). Umumnya karang masif tumbuh sangat

Tabel 1. Nilai rerata parameter fisika perairan dan nilai optimalnya untuk karang

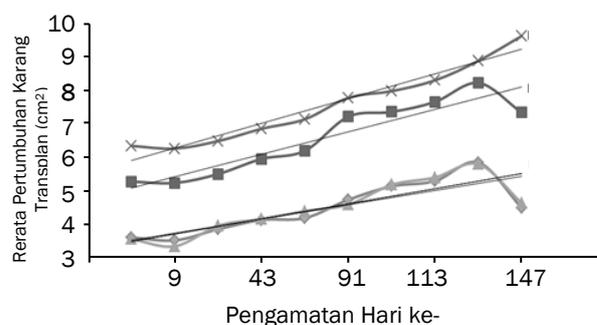
Parameter	Satuan	Nilai (Rerata)	Optimal
Salinitas	‰	32,4	34-36 (Veron, 2000)
Suhu	°C	29,6	18-32 (Hughes et al., 2004)
pH	-	8,2	8,2-8,5 (Cooper et al., 2009)
Sedimentasi	mg.cm ⁻² .hari ⁻¹	19,97-209,2	<100 (Philipp dan Fabricius, 2003)

besar, diameter satu koloni dapat mencapai lebih dari 40 cm (Veron, 2000). Teknik pemotongan yang salah dapat menyebabkan struktur koloni hancur dalam sekejap. Transplantasi menggunakan Famili Faviidae sebagai karang transplan umumnya dilakukan tanpa pemotongan atau menggunakan keseluruhan koloni. Keberhasilan transplantasi umumnya dilihat hanya berdasarkan tingkat kelulushidupan transplan setelah ditanam (Clarck dan Edwards, 1995; Sequin et al., 2008).

Pertumbuhan dan laju pertumbuhan

Muko dan Iwasa (2011) menyatakan pertumbuhan karang merupakan hasil kolektif proses pertumbuhan yang terjadi di polip. Polip dimodelkan sebagai bentuk terpisah dan mandiri yang mampu mengolah dan memanfaatkan sumber daya, mendepositkan kerangka, mengeluarkan tunas polip baru, tumbuh dan mati. Hasil pengukuran menunjukkan sampai pengamatan hari ke-113 rata-rata pertumbuhan yang paling signifikan terjadi pada transplan Genus Favia dengan jumlah polip 4 (7,77±1,37 cm²) dan diikuti oleh transplan Genus Favites dengan jumlah polip 4 (8,42±0,40 cm²). Namun pada pengamatan hari ke-113 sampai hari ke-147 terjadi penurunan pertumbuhan (Gambar 2.). Turunnya pertumbuhan disebabkan hilangnya karang transplan pada pengamatan tersebut. Penurunan terlihat pada transplan Favia dengan jumlah polip 2 (4,61±0,00 cm²) maupun dengan jumlah polip 4 (7,45±2,23 cm²), serta pada Favites dengan jumlah polip 4 (5,53±1,65 cm²).

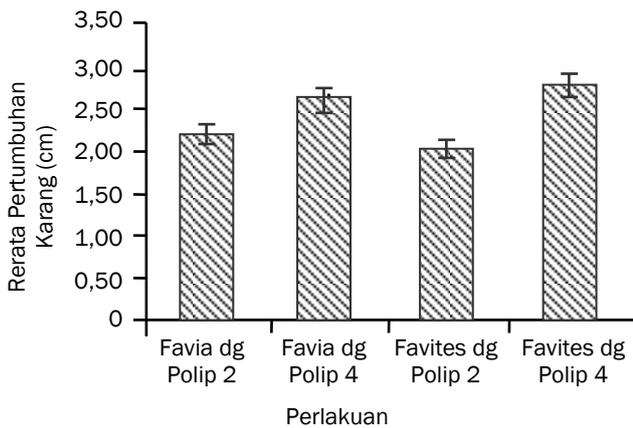
Pertumbuhan transplan dihitung berdasar selisih rata-rata pertumbuhan transplan saat pengukuran terakhir dikurangi rata-rata ukuran di awal penanaman. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa karang transplan Favites dengan jumlah polip 4 masih menjadi yang tertinggi seperti yang terlihat pada histogram selisih pertumbuhan karang transplan Favites dengan jumlah polip 4 dengan nilai sebesar 2,78 cm² yang diikuti karang transplan Favia dengan jumlah polip 4 sebesar 2,62 cm² (Gambar 3). Nilai pertumbuhan rata-rata terkecil ditunjukkan oleh karang transplan Favites dengan jumlah polip 2 sebesar 2,02 cm². Karang transplan Favia dengan jumlah polip 2 pada akhir penelitian banyak yang mati atau hilang, namun angka rata-



Gambar 2. Grafik pertumbuhan karang transplan. Transplan terlihat terus tumbuh sejak penanaman hingga pengamatan hari ke-100, namun pada hari ke-113 terjadi penurunan pertumbuhan yang disebabkan matinya beberapa karang transplan. Ket. ◆ : Favia dg Polip 2, ■ : Favia dg Polip 4, ▲ : Favites dg Polip 2, × : Favites dg Polip 4

rata selisih pertumbuhannya masih lebih tinggi yaitu 2,20 cm² dibandingkan transplan Favites berpolid 2. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran awal transplan mempengaruhi pertumbuhan karang yang ditransplantasi. Thornton (2000) mendapatkan hasil serupa walaupun dengan spesies yang berbeda yaitu pada spesies *Solenastrea bournoni* dan *Siderastrea siderea*. Karang transplan menunjukkan pertumbuhan positif, namun transplan dengan ukuran terkecil (1-1000 mm²) mengalami pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan dengan ukuran yang lebih besar (1001-5000 mm²). Tamelander et al. (2000) menyatakan tingkat pertumbuhan karang transplan dipengaruhi kondisi perairan dan juga ada atau tidaknya gangguan antropogenik selama waktu pemeliharaan, gangguan lain seperti kompetisi ruang, sedimentasi yang tinggi, radiasi sinar ultraviolet dan bioerosi

Hasil penelitian juga menunjukkan adanya pertumbuhan polip baru (budding) pada karang transplan. Pertumbuhan polip baru menunjukkan meningkatnya aktivitas karang setelah terjadi penyembuhan luka akibat pemotongan. Polip mulai tumbuh dengan konesteum yang terlihat memiliki jarak signifikan dan membentuk polip baru yang memisah dari polip awalnya. Pembentukan polip baru pada karang ini mulai terlihat jelas pada karang transplan saat pengamatan hari ke-43.



Gambar 3. Pertumbuhan rata-rata karang transplan (cm²). Karang transplan *Favia* dan *Favites* dengan jumlah polip 4 menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan *Favia* dan *Favites* dengan jumlah polip 2

Pertumbuhan karang transplan ke arah horizontal ini lebih terlihat jelas pada transplan *Favia* dibandingkan transplan *Favites* dengan adanya jarak yang melebar antar polip dengan rata-rata jarak 0,083 cm. Pertumbuhan polip baru pada kedua genera karang transplan dapat dilihat pada Gambar 4. Harrison (2011) menyatakan polip bertunas umumnya terbentuk oleh pertumbuhan dan pembagian secara internal polip (pertunasan intratentakular) atau pengembangan polip baru dari jaringan yang berdekatan atau antara polip (pertunasan ekstratentakular). Polip yang bertunas (budded) tetap saling berhubungan pada kebanyakan koloni karang yang memperjelas adanya pertumbuhan pada karang transplan.

Pertambahan luas dari karang transplan bergantung kepada variasi dari tiap-tiap jenis, ukuran dari fragmen, bentuk koloni dan percabangan serta kondisi lingkungan perairan yang mempengaruhi laju pertumbuhan karang transplan itu sendiri. Connell *et al.* (2004) menyatakan laju pertumbuhan baik negatif maupun positif diukur sebagai perubahan yang terjadi di bagian masing-masing karang per unit waktu, dan kematian sebagai hilangnya jaringan karang secara keseluruhan dari waktu ke waktu.

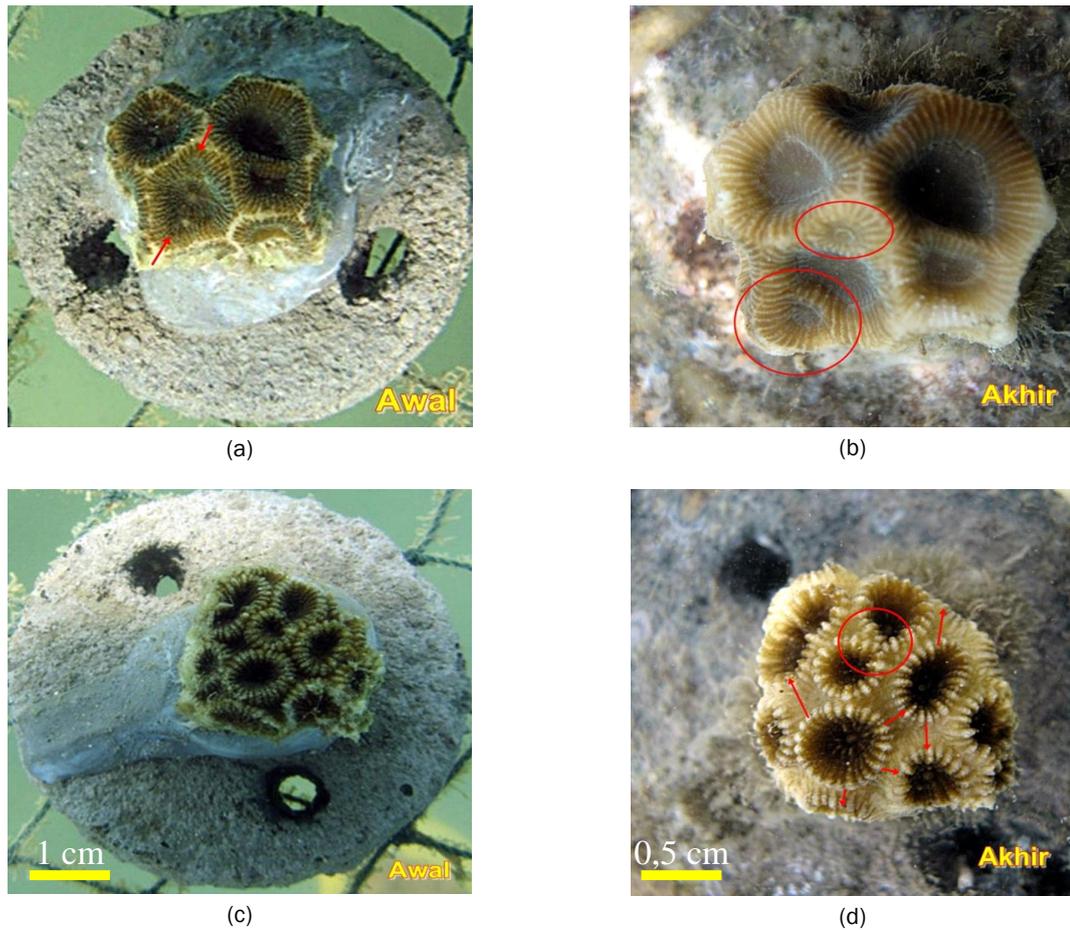
Hasil pengukuran luasan karang transplan menunjukkan laju rata-rata pertumbuhan karang transplan Genus *Favia* berpolip 4 yaitu 0,578 cm².bulan⁻¹ dan transplan berpolip 2 yaitu 0,495 cm².bulan⁻¹. Untuk Genus *Favites* dengan jumlah polip 2 sebesar 0,463 cm².bulan⁻¹ dan dengan jumlah polip 4 sebesar 0,598 cm².bulan⁻¹ (Gambar 5). (Soong dan Chen, 2003) menyatakan semakin besar ukuran karang umumnya laju pertumbuhan yang terjadi juga semakin cepat. Lebih lanjut

dinyatakan bahwa fragmen dengan ukuran awal terlalu kecil (<1cm) cenderung mati terkubur sedimen atau ditumbuhi alga atau hilang selama pemeliharaan (Soong dan Chen, 2003). Hasil analisa data menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nyata pertumbuhan karang transplan Genus *Favia* dengan Genus *Favites* dengan nilai $P=0,578$ ($P>0,05$). Sedangkan pertumbuhan karang transplan jumlah polip 2 dengan jumlah polip 4 juga tidak berbeda nyata dengan nilai $P=0,660$ ($P>0,05$).

Kelulushidupan karang transplan

Kelulushidupan karang transplan merupakan jumlah koloni yang hidup di tempat penanaman karang transplan dalam interval waktu tertentu dibandingkan dengan jumlah karang transplan yang ditanam pada awal percobaan (Dizon dan Yap, 2006). Hasil pengamatan selama 5 bulan menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang rendah terhadap karang transplan. Dari 40 sampel karang transplan yang ditanam dari awal sampai akhir penelitian jumlah karang transplan yang tercatat diantaranya masih hidup 14, mati 18, dan yang hilang 8 transplan. Hal ini juga menunjukkan bahwa lebih dari 50 % jumlah karang yang ditransplantasi tidak hidup atau bertahan selama penelitian. Karang *Favia* dengan jumlah polip 2 memiliki jumlah terkecil pada saat akhir penelitian, yaitu tersisa 1 karang transplan dan untuk transplan *Favia* dengan jumlah polip 4 tersisa 3 karang transplan. Untuk transplan *Favites* dengan jumlah polip 2 dan 4 masing-masing jumlah yang tersisa hidup, yaitu 4 dan 6 karang transplan.

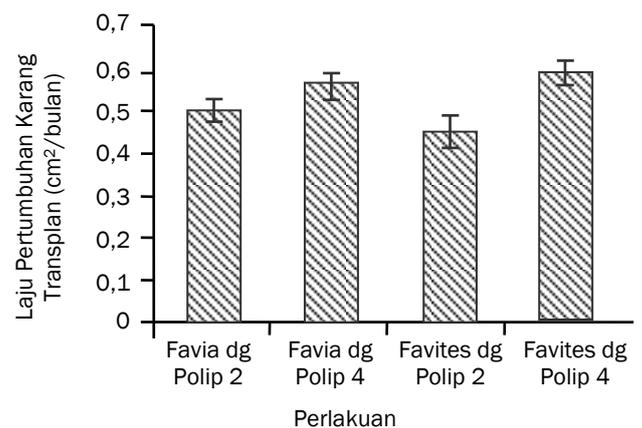
Uji coba transplantasi menggunakan koloni utuh *Favia* spp dan *Favites* spp di Maladewa menunjukkan dari 13 dan 11 koloni pada awal ujicoba bersisa 4 dan 6 koloni setelah 7 bulan pemeliharaan (Clark dan Edwards, 1995). Sebagian besar koloni hilang akibat terpaan gelombang. Sedangkan di Yaman, dari 750 koloni *Favites* spp dan *Platygyra daedalea* yang dipindahkan dari area terumbu yang terkena dampak konstruksi pipa gas hanya tersisa 50% koloni setelah 14 bulan penanaman di lokasi baru. Sebagian besar koloni mengalami necrosis setelah tertutup sedimen (Sequin *et al.*, 2008). Hasil pengamatan menunjukkan, transplan mengalami kematian pada akhir penelitian akibat adanya kompetisi ruang oleh alga. Grafik pertumbuhan karang transplan secara signifikan menunjukkan seluruh transplan tumbuh selama 4 bulan penanaman (Gambar 2). Namun pada bulan Oktober, perairan Teluk Awur memasuki musim pancaroba sehingga beberapa kali terjadi hujan besar yang disertai angin kencang. Hujan dan angin kencang mempengaruhi jumlah sedimen yang masuk ke perairan melalui aliran sungai yang bermuara di Teluk Awur. Selain itu, pada dua bulan



Gambar 4. Foto pertumbuhan karang transplan (a) Karang transplan *Favites* dengan jumlah polip 4, terlihat jarak koenesteum masih rapat (b) Pengamatan transplan pada hari ke-113 terlihat adanya polip baru, koenesteum yang semula jaraknya rapat terlihat menjauh untuk membentuk polip baru (c) Karang transplan *Favia* dengan jumlah polip 4 (d) Pertambahan ukuran (luasan) karang transplan *Favia* dengan polip 4 ke arah horizontal (ditandai dengan panah merah).

terakhir penelitian, laut mengalami surut sangat rendah sehingga rak tanam hanya terendam air kurang dari 50 cm.

Karang transplan membutuhkan cahaya yang cukup untuk pertumbuhan maksimal. Pada lokasi penanaman dengan kedalaman ± 3 meter dianggap memberikan cahaya yang cukup untuk karang transplan tumbuh walaupun kondisi perairan yang keruh dan kurang stabil, namun dapat dilihat pertumbuhan karang sangat signifikan pada 4 bulan penanaman. Ow dan Todd (2010) menyebutkan cahaya adalah faktor pembatas utama pada pertumbuhan karang yang dapat mengendalikan morfologi karang itu sendiri untuk memaksimalkan penyerapan cahaya. Hal ini dibuktikan dengan adaptasi oleh karang itu sendiri untuk memfasilitasi penangkapan cahaya bagi alga simbiosis karena cahaya yang optimal memberikan keuntungan dalam kalsifikasi karang (Enriquez et al. 2005). Ow dan Todd (2010) juga menyatakan cahaya dapat memberikan efek sebaliknya jika karang terpapar



Gambar 5. Laju pertumbuhan karang transplan (cm²/bulan) yang menunjukkan bahwa karang dengan ukuran lebih besar memiliki pertumbuhan yang lebih cepat, walaupun *Favites* dengan polip 4 lebih cepat namun dengan jumlah polip 2 laju pertumbuhannya lebih lambat.

terlalu banyak cahaya pada waktu yang lama pada kondisi surut sangat rendah. Alga simbion dapat mengalami penghalangan fotosintesa akibat jumlah energi berlebih. Kondisi ini dapat menyebabkan karang transplan kehilangan alga simbion yang kemudian diikuti kematian karang transplan.

Selain adanya alga simbion, laju sedimentasi di perairan Teluk Awur yang berkisar 19,97-234,33 mg.cm⁻².hari⁻¹, diduga turut mempengaruhi kelulushidupan karang transplan. Meskipun masih dapat tumbuh, terbukti dalam 4 bulan pertama penanaman, seluruh transplan tumbuh dengan baik, namun beberapa penelitian menemukan bahwa hasil fotosintesis karang dapat berkurang jika jumlah sedimen melebihi 100 mg.cm⁻².hari⁻¹ (Philipp dan Fabricius, 2003). Selanjutnya dinyatakan bahwa laju sedimentasi sebesar 250 gr.cm⁻².hari⁻¹ dapat menyebabkan kematian pada karang. Besarnya sedimentasi pada akhir penelitian menjadikan salah satu faktor yang menyebabkan karang transplan mengalami kematian. Cooper *et al.* (2009) menyatakan keadaan karang stres yang disebabkan oleh sedimentasi ditunjukkan dengan memucatnya warna karang yang diikuti *bleaching* pada permukaan karang.

Kesimpulan

Penggunaan karang masif dapat menjadi alternatif karang untuk transplantasi. Meski menggunakan jumlah polip terbatas, namun transplan dapat tumbuh dengan baik. Terbentuknya pertunasan (*budding*) intra tentakular pada transplan *Favites* dan pertunasan (*budding*) ekstritentakular pada transplan *Favia* menunjukkan transplan dapat tumbuh dengan baik. Meski pada akhir penelitian, banyak transplan yang mati, namun dalam 4 bulan pertama, seluruh transplan dapat tumbuh dengan baik. Transplan mengalami kematian setelah perairan Teluk Awur memasuki masa peralihan yang ditandai dengan adanya hujan deras disertai angin kencang. Akibatnya, perairan Teluk Awur menjadi keruh akibat sedimentasi. Sedimentasi yang tinggi menyebabkan transplan terhalang untuk berfotosintesa secara maksimal. Selain itu transplan dapat terkubur sedimen dan mengalami kematian. Namun demikian, selama 4 bulan pertama, kondisi perairan masih cocok untuk dilakukan transplantasi. Peninjauan perlu dilakukan untuk menentukan waktu yang tepat untuk memulai penanaman sehingga ketika musim peralihan tiba, transplan telah tumbuh cukup besar dan mampu melekat kuat pada substrat sehingga dapat terhindar dari kematian akibat terkubur sedimen maupun terpaan gelombang. Melihat tingkat pertumbuhan karang merupakan faktor penting sebagai pertimbangan

dalam mengembangkan rencana transplantasi karang berkelanjutan sebab kondisi lingkungan yang berbeda seperti cahaya, suhu dan kedalaman mempengaruhi kelulushidupan dan laju pertumbuhan transplan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional yang telah memberi bantuan pendanaan melalui Hibah Kompetensi 2012 dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Kompetensi Nomor: 163a.3/UN7.5/PG/ 2012. Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada para reviewer yang telah memberikan saran dan kritik sehingga naskah ini dapat dipublikasikan dalam bentuk lebih baik. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ayu Charismawaty dan Jenny Adiningtyas yang telah membantu pelaksanaan sampling. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pengelola Kampus Teluk Awur untuk peminjaman laboratorium basah dan logistik selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- Abrar, M., I. Bachtiar & A. Budiyanto. 2012. Struktur Komunitas dan Penyakit pada Karang (*Scleractinia*) di Perairan Lembata, Nusa Tenggara Timur. *Ilmu Kelautan*. 17(2):109-118
- Ateweberhan, M., D.A. Feary, S. Keshavmurthy, A. Chen, M.H. Schleyer, & C.R.C. Sheppard. 2013. Climate change impacts on coral reefs: Synergies with local effects, possibilities for acclimation, and management implications. *Mar. Poll. Bull.* 74(2):526-539 doi:dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.06.011
- Baker, A.C. 2001. Reef corals bleach to survive change. *Nature*.411:765-766. doi:10.1038/35081151
- Brown, B.E. & Suharsono. 1990. Damage and recovery of coral reefs affected by El Niño related seawater warming in the thousand island, Indonesia. *Coral Reefs*. 8:163-170.
- Burke, L., E. Selig, and M. Spalding. 2002. Reefs at Risk in Southeast Asia. World Resources Institute. Washington, DC. 40 p
- Burke L, Reyntar K, Spalding M, Perry A. 2012. Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle. World Resources Institute, 1-72 pp

- Clark, S. & A.J. Edwards. 1995. Coral transplantation as an aid to reef rehabilitation: evaluation of a case study in the Maldivian Islands. *Coral Reefs*. 14:201-213. doi:10.1007/BF00334342
- Connell, J.H., T.P. Hughes, C.C. Wallace, J.E. Tanner, K.E. Harms & A.M. Kerri. 2004. Long-term study of competition and diversity of coral. *Ecol. Monogr.* 74(2):179-210. doi:http://dx.doi.org/10.1890/02-4043
- Cooper, T.F., J.P. Gilmour & K.E. Fabricius. 2009. Bioindicators of changes in water quality on coral reefs: review and recommendations for monitoring programmes. *Coral Reefs*. 28: 589–606. doi:10.1007/s00338-009-0512-x
- Dizon, R.T. & H.T. Yap. 2006. Effects of coral transplantation in sites of varying distances and environmental conditions. *Mar. Biol.* 148: 933-943. doi:10.1007/s00227-005-0142-y
- Edwards, A.J. & Gomez, E.D. 2008. Reef Restoration Concepts and Guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program, St Lucia, Australia. iv + 38 pp. ISBN 978-1-921317-00-2
- Edwards, A.J. 2010. Reef Rehabilitation Manual. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Program. St Lucia, Australia. ii + 166 pp
- Effendi, M.H. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta
- Enriquez, S., E. R. Me´ndez & R. Iglesias-Prieto. 2005. Multiple scattering on coral skeletons enhances light absorption by symbiotic algae. *Limnol. Oceanogr.* 50(4):1025-1032. -
- Glynn, E., R.E. Dodge, P.T. Daniel, P. Quinn, D.S. Gilliam & R.E. Spieler. 2006. Growth and Survivorship of Scleractinian Coral Transplants and The Effectiveness of Plugging Core, Holes in Transplant Donor Colonies. *Proc. 10th Int. Coral Reef Symp.* 1657-1664. 8 pp.
- Guest, J.R., R.M. Dizon, A. J. Edwards, C. Franco, and E. D. Gomez. 2009. How Quickly Do Fragments of Coral “Self-Attach” After Transplantation? *Restoration Ecology*. 19: 234-243. doi: 10.1111/j.1526-100X.2009.00562.x
- Haapkylä J, A.S Seymour, J. Trebilco & D. Smith. 2007. Coral disease prevalence and coral health in the Wakatobi Marine National Park, South-East Sulawesi, Indonesia. *J. Mar. Biol. Ass. UK*. 87(2):403-414. doi:10.1017/S0025315407055828
- Haapkylä J., R.K.F Unsworth, A.S. Seymour, J. Melbourne-Thomas, M. Flavell, B.L Willis, & D.J. Smith. 2009. Spatio-temporal coral disease dynamics in the Wakatobi Marine National Park, South-East Sulawesi, Indonesia. *Disease Aquatic Organism*. 87: 105-115 doi: 10.3354/dao02160
- Habibi B., W. Diah Permata & A.S. Chrisna. Transplantasi Karang *Acropora aspera* dengan Metode Tali di Perairan Laut Teluk Awur, Jepara. *Bul. Oseanog. Mar.* 5:5-10.
- Hakim H.I, O.K Radjasa, M.M Khoeri, G.A Pratama, D. Nasima, Ambariyanto, Sarjito & H. Sudoyo. 2012. Causative agents of white band disease from culturable bacterial community associated with healthy and disease coral *Acropora humilis* and *Acropora turtuosa* from Karimunjawa Islands, Indonesia. *Ecologia* 2(2):52-59. doi:10.3923/ecologia.2012.52.59
- Harrison, P.L. 2011. Sexual Reproduction of Scleractinian Corals. Z. Dubinsky and N. Stambler (eds.), Coral Reefs: An Ecosystem in Transition. 3:59-85. Springer Dordrecht Heidelberg
- Hoegh-Guldberg, O., R.J Jones, S.Ward, & W.K. Loh, 2002. Is coral bleaching really adaptive? *Nature* 415, 601–602. doi: 10.1038/415601a
- Hughes, T. P., A. H. Baird, D. R. Bellwood, M. Card, S. R. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J. B. C. Jackson, J. Kleypas, J. M. Lough, P. Marshall, M. Nystrom, S. R. Palumbi, J. M. Pandolfi, B. Rosen & J. Roughgarden . 2004. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301: 929-933. doi:10.1126/science.1085046
- Kohler K.E & Gill S.M . 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers & Geosciences* 32:1259–1269. doi: 10.1016/j.cageo.2005.11.009

- Kudus, U.A. & I. Wijaya. 2001. Transplantasi Koral. Asosiasi Koral, Kerang dan Ikan Hias Indonesia. Direktorat Pengembangan Produk Nonkonsumsi - Ditjen. Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan. 88pp
- Muko, S. & Y. Iwasa. 2011. Long-term effect of coral transplantation: Restoration goals and the choice of species. *J. Theoretical Biol.* 280: 127-138. doi: 10.1016/j.jtbi.2011.04.012
- Omori, M. and S. Fujiwara. 2004. Manual for Restoration and Remediation of Coral Reef. Nature Conservation Bureau. Ministry of the Environment, Japan. 1-84
- Ow, Y. X. & P. A. Todd. 2010. Light-induced morphological plasticity in the scleractinian coral *Goniastrea pectinata* and its functional significance. *Coral Reefs*. 29: 797-808. doi: 10.1007/s00338.010.0631-4
- Pandolfi, J.M, R.H. Bradbury , & E. Sala. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reefs ecosystems. *Science* 301:955-958 doi: 10.1126/science.1085706
- Palumbi, S.R. 2003. Populations genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. *Ecological Appl.* 13: S146-S158. doi:10.1890/1051-0761(2003)013[0146:PGDCAT]2.0.CO;2
- Philipp, E. & K.E. Fabricius. 2003. Photophysiological stress in scleractinian corals in response to short-term sedimentation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 287:57-78. doi:10.1016/S0022-0981(02)00495-1
- Reshef L, O. Koren, Y. Loya, I. Zilber-Rosenberg, & E. Rosenberg. 2006. The coral probiotic hypothesis. *Environmental Microbiol.* 8: 2068-2073. doi:10.1111/j.1462-2920.2006.01148.x
- Rogers, C. S., G. Garrison, R. Grober, Z. M. Hillis and M. A. Franke 1994. Coral reef monitoring manual for the Caribbean and Western Atlantic. US National Park Service. ii + 266 pp
- Sequin F., O. Le Brun, R. Hirst, I. Al-Thary & E. Dutrieux. 2008. Large coral transplantation in Bal Haf (Yemen): an opportunity to save corals during the construction of a Liquefied Natural Gas plant using innovative techniques. Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008 Session number 24
- Soong, K. & T. Chen. 2003. Coral Transplantation: Regeneration and Growth of *Acropora* Fragments in a Nursery. *Restoration Ecology* 11(1): 62-71 doi:10.1046/j.1526-100X.2003.00100.x
- Suharsono.1999. Condition of coral reef resources in Indonesia. P30-LIPI. Indonesia
- Tamelander, J., S. Visram dan D. Obura. 2000. Prospects for coral recovery through transplantation and natural recruitment, Kenya. Proceedings 9th International Coral Reef Symposium. Bali, Indonesia. 2: 991-996.
- Thornton, S.L., R.E. Dodge, D.S. Gilliam, R. DeVicor & P. Cooke. 2000. Success and growth of corals transplanted to cement armor mat tiles in southeast Florida: implications for reef restoration. Proceedings 9th International Coral Reef Symposium, Bali, Indonesia. 2: 955-962.
- Timotius, Silvanita, Idris, dan Muh. Syahrir. 2009. A Review on Ornamental Coral Farming Effort in Indonesia. International Ocean Science, Technology and Policy Symposium. World Ocean Conference. Manado.
- Weil, E., G.W. Smith & D.L. Gil-Agudelo. 2006. Status and progress in coral reef disease research. *Dis. Aquat. Org.* 69:1-7 doi:10.3354/dao069001
- Yap, H. T., P.M. Alino & E.D. Gomez, 1992. Trends in growth and mortality of three corals species (Anthozoa: Scleractinia), including effects of transplantation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 83: 91-101.
- Veron J.E.N. 2000. Corals of the world. Australian Institute of Marine Science.
- Veron, J.E.N. , L.M. Devantier, E. Turak, A.L. Green, S. Kininmonth, M. Stafford-Smith & N. Peterson. 2009. Delineating the coral triangle. *Galaxea*. 11(2): 91-100. doi:http://doi.org/10.3755/galaxea.11.9