

Pertumbuhan karang lunak *Lobophytum strictum* hasil transplantasi pada sistem resirkulasi dengan kondisi cahaya berbeda

Growth of transplanted soft corals *Lobophytum strictum* on recirculation system with different light conditions

DYAH ISNAINI PRASTIWI, DEDI SOEDHARMA, BEGINER SUBHAN

Departemen Ilmu Dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat

Manuskrip diterima: 21 Desember 2011. Revisi disetujui: 3 Maret 2012.

Abstract. Prastiwi DI, Soedharma D, Subhan B. 2012. Growth of transplanted soft corals *Lobophytum strictum* on recirculation system with different light conditions. *Bonorowo Wetlands 2: 31-39*. The study was conducted from August 2010 to January 2011 at the Marine Science Research Center Laboratory, Bogor Agricultural University, Ancol, North Jakarta, using different lighting treatments at the observation pond. The first pond opened, and the second pond closed using a tarpaulin. The total data of soft coral *Lobophytum strictum* growth was analyzed using the Completely Randomized Design method. Measurements of soft coral include absolute growth, growth rate, and survival rates. In open ponds, survival rates of soft coral reached 100% until the end of the study, whereas in closed ponds (without light), only survived for 8 weeks. The average growth rate of soft coral ranged from 5.95 ± 0.31 cm to 10.04 ± 0.6 cm. At the start of the study, the average width of soft coral fragments in open ponds was 5.27 ± 0.51 cm, and by the end of 12 weeks, the study increased to 6.84 ± 0.72 cm. The average growth of the length and width of the soft corals in the closed pond decreases every week. At the end of the study, the soft coral length was reduced by 3.55 cm, while the width was reduced by 4.28 cm. Sunlight plays a vital role in the life of soft corals; this is due to the presence of zooxanthellae microsimulation that requires sunlight to photosynthesize. The results show that the survival rate of soft corals in open ponds is better than in closed ponds. Analysis of variance shows that the growth of soft corals is significantly affected by light.

Keywords: Growth, light, *Lobophytum strictum*, soft corals

PENDAHULUAN

Karang lunak merupakan salah satu anggota Cnidaria yang mempunyai peranan dalam pembentukan terumbu karang, yaitu sebagai pemasok senyawa karbonat dan meningkatkan keanekaragaman hayati. Hal ini terbukti dengan ditemukannya sejumlah besar spikula berkapur di dalam jaringan tubuhnya yang tidak ditemukan pada hewan lain (karang batu, anemone) yang hidup di terumbu karang yang sama (Manuputty 2002).

Penelitian karang lunak telah banyak dilakukan terutama kandungan bioaktifnya. Tursch et al. (1978) telah mengisolasi senyawa terpen dari beberapa jenis karang. Karang lunak hasil fragmentasi buatan mampu menghasilkan senyawa bioaktif yang digunakan sebagai penyedia bahan obat-obatan (Soedharma dan Arafat 2007). Triyulianti (2009) melaporkan bahwa ekstrak *Sinularia* sp. dan *Lobophytum* sp. yang tumbuh pada kedalaman yang berbeda memiliki aktivitas antibakteri yang berbeda-beda pula. Ekstrak etil asetat *Sarchophyton* sp. yang tidak difragmentasi mampu menghambat empat bakteri yaitu *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus cereus* (Hardiningtyas 2009).

Mengingat banyaknya peranan karang lunak yang dimanfaatkan sebagai senyawa bioaktif masih berasal dari alam maka pelestariannya harus dilakukan agar didapatkan pemanfaatan yang optimal. Salah satu upaya untuk tetap

menjaga kelestarian dan memenuhi bahan baku adalah melakukan transplantasi dengan fragmentasi buatan.

Tranplantasi karang adalah penanaman dan penumbuhan koloni karang dengan cara memperbanyak diri dengan fragmentasi (Soedharma dan Arafat 2007). Kegiatan transplantasi karang merupakan salah satu usaha pengembangan populasi berbasis alam di habitat alami atau habitat buatan yang dapat dipanen secara berkelanjutan.

Transplantasi karang di alam telah banyak dilakukan, diantaranya adalah *Sarchopyton* sp. dan *Lobophytum strictum* oleh Haris (2001), *Sinularia dura* oleh Utama (2010), *L. strictum* oleh Nugroho (2008) dan Pramayudha (2010), dan *Caulastrea fucata* oleh Firdaus (2010). Penelitian transplantasi karang juga dilakukan di kolam misalnya *C. fucata* dan *Cynarina lacrimalis* oleh Zulfikar (2003), dan *L. strictum* oleh Pramayudha (2010). Sandy (2000) menyatakan bahwa kelebihan transplantasi adalah waktu yang dibutuhkan relatif pendek, sederhana dan murah. Selain itu dapat diterapkan kepada masyarakat dalam pemanfaatan karang lunak secara lestari. Faktor yang mempengaruhi transplantasi di alam adalah gangguan dari alga berfilamen dan kemampuan karang lunak dalam beradaptasi dengan kondisi lingkungannya (Utama 2010). Penelitian ini dilaksanakan untuk mengamati tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang lunak *L. strictum* yang ditransplantasikan pada dua kondisi yang berbeda, yaitu pada sistem resirkulasi dengan pencahayaan

dan tanpa cahaya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi baik untuk kepentingan penelitian lanjutan maupun dasar dalam memproduksi anakan karang lunak dan dapat membantu dalam pemulihan kawasan terumbu karang yang rusak.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pusat Studi Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Ancol, Jakarta yang meliputi dua tahap yaitu persiapan dan fragmentasi *Lobophytum stictum*. Tahap persiapan (pembersihan kolam, substrat) dilakukan pada bulan Juni 2010. Kegiatan fragmentasi dimulai pada bulan Agustus 2010 dan selanjutnya dilakukan pengamatan sampai bulan Januari 2011. Sampel karang yang digunakan untuk kegiatan transplansi diperoleh dari Area Perlindungan Laut, Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta pada koordinat 5° 44' 23" LS dan 106° 36' 42.3" BT.

Teknik pengumpulan data

Pengukuran pertumbuhan karang lunak meliputi panjang dan lebar. Penentuan panjang dan lebar berdasarkan kapitulum terluar. Tanda panah horizontal untuk pengukuran lebar, sedangkan tanda panah vertikal untuk pengukuran panjang fragmen. Ciri-ciri karang lunak hidup adalah terlihat segar, berwarna coklat kuning, dan fragmen tidak lembek sedangkan karang dikatakan mati berwarna coklat pucat, layu, dan fragmen akan hancur ketika dipegang.

Parameter lingkungan yang diukur adalah parameter fisika, kimia dan biologi yang diukur secara langsung maupun di laboratorium. Parameter fisika yang diukur adalah suhu dan salinitas. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer yang terpasang pada kolam, sedangkan pengukuran salinitas menggunakan refraktometer dengan cara meneteskan contoh air ke atas kaca refraktometer yang kemudian dapat dilihat langsung besarnya nilai salinitas pada kolam. Parameter kimia yang diamati yaitu nitrat, nitrit, dan amonium. Contoh air untuk dianalisis kandungan kimia perairannya diambil dengan botol berbentuk jerigen kemudian disimpan dalam *coolbox*. Analisis kandungan nitrat, nitrit, dan amonia dilakukan di Laboratorium Produksi Lingkungan, MSP, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Analisis data

Pertumbuhan panjang, lebar dan luasan karang lunak yang ditransplantasi dianalisis menggunakan *software Image J* 1.38x. Sistem penganalisisannya menggunakan foto karang lunak yang didigitasi di sekitar tepian karang sehingga akan menghasilkan nilai panjang, lebar, dan luasan karang secara otomatis. Untuk menjaga tingkat keakuratan data yang dihasilkan oleh *Image J* maka dilakukan perbandingan data dengan hasil olahan dari bulan sebelumnya. Satuan dari *Image J* telah dikalibrasi ke dalam centimeter (cm). Data pengukuran secara manual atau langsung diolah menggunakan *software Microsoft*

Office Excel 2007. Data pertumbuhan karang lunak dianalisis menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap. Analisis ragam ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pencahayaan terhadap pertumbuhan.

Pertumbuhan karang lunak

Pertumbuhan karang lunak diketahui dengan menganalisis beberapa parameter, yaitu pertambahan panjang, lebar, dan luasan kapitulum. Pengukuran pertumbuhan dengan jangka sorong dan *Image J* dihitung menggunakan rumus Ricker (1975):

$$\beta = L_t - L_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

β = Pertumbuhan panjang/lebar karang lunak (cm),
 L_t = Panjang/lebar karang lunak pada saat waktu ke-t, (cm)
 L_0 = Panjang/lebar karang lunak pada saat waktu ke-o, (cm)
 t = Waktu pengamatan karang lunak (minggu)

Tingkat kelangsungan hidup

Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan transplantasi yang dilihat dari persentase karang lunak yang ditransplantasi masih tetap hidup dari awal hingga akhir penelitian. Untuk menghitungnya maka digunakan persamaan Ricker (1975):

$$SR = \left(\frac{N_t}{N_0} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

SR = Tingkat kelangsungan hidup karang lunak (%),
 N_t = Jumlah fragmen karang lunak pada akhir penelitian,
 N_0 = Jumlah fragmen karang lunak pada awal penelitian,

Laju pertumbuhan karang lunak

Persamaan yang digunakan untuk menghitung laju pertumbuhan karang lunak, serupa dengan yang digunakan Zonneveld et al. (1991):

$$\alpha = \frac{L_{t+1} - L_t}{t_{t+1} - t_t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

α = Laju pertumbuhan panjang/lebar karang lunak (cm),
 L_{t+1} = Rata-rata panjang/lebar karang lunak waktu ke-t+1,
 L_t = Rata-rata panjang/lebar karang lunak waktu ke-i,
 t_{t+1} = Waktu pengamatan ke-i+1
 t_t = Waktu pengamatan ke-t

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi perairan kolam

Kondisi lingkungan perairan berpengaruh terhadap pertumbuhan karang, diantaranya adalah suhu, salinitas, nutrient, arus, dan kecerahan. Parameter kualitas air yang diukur pada kolam pemeliharaan ditunjukkan pada Tabel 1.

Karang mampu tumbuh dan berkembang secara optimum pada suhu rata-rata 25-32°C (Nybakken 2000). Nilai kisaran suhu perairan kolam selama penelitian antara 26-28°C. Kisaran suhu pada kolam perairan masih memenuhi syarat agar karang dapat tumbuh secara

optimum. Nilai salinitas pada kolam terkontrol berkisar antara 31-33‰. Menurut Keputusan MENLH No. 51 (2004) kisaran salinitas yang baik untuk biota memiliki kisaran 33-34‰, hal ini menunjukkan bahwa salinitas kolam terkontrol masih mendukung untuk kehidupan karang lunak. Penurunan salinitas dapat dipengaruhi oleh masukan dari air hujan (Rachmawati 2001).

Kecerahan pada kolam terbuka mencapai 100%, karena air pada kolam terlihat jernih. Hal ini ditunjukkan dengan tidak terbatasnya pandangan hingga ke dasar kolam. Pengadukan yang ditimbulkan oleh arus buatan tidak menimbulkan pengaruh yang cukup besar, karena arus yang ditimbulkan tidak mencapai dasar perairan sehingga tidak menimbulkan kekeruhan. Kecerahan sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis.

Hasil pengukuran beberapa parameter kimia didapatkan bahwa nilai kualitas air masih berada di atas atau berada pada kisaran yang cukup aman untuk pertumbuhan karang lunak. Nitrat adalah senyawa anorganik yang berperan sebagai nutrisi. Hasil pengukuran awal pada kolam terbuka didapatkan 0.9122 mg/L dan pada akhir penelitian didapatkan 1.1100 mg/L. Pada kolam tertutup, kandungan nitrat pada pengukuran awal mencapai 0.2000 mg/L dan pengukuran kedua bernilai 0.8062 mg/L. Kandungan nitrat yang terukur sudah melebihi ambang batas aman baku mutu yang ditetapkan oleh Kep. MENLH No. 51 yaitu 0.0080 mg/L. Kadar nitrat yang lebih dari 0,2000 mg/L dapat memicu terjadinya eutrofikasi perairan, yang selanjutnya menstimulasi pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (Effendi 2003).

Nitrit dan amonia merupakan zat buangan dari aktivitas metabolisme. Nilai nitrit hasil pengukuran awal penelitian didapatkan 0.0019 mg/L untuk kolam terbuka dan 0.0011 mg/L untuk kolam tertutup. Hal ini menunjukkan bahwa

nilai nitrit pada kolam terbuka memiliki nilai yang lebih besar. Pada akhir penelitian, kandungan nitrit pada kedua kolam bernilai 0. Kadar amonia yang terukur pada kedua kolam telah melebihi ambang batas baku mutu. Hasil pengukuran amonia pada awal penelitian kolam yang mendapat cahaya 0.6433 mg/L dan 0.9530 mg/L pada akhir penelitian. Kolam yang mendapat cahaya memiliki nilai amonia 0.2844 mg/L dan 0.6858 mg/L.

Organisme pengganggu

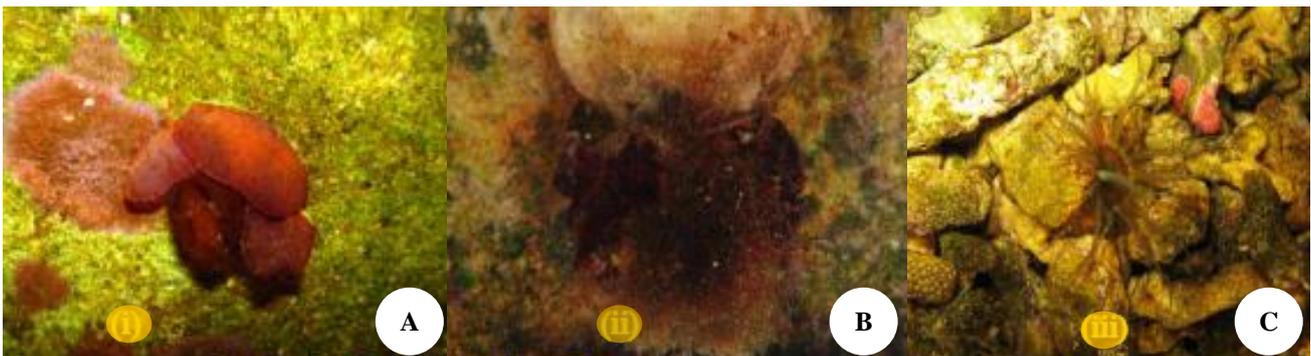
Umumnya pada perairan terdapat organisme yang mengganggu biota yang hidup pada perairan tersebut. Demikian juga dengan perairan dalam kolam terkontrol terdapat organisme seperti alga yang dapat menghambat pertumbuhan karang dan akan menambah persaingan untuk mendapatkan makanan, nutrisi, dan oksigen. Alga dapat ditemukan pada dinding kolam, substrat, pada selang aerator, dan pada karang yang ditransplantasi (Gambar 1).

Kandungan unsur hara yang tinggi (terutama nitrat) akan memacu laju pertumbuhan alga berfilamen yang tumbuh pada substrat fragmen karang lunak. Alga ini dapat mengganggu efektifitas pemanfaatan cahaya, kompetitor dalam mencari ruang dan bahkan dapat memotong jaringan tubuh karang lunak yang ditransplantasi (Haris 2001). Pembersihan kolam dari alga dan anemone dilakukan setiap satu minggu sekali, dan dalam satu minggu kemudian alga dan anemone tumbuh disekitar dinding kolam, substrat karang lunak bahkan pada tubuh karang lunak itu sendiri. Pertumbuhan alga yang subur dapat menutupi permukaan polip karang sehingga menghalangi *zooxhantella* berfotosintesis. Karang yang mendapat sedikit masukan makanan dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat dan dapat mengakibatkan kematian.

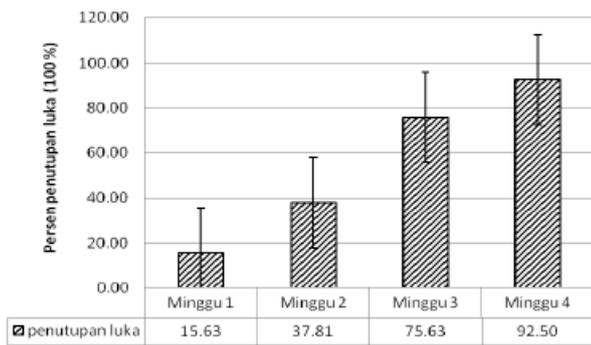
Tabel 1. Parameter kualitas air kolam pemeliharaan

Parameter	Satuan	Perlakuan				Baku Mutu*
		Kolam terbuka		Kolam tertutup		
		I	II	I	II	
Suhu	°C	26-28		26-28		28-30
Salinitas	‰	31-33		31-33		33-34
Nitrat	mg/L	0.9122	1.1100	0.2000	0.8062	0.0080
Nitrit	mg/L	0.0019	0	0.0011	0	
Amonia	mg/L	0.6433	0.9530	0.2844	0.6858	0.3000

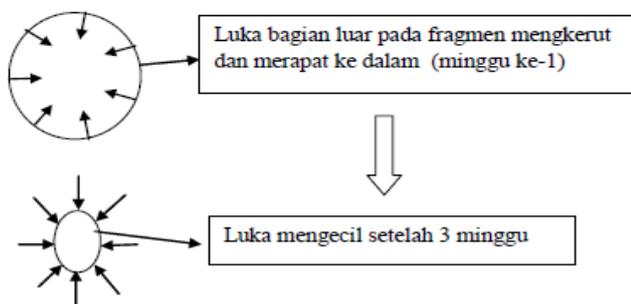
Keterangan: *Baku mutu Keputusan MENLH No. 51 tahun 2004 tentang baku mutu kualitas air untuk biota



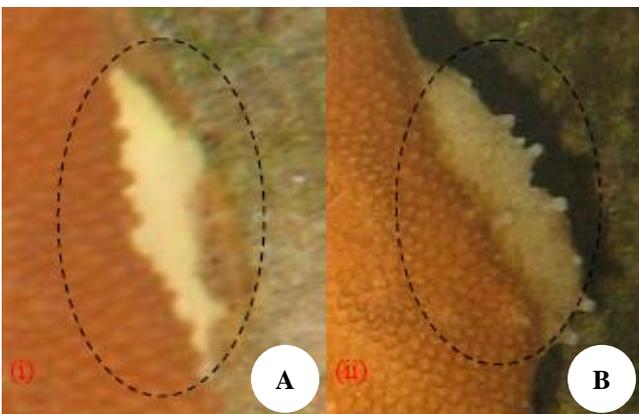
Gambar 1. Organisme pengganggu. A. Alga coklat cembung, B. Alga coklat berfilamen, C. Anemon



Gambar 2. Persentase penutupan luka



Gambar 3. Proses penyembuhan luka pada fragmen karang lunak



Gambar 4. Penyembuhan luka karang lunak *Lobopytum strictum* (A) awal penelitian, (B) penutupan luka (selama 4 minggu)

Transplantasi karang lunak

Penutupan luka

Pada saat ditransplantasi karang akan berubah warna dan mengeluarkan lendir. Hal ini mengindikasikan bahwa karang lunak mengalami stress. Masa adaptasi karang lunak adalah masa yang paling kritis karena karang lunak harus menyesuaikan dengan lingkungan. Karang lunak akan mengeluarkan mucus (lendir) dalam jangka waktu yang lama jika kondisi perairan kurang mendukung untuk kehidupan. Mucus berfungsi sebagai perlindungan diri dari lingkungan luar dan akan kembali normal jika telah stabil (Zulfikar 2003).

Pada minggu pertama setelah fragmentasi lendir yang dikeluarkan karang lunak cukup banyak. Minggu kedua, lendir mulai berkurang dan luka pada karang lunak sudah mulai tertutup sebesar 37,81 % ± 1,51. Minggu ketiga karang masih mengeluarkan lendir tetapi tidak sebanyak minggu kedua. Penutupan luka pada minggu ketiga mencapai 75,63 % ± 1,41. Pada minggu keempat lendir pada karang lunak masih ada namun sangat tipis dan luka sudah hampir tertutup 92,5 % ± 1,51. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi penyembuhan luka hasil fragmentasi (Gambar 2).

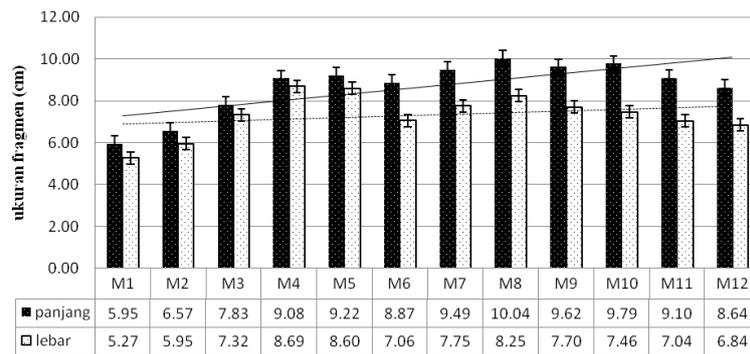
Proses penyembuhan luka karang lunak pada penelitian ini berlangsung selama 1 bulan. Demikian juga transplantasi yang telah dilakukan oleh Pramayudha (2010) dan Haris (2001) bahwa penutupan luka berlangsung selama 1 bulan. Proses penutupan luka dimulai dari bagian tepi yang terluar kemudian akan merapat ke dalam sehingga luka akan tertutup (Gambar 3). Pada minggu ke-2 karang mulai berubah warna dari coklat pucat menjadi berwarna coklat segar.

Bagian karang yang dilingkari adalah bagian karang yang terluka (Gambar 4). Luka karang lunak umumnya terjadi pada lapisan ektodermis yang melindungi tubuh karang lunak terhadap kondisi lingkungan seperti arus. Pada awal penelitian (Gambar 4.A) terlihat luka dibagian tepi dan setelah 4 minggu pengamatan (Gambar 4.B), luka pada karang lunak telah tertutup. Indikator penutupan luka adalah lapisan ektodermis yang luka telah tertutup oleh lapisan ektodermis baru dan akan membentuk polip namun tidak sempurna yang aslinya. Selain itu warna karang lunak juga terlihat segar dan tidak terdapat lendir.

Pertumbuhan mutlak

Pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata fragmen karang pada kolam terbuka mengalami fluktuasi. Pada minggu pertama sampai minggu keempat fragmen mengalami pertumbuhan panjang dan lebar, namun pada minggu keenam pertumbuhan mengalami penurunan, dan pada pengamatan minggu ke-9 sampai minggu ke-12 menunjukkan fragmen semakin menurun setiap minggunya. Pertumbuhan panjang rata-rata pada minggu pertama bernilai 5,95 ± 0,31 cm dan pada akhir penelitian bertambah menjadi 8,64 ± 0,32 cm. Panjang rata-rata karang lunak selama penelitian berkisar antara 5,95 ± 0,31 cm sampai 10,04 ± 0,6 cm. Nilai terendah didapatkan pada minggu ke-1 dan nilai tertinggi didapatkan pada minggu ke-8.

Pertumbuhan lebar rata-rata fragmen pada kolam terbuka memiliki nilai 5,27 ± 0,51 cm dan pada akhir penelitian minggu ke-12 lebarnya bertambah menjadi 6,84 ± 0,72 cm. Apabila dilihat pertambahan lebarnya, dari minggu pertama sampai minggu terakhir mengalami pertumbuhan namun dengan nilai yang naik turun. Rata-rata pertumbuhan lebar berkisar antara 5,27 ± 0,51 cm sampai 8,60 ± 0,77cm. Pertumbuhan lebar tertinggi pada minggu ke-5 dan terendah terjadi pada minggu pertama pengamatan. Pertumbuhan lebar pada fragmen karang sebanding dengan pertumbuhan panjang. Dari Gambar 5 diketahui bahwa ketika fragmen karang lunak mengalami penurunan panjang, lebar fragmen juga akan menurun.



Gambar 5. Pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata pada kolam terbuka

Haris (2001) dan Pramayudha (2010) menjelaskan bahwa pertumbuhan karang lunak yang ditransplantasi di alam lebih cepat mengalami pertumbuhan daripada hasil transplantasi di kolam. Faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah arus. Arus akan membantu pengadukan sehingga alga penempel atau kompetitor tidak menempel pada karang. Arus yang terjadi pada kolam sangat kecil yang bersumber dari semprotan aliran air pada pipa. Pergerakan massa air yang terlalu kecil dapat menyebabkan lendir dan alga akan terus menempel sehingga mengganggu aktivitas antokodia dalam menangkap makanan (Zulfikar 2003). Hasil pengamatan pertumbuhan panjang dan lebar yang dilakukan hampir sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Pramayudha (2010) yaitu pertumbuhan panjang di kolam mengalami fluktuasi dan pada pengamatan terakhir mengalami penurunan.

Pada minggu ke-6 dan minggu ke-9 terjadi penurunan panjang dan lebar. Hal ini dikarenakan pada minggu tersebut terjadi curah hujan cukup tinggi sehingga kolam mendapat penambahan air tawar dari air hujan. Penambahan air tawar dapat mengakibatkan penurunan salinitas (Rachmawati 2001). Karang lunak dapat melindungi diri dari kondisi yang merugikan dengan menarik tentakel dari polip ke dalam rongga tubuh dan menyusutkan massa tubuh mereka hingga sepertiga dari ukuran panjang mereka dengan mengeluarkan air. Hal ini dapat sedikit menjelaskan kemampuan mereka untuk bertahan pada kondisi lingkungan yang berfluktuasi (Ellis dan Sharron 1999).

Pakan alami diberikan pada dua bulan pertama sedangkan pada satu bulan terakhir pakan alami diganti dengan pakan buatan *liquidfry*. Pada minggu ke-10 sampai dengan minggu ke-12 fragmen karang mengalami penurunan panjang dan lebar. Hal ini dapat diasumsikan bahwa pasokan makanan dari pakan alami lebih mencukupi daripada *liquidfry*. Pakan buatan dihasilkan dari *liquidfry* tidak mencukupi jumlah makanan yang dibutuhkan sehingga karang lunak mengalami krisis makanan. Selain itu jumlah alga yang terdapat dalam kolam semakin banyak sehingga terjadi kompetisi ruang antara alga dengan karang lunak *L. strictum*.

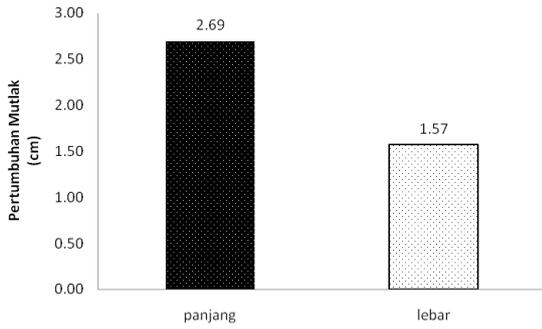
Pertumbuhan mutlak panjang fragmen *L. strictum* awal penelitian sampai akhir penelitian adalah 2,69 cm

sedangkan pertumbuhan mutlak lebarnya mencapai 1,57 cm (Gambar 6). Berdasarkan data dapat disimpulkan bahwa fragmen karang lunak *L. strictum* cenderung tumbuh memanjang dan diasumsikan karena adanya pengaruh arus buatan yang terletak pada arah memanjang karang lunak serta adanya cahaya matahari yang menimbulkan fototaksis yaitu tumbuh mengikuti arah cahaya berasal.

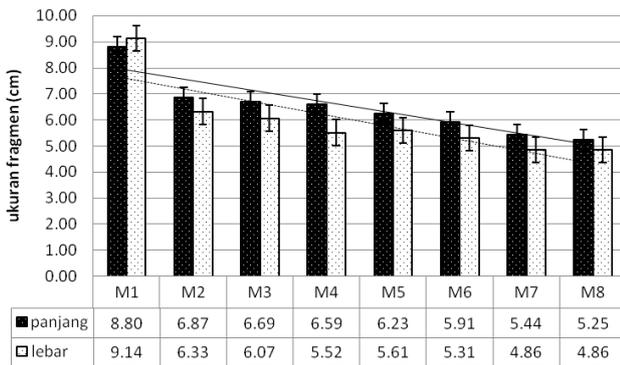
Pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata kolam tertutup (Gambar 7) mengalami penurunan setiap minggu yaitu pada minggu ke-1 memiliki nilai $8,80 \pm 0,55$ cm dan pada akhir penelitian pada minggu ke-8 bernilai $5,25 \pm 0,34$ cm. Nilai tertinggi didapatkan pada pengamatan pertama $8,80 \pm 0,55$ cm dan nilai terendah pada pengamatan minggu ke-8 yaitu $5,25 \pm 0,34$ cm. Fragmen karang lunak yang ditransplantasi pada kolam tertutup hanya mampu bertahan sampai minggu ke-8.

Pada kolam tertutup, pertumbuhan lebar dari minggu pertama sampai minggu ke-8 mengalami penurunan. Nilai pertumbuhan lebar berkisar antara $4,86 \pm 0,64$ cm sampai $9,14 \pm 0,51$ cm. Pertumbuhan terendah terjadi pada minggu ke-8 dan pada minggu ke-9 fragmen karang lunak mati. Proses kematian mula-mula terlihat adanya perubahan warna karang yaitu dari warna coklat menjadi putih pucat yang kemudian diikuti dengan kematian (Suharsono 1984).

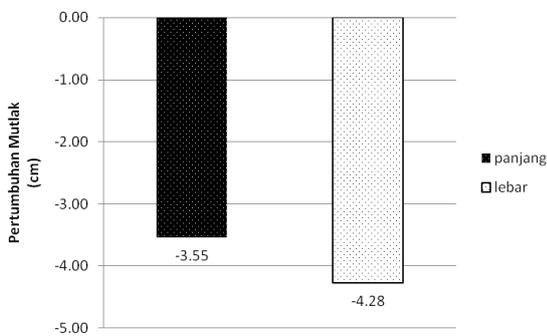
Pertumbuhan mutlak panjang fragmen *L. strictum* awal penelitian sampai akhir penelitian menurun sebesar 3,55 cm sedangkan pertumbuhan mutlak lebarnya juga menurun yaitu 4,28 cm (Gambar 8). Pertumbuhan karang mengalami penurunan setiap minggu. Hal ini dikarenakan kolam tidak mendapat cahaya sehingga pertumbuhan dan proses fotosintesis menjadi terhambat dan mengurangi pasokan makanan. *Zooxhantella* pada karang lunak berperan penting pada penyediaan nutrisi melalui proses fotosintesis dan kemungkinan besar berperan juga pada kalsifikasi dan pengendapan sklerit. Beberapa peneliti menyatakan bahwa pertumbuhan karang mempunyai korelasi positif dengan lama penyinaran matahari dan tidak dengan intensitas cahaya (Haris 2001). Perubahan warna pada spesies *L. strictum* yang terjadi pada awal penelitian menunjukkan bahwa karang lunak mengalami stres dan biasanya disertai dengan keluarnya lendir yang berfungsi untuk mempertahankan diri.



Gambar 6. Pertumbuhan mutlak pada kolam terbuka



Gambar 7. Pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata pada kolam tertutup



Gambar 8. Pertumbuhan mutlak kolam tertutup

Pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata pada kolam terbuka jauh lebih baik dibandingkan dengan kolam tertutup. Verron (1993) menyatakan bahwa cahaya adalah salah satu faktor penting untuk pertumbuhan karang, karena 90 % makanan karang disalurkan oleh *zooxhantella* dan cahaya sangat berperan penting untuk *zooxhantella*. Cahaya dapat membantu pertumbuhan jenis oktokoral yang mengandung *zooxhantella* berdasarkan tingkat iradiasi yang akan mempercepat fotosintesis. Pada kolam tertutup tidak terdapat alga seperti pada kolam terbuka sehingga tidak terjadi kompetisi ruang dengan alga. Hasil analisis ragam untuk pengaruh pencahayaan terhadap pertumbuhan panjang *L. strictum* mendapatkan hasil yang berbeda nyata dengan nilai *Fhit* 12,2078 lebih besar dari *Ftabel* 4,4939. Hal ini menunjukkan bahwa pencahayaan berpengaruh

terhadap pertumbuhan panjang karang lunak *L. strictum*.

Hasil analisis ragam untuk pengaruh pencahayaan terhadap pertumbuhan lebar *L. strictum* mendapatkan hasil yang berbeda nyata dengan nilai *Fhit* 7.1458 lebih besar dari *Ftabel* 4.4939. Hal ini menunjukkan bahwa pencahayaan berpengaruh terhadap pertumbuhan lebar karang lunak *L. strictum*.

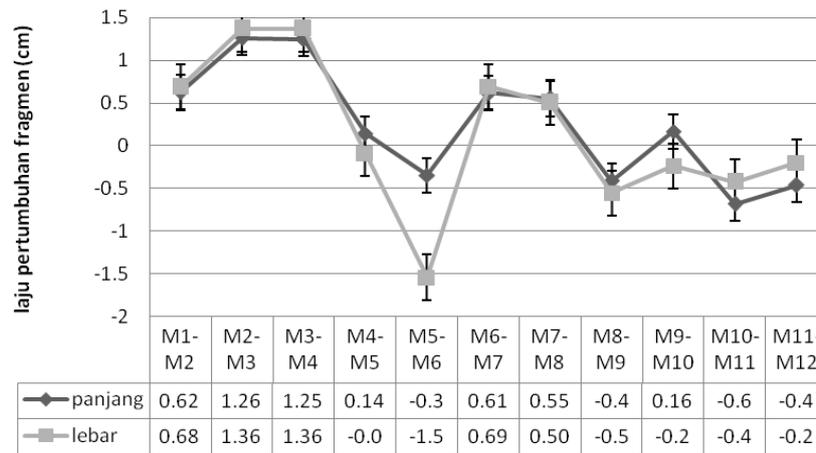
Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan karang lunak mengalami fluktuasi pada setiap minggunya (Gambar 9). Laju pertumbuhan panjang memiliki nilai tertinggi ± 1,26 cm dan terendah ± 0,6 cm. Nilai laju pertumbuhan panjang terendah terjadi pada M10-M11, sedangkan laju tertinggi pada M2-M3. Nilai kisaran laju pertumbuhan lebar antara ±0,5 cm sampai ± 1,36 cm.

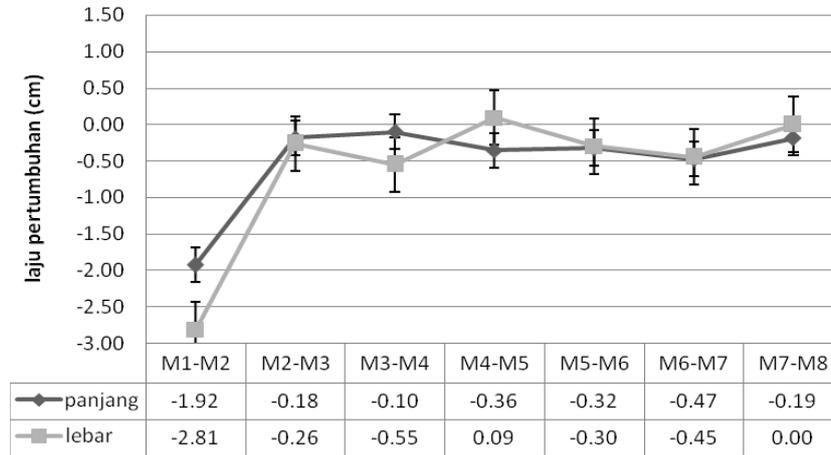
Laju pertumbuhan lebar terendah terjadi pada M5-M6. Secara keseluruhan dari awal hingga akhir penelitian, rata-rata laju pertumbuhan panjang karang lunak pada kolam yang mendapat cahaya mengalami laju penurunan sebesar ±0,22cm, laju pertumbuhan lebar juga mengalami penurunan dari ± 0,68 cm menjadi ± 0,2 cm. Ukuran polip yang panjang dan jumlah polip persatuan luas yang banyak akan mengefektifkan pengambilan makanan. Sorokin (1989) menyatakan bahwa polip yang berukuran besar juga mempunyai *zooxhantella* yang banyak sehingga akan berpengaruh terhadap laju pertumbuhan karang.

Pemberian pakan alami dapat menunjang laju pertumbuhan karang lunak. Pakan alami yang diberikan adalah fitoplankton jenis *Chlorella* sp. yang diberikan setiap seminggu sekali selama penelitian. Laju pertumbuhan pada akhir penelitian mulai menurun dikarenakan adanya kompetisi ruang dengan alga dan anemon sehingga karang lunak tertutup alga dan *zooxhantella* akan sulit berfotosintesis. Pada awal penelitian laju pertumbuhan mulai naik dan kemudian turun pada minggu ke-6. Hal ini dikarenakan belum terjadi kompetisi ruang dengan alga. Pengukuran suhu yang didapatkan lebih rendah dari suhu optimum untuk pertumbuhan. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengakibatkan kehilangan *zooxhantella* dari jaringan karang yang merupakan sumber utama nutrisi dan warna (Manuputty 2008). Pengamatan dengan kontak langsung akan berpengaruh terhadap nilai pengukuran dan dengan intensitas tertentu dapat mengakibatkan karang lunak menjadi mengkerut.

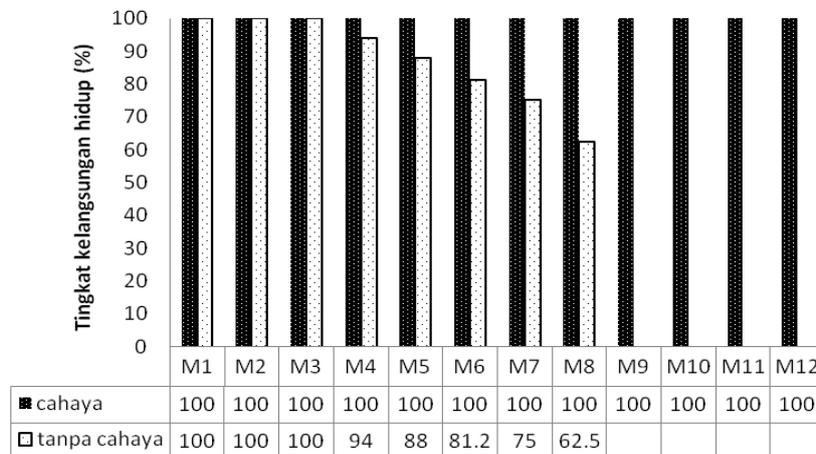
Laju pertumbuhan panjang dan lebar karang lunak pada kolam tertutup dapat dilihat pada Gambar 10. Laju pertumbuhan terpanjang terdapat pada M7-M8 dan terendah terjadi pada M1-M2. Nilai laju pertumbuhan panjang berkisar antara ±1,92 cm sampai ± 1,17 cm. Pada laju pertumbuhan lebar nilai tertinggi pada M4-M5 dan nilai terendah terjadi pada M1-M2. Kisaran nilai laju pertumbuhan lebar antara ±2,81 cm sampai ± 0,09 cm. Berdasarkan Gambar 10, laju pertumbuhan panjang selalu mengalami penurunan pada setiap minggu sedangkan pada laju pertumbuhan lebar mengalami kenaikan pada M4-M5. Laju pertumbuhan panjang dan lebar terendah terjadi pada M1-M2. Hal ini dikarenakan karang masih belum beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan yang baru yaitu tidak mendapat cahaya yang cukup.



Gambar 9. Laju pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata pada kolam terbuka



Gambar 10. Laju pertumbuhan panjang dan lebar rata-rata pada kolam tertutup



Gambar 11. Tingkat kelangsungan hidup karang lunak pada kolam terbuka cahaya dan kolam tertutup

Ketersediaan makanan yang cukup pada karang lunak akan memberikan pertumbuhan yang optimal pada karang. Tidak adanya kompetisi ruang dengan alga maka polip akan mudah untuk mencari makanan. Pada kolam yang tertutup tidak terjadi kompetisi ruang dengan alga. Hal ini dikarenakan pada kolam tidak terdapat cahaya sehingga alga akan sulit tumbuh. Semakin sedikit alga maka pertumbuhan akan semakin optimal, tetapi hal ini tidak terjadi pada kolam yang tertutup. *Zooxanthellae* tidak dapat berfotosintesis karena tidak terdapat cahaya.

Panjang lobus fragmen karang lunak yang terdapat pada kolam tertutup mengalami penurunan bahkan berkurang. Penurunan dalam volume, massa dan jumlah polip dengan sendirinya akan menurunkan kemampuan karang dalam memperoleh energi dari produk fotosintesis *zooxanthellae* yang hidup pada jaringan polipnya (Rani 1999). Warna pada fragmen karang berubah menjadi kuning putih atau bleaching. Coral bleaching dikarenakan kehilangan alga simbiosis (*zooxanthellae*) dan atau pigmen yang dikarenakan stress, proses aklimatisasi dan adaptasi perubahan lingkungan (Woesik et al. 2001).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Al-Horani et al. (2007) menyatakan bahwa karang mampu menyerap kalsium secara optimal pada siang hari sampai sore hari. Kemampuan menyerap akan berkurang pada malam hari. Hal ini membuktikan bahwa karang mampu memproduksi ketika mendapatkan cahaya secara maksimal sehingga mampu berfotosintesis. Peranan *zooxanthellae* dalam kalsifikasi sangat penting. Jika *zooxanthellae* dicegah untuk tidak melakukan fotosintesis atau dipindahkan dari jaringan karang maka reaksi pembentukan CaCO_3 menjadi sangat lambat.

Pada kolam tanpa cahaya, cahaya yang didapatkan kurang optimal karena dalam kondisi yang gelap sehingga proses fotosintesis tidak terjadi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pertumbuhan karang lunak mengalami penurunan setiap minggunya. Hal ini dikarenakan karang lunak tidak mendapatkan pasokan makanan untuk tumbuh sehingga tubuh karang mengerut dan mengecil. Karang akan mengalami kematian apabila kondisi lingkungan yang tidak stabil berlangsung lama (Zulfikar 2003).

Tingkat kelangsungan hidup

Tingkat kelangsungan hidup diukur dari awal penelitian sampai akhir penelitian untuk mengetahui ketahanan karang dan perkembangan karang. Tingkat kelangsungan hidup pada kolam terbuka dan kolam tertutup berbeda. Pada kolam terbuka, tingkat kelangsungan hidup *L. strictum* mencapai 100% sampai akhir penelitian, sedangkan pada kolam tertutup hanya mampu bertahan selama 8 minggu. Kolam tertutup memiliki tingkat kelangsungan hidup 100 % selama tiga minggu dan kemudian menurun setiap minggu hingga mencapai 0% pada minggu ke-9. Gambar 11 menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup pada kolam terbuka lebih tinggi daripada kolam tertutup.

Ketahanan hidup pada karang yang terdapat pada kolam tertutup menurun karena salah satu respon dari karang yang

stres. Sarwono dan Wirawan (1992) menjelaskan bahwa untuk mengurangi atau menghilangkan stres, hewan karang akan melakukan penyesuaian tingkah laku. Jika tidak berhasil maka biota akan kembali mengalami stress bahkan stress itu akan bertambah besar dan akan berdampak pada kematian.

Menurut Rani (1999), polip karang kehilangan warna sebagai akibat keluarnya zooxanthellae dari jaringan polip karang, sebagai tanggapan terjadinya stress pada polip karang akibat perubahan lingkungan. Fragmen tersebut tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru dan juga dipengaruhi dengan luka yang terdapat pada tubuh karang lunak tersebut setelah pemindahan dari lingkungan sebelumnya.

Pada kolam tertutup faktor pencahayaan kurang terpenuhi sehingga pertumbuhan karang lunak menjadi lambat. Rani (1999) menyatakan untuk keberhasilan usaha transplantasi karang perlu memperhatikan kemiripan kondisi oseanografis antara daerah dimana karang diambil dengan daerah yang akan ditransplantasi serta mengurangi tingkat stress selama transportasi dari daerah pengambilan menuju lokasi transplantasi karang lunak. Faktor lain yang berpengaruh adalah, karena *L. strictum* merupakan jenis yang mempunyai kemampuan hidup cukup tinggi dan tumbuh subur pada lingkungan yang berenergi tinggi (Haris 2001).

KESIMPULAN

Pertumbuhan panjang dan lebar karang lunak pada kolam terbuka mengalami fluktuasi setiap minggunya, sedangkan pada kolam tertutup pertumbuhannya negative sehingga terjadi penurunan ukuran panjang dan lebar. Pertumbuhan pada karang mengalami penurunan meskipun sudah diberikan tambahan makanan berupa plankton dan *liquidfry* sebagai perangsang tumbuhnya fitoplankton. Cahaya matahari berperan penting dalam kehidupan karang lunak, karena adanya mikrosimbiosis *zooxanthellae* yang memerlukan cahaya matahari untuk berfotosintesis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelangsungan hidup karang lunak pada kolam terbuka lebih baik daripada kolam tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Horani FA, Tambutté É, Allemand D. 2007. Dark calcification and the daily rhythm of calcification in the scleractinian coral, *Galaxea fascicularis*. *Coral Reefs* 26: 531-538.
- Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Ellis SC, Sharron L. 1999. The Culture of Soft Corals (Order: Alcyonacea) for the Marine Aquarium Trade. Publication No. 137, Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Waimanalo, Hawaii.
- Firdaus AM. 2010. Pengaruh Percabangan Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Transplantasi Karang *Caulastrea furcata* di Pulau Karya, Kepulauan Seribu, Jakarta. [Skripsi]. Program Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardiningtyas SD. 2009. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Karang Lunak *Sarcophyton* sp yang Difragmentasi dan Tidak difragmentasi di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. [Skripsi]. Program

- Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Haris A. 2001. Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Fragmentasi Buatan Karang Lunak (Octocorallia: Alcyonacea) *Sarcophyton trocheliophorum* Von Marenzeller dan *Lobophytum strictum* Tixier Durivault di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Manuputty AEW. 2002. Karang Lunak (Soft Coral) Perairan Indonesia (Buku I, Laut Jawa dan Selat Sunda). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 91 h.
- Manuputty AEW. 2008. Beberapa Aspek Ekologi Oktocoral. *Oseana* 33 (2): 33-42.
- Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: 51. Tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.
- Nugroho SC. 2008. Tingkat Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan Transplantasi Karang Lunak *Sinularia dura* dan *Lobophytum strictum* di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Jakarta. [Skripsi]. Program Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nybakken JW. 2000. Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi. Diterjemahkan oleh Eidman H. M., Koesoebiono, Bengen D. G., Hutomo M, Sukarjo S. PT Gramedia. Jakarta.
- Pramayudha MR. 2010. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Hasil Transplantasi Softcoral *Lobophytum strictum* di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu tahun 2008. [Skripsi]. Program Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rachmawati R. 2001. Terumbu Buatan (Artificial Reef). Pusat Riset Teknologi Kelautan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan, Jakarta.
- Rani C. 1999. Respon Pertumbuhan karang batu *Pocillopora verrucosa* Ellis & Solander dan Kepiting *Trapezia ferruginea* Latreille, xanthidae (yang hidup bersimbiosis) pada Beberapa Karakteristik Habitat. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin 191. Department of The Environment Fisheries and Marine Service, Ottawa, Canada
- Sandy RE. 2000. Penempelan Fragmen Buatan Karang Lunak (*Sinularia* sp.) pada Substrat Pecahan Karang. [Tesis]. Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sarwono, Wirawan S. 1992. Psikologi Lingkungan. PT. Gramedia, Jakarta
- Soedharma D, Arafat D. 2007. Perkembangan Transplantasi Karang di Indonesia. Prosiding Seminar Transplantasi Karang. Bogor, 8 September 2005. Pusat Pengkajian Lingkungan Hidup, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sorokin YL. 1989. Coral Reef Ecology. *Ecological Studies* 102. Springer-Verlag, Berlin
- Suharsono. 1984. Pertumbuhan Karang. *Oseana* 9: 41-48.
- Triyulianti I. 2009. Bioaktivitas Ekstrak Karang Lunak *Sinularia* sp dan *Lobophytum* sp. Hasil Fragmentasi di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tursch B, Braekman JC, Daloze D, Kaisin M. 1978. Terpenoids from coelenterates. In: Scheuer PJ (ed.) *Marine Natural Products, Chemical and Biological Perspectives*. Academic Press, New York.
- Utama NAB. 2010. Pertumbuhan Transplantasi karang Lunak (*Sinularia dura*) di Alam dan Bak Terkontrol. [Skripsi]. Program Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Veron JEN. 1993. *Corals of Australia and the Indo-pasific*. University of Hawaii Press, Honolulu.
- Woesik R, Irikawa A, Loya Y. 2001. Coral Bleaching Sign of Change in Southern Japan, h. 119-141. In: Rosenberg E, Loya Y. (eds.). *Coral Health and Disease*. Springer Verlag, Berlin.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budi Daya Ikan*. Gramedia, Jakarta.
- Zulfikar. 2003. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Karang (*Caulastrea furcata* dan *Cynarina lacrimalis*) Hasil Fragmentasi Buatan Pada Kondisi Terkontrol. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.