

Studi Perubahan Densitas Zooxanthellae pada Translokasi dan Transplantasi Karang *Acropora aspera* dan *Stylophora pistillata* di Jepara

Rohani Juniarta¹, Errien N Aisyah² dan Munasik^{2*}

¹⁾ Alumni Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²⁾ Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

Telp/Fax : 62.24.7474698

Abstrak

Karang hidup bersimbiosis dengan zooxanthellae, dimana karang mendapat zat-zat makanan dan O₂ sebagai hasil fotosintesis dan sebaliknya zooxanthellae mendapat perlindungan, zat hara dan CO₂. Hubungan simbiosis mutualisme ini dipengaruhi faktor biotik dan abiotik. Jika salah satu faktor tersebut melewati batas normal dapat mengakibatkan karang memutih atau "bleaching" dan untuk memulihkannya kembali memerlukan waktu yang lama. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan memakai teknik translokasi dan transplantasi. Untuk pelaksanaan teknik ini, dipilih karang *Acropora aspera* dan *Stylophora pistillata* dan dilakukan pengamatan terhadap densitas zooxanthellae dari ke dua karang tersebut. Karang dipindahkan dari perairan P. Panjang dan ditanam di perairan Teluk Awur Jepara. Pada akhir waktu penelitian, *A. aspera* bisa bertahan hidup sedang *S. pistillata* mengalami kematian. Pengamatan terhadap densitas zooxanthellae, yang meliputi zooxanthellae sehat, berproliferasi dan terdegradasi selama penelitian, menunjukkan adanya fluktuasi tergantung dari kondisi karang.

Kata kunci: zooxanthellae, translokasi, transplantasi, *A. aspera*, *S. pistillata*.

Abstract

Life corals perform symbioses with zooxanthellae, where corals get nutritions and O₂ as photosynthesis results of zooxanthellae, whereas zooxanthellae get shelter, trace elements and CO₂. This mutual symbiotic relation is affected by biotic and abiotic factors. If one of these factors is beyond the normal limit, it can cause the corals exposed to bleaching, and it will take a long time for the corals to be recovered. One of the methods to manage this is by using translocation and transplantation techniques. For this purpose, *Acropora aspera* and *Stylophora pistillata* were used and zooxanthellae density of both corals was analysed. The corals were moved from Panjang Island waters and transplanted in Teluk Awur waters. At the end of the analyses, *A. aspera* could survive but *S. pistillata* was bleaching. Analyses on the zooxanthellae densities, consisting of the healthy, proliferated and degraded zooxanthellae, show fluctuations depending on corals condition.

Key words: zooxanthellae, translocation, transplantation, *A. aspera*, *S. pistillata*.

Pendahuluan

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem khas perairan daerah tropis yang mempunyai produktifitas sangat tinggi demikian pula keanekaragaman hayatinya. Karang batu merupakan fauna dominan dalam ekosistem ini dimana kondisinya dipakai sebagai petunjuk akan kondisi ekologis dari terumbu karang (Westmacott et al., 2000).

Pertumbuhan dan perkembangan karang berkaitan erat dengan zooxanthellae, dimana karang mendapat zat-zat makanan dan O₂ sebagai hasil fotosintesis (Muscatine, 1967 dalam Yamashiro, 1995) dan

sebaliknya zooxanthellae mendapat perlindungan, zat hara dan CO₂ (Odum, 1971; Webber dan Thurman, 1991).

Karang mempunyai kemampuan untuk mengatur jumlah zooxanthellae yang berada pada jaringan tubuhnya (Hoegh-Guldberg dan Smith, 1989). Dalam keadaan normal jumlah zooxanthellae berubah sesuai dengan musim sebagai penyesuaian karang terhadap lingkungan (Brown et al., 1999 dalam Westmacott et al., 2000). Perubahan jumlah zooxanthellae baik zooxanthellae yang sehat, berproliferasi maupun zooxanthellae terdegradasi mempengaruhi proses

fisiologis karang dan laju fotosintesis (Titlyanov *et al.*, 1996). Hoegh-Guldberg dan Smith (1989) menyatakan ada tiga cara yang dilakukan karang dalam mengatur jumlah simbiotnya yaitu pelepasan zooxanthellae pada perairan, pemangsa zooxanthellae dan penghambatan pertumbuhan zooxanthellae.

Hubungan simbiosis mutualisme ini dipengaruhi faktor biotik dan abiotik, dimana faktor abiotik meliputi suhu, salinitas, cahaya, pH, kecepatan arus, kejernihan air, kedalaman dan pengendapan oleh sedimen (Nybakken, 1992). Jika salah satu dari faktor tersebut melewati batas normal akibat tekanan sehingga membahayakan pertumbuhan dan perkembangan karang, khususnya keberadaan zooxanthellae pada karang, maka zooxanthellae dapat terlepas dari jaringan karang yang mengakibatkan karang memutih atau *bleaching* (Barnes and Hughes, 1999).

Ekosistem terumbu karang di Teluk Awur telah mengalami kerusakan akibat masukan air tawar secara terus menerus dari sungai-sungai baik kecil maupun besar disekitarnya yang membawa partikel-partikel sedimen ke daerah terumbu yang mengakibatkan perairan menjadi keruh. Untuk pemulihan terumbu karang di Teluk Awur diperlukan waktu yang lama karena umumnya rekrutmen karang secara alami berlangsung sangat lambat dan rendah karena dipengaruhi oleh kondisi perairan seperti tingkat sedimentasi, kompetitor dan predator. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian translokasi karang yaitu pemindahan penanaman karang di tempat berbeda dengan teknik transplantasi karang pada blok-blok semen, mengingat Teluk Awur memiliki dasar perairan lanau dan pasir. Karang yang ditransplan diambil dari dataran terumbu karang di Pulau Panjang.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh translokasi dan transplantasi karang terhadap densitas zooxanthellae, khususnya yang bersimbiosis dengan karang *Acropora aspera* dan *Stylopora pistillata*. Selanjutnya, informasi ini dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam rehabilitasi terumbu karang di wilayah yang mengalami kekeruhan, khususnya di Teluk Awur.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 September - 16 Desember 2001 di Teluk Awur. Materi utama penelitian ini adalah zooxanthellae yang terdapat pada karang *Acropora aspera* dan *Stylopora pistillata* yang telah ditranslokasi dan ditransplantasi. Sedangkan metode penelitian yang digunakan adalah

eksperimen lapangan, dimana sampel koloni karang minimal berdiameter 15 cm (Sai, 1992) dan untuk sampel *A. aspera* diupayakan memiliki diameter sama untuk mempermudah penghitungan luasan karang.

Sampel karang yang diperoleh dari dataran terumbu karang di Pulau Panjang dipindahkan ke Teluk Awur untuk ditransplan. Sampel karang dipisahkan dari koloninya dengan menggunakan tатаh dan tang, kemudian diangkut dalam ember berisi air laut ke Teluk Awur. Sampel ini lalu diikat dengan kawat email pada skeleton karang mati yang telah ditancapkan pada blok-blok berukuran 30x20x7 cm yang terbuat dari campuran pasir dan semen (5:1). Sampel karang dibagi menjadi 3 kelompok yaitu (1) blok analisa untuk sampel karang yang akan dianalisa di laboratorium, (2) blok dokumentasi untuk sampel karang yang digunakan untuk pemotretan (3) blok stok untuk sampel karang sebagai cadangan bahan analisa. Setiap blok terdapat 12 cabang karang.

Zooxanthellae diisolasi dari sampel-sampel karang yang terdapat pada blok analisa dengan cara menyikat sampel karang perlahan-lahan sampai berwarna putih sambil dialiri air laut sebanyak 100 ml. Cairan yang diperoleh disaring dengan planktonet 25 mm dan kemudian dipusingkan selama \pm 5 menit agar sampel teraduk sampai homogen (Juniarta, 2001). Dengan memakai haemocytometer dan mikroskop perbesaran 400x, zooxanthellae dalam sampel dianalisa kondisi dan densitasnya. Pengamatan densitas zooxanthellae dilakukan dengan interval waktu yang berbeda.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Translokasi dan Transplantasi terhadap Karang

Di awal penelitian *A. aspera* maupun *S. pistillata* memperlihatkan tanda-tanda stress dengan mengeluarkan lendir yang berlebihan, matinya polip baru dan terjadi perubahan warna karang. *A. aspera* mengalami kenaikan densitas zooxanthellae mulai hari keenam, dimana terdapat tanda-tanda sementasi yang ditunjukkan dengan mulai melekatnya karang transplan pada skeleton karang mati dan bertambah banyaknya tunas-tunas baru pada ujung karang transplan. Dan di akhir penelitian (hari ke-71) karang *A. aspera* bertahan hidup dan melekat sepenuhnya pada skeleton karang mati. Sedangkan *S. pistillata* mengalami kenaikan densitas zooxanthellae mulai hari ke-4 sampai hari ke-7. Hari ke-11 mengalami penurunan sampai hari ke-36 dan dihari ke-57 mengalami perubahan warna yang disertai hilangnya zooxanthellae (*bleaching*). Di akhir penelitian (hari ke-71) karang mati dan tertutupi

sedimen. Kondisi karang pada saat awal dan akhir proses translokasi dan transplantasi dapat dilihat pada Gambar 1-3.

Perubahan warna yang terjadi pada karang adalah sebagai akibat adanya perubahan densitas zooxanthellae. Hal ini terjadi sebagai respon awal dari kedua jenis karang dalam proses adaptasi lingkungan, dimana perairan Teluk Awur lebih keruh dibandingkan Pulau Panjang. Terbukti dengan MPT di Teluk Awur (13,807 mg/l) lebih besar dibandingkan di Pulau Panjang (2,96 mg/l), dimana nilai tersebut telah melebihi batas normal 3,85 mg/l (Connel and Hawker, 1992) yang menunjukkan tingginya tingkat eutrofikasi dan sedimentasi sehingga mempengaruhi laju pertumbuhan dan reproduksi karang (Tomascik and Sander, 1987 dalam Wittenberg et al., 1992). Tingginya tingkat MPT dan sedimentasi di Teluk Awur disebabkan bertambahnya populasi penduduk disekitar daerah terumbu karang, dekat area pertanian dan tambak serta erosi tanah.

Karang pada umumnya bisa beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Adaptasi tersebut tergantung pada jenis morfologi dan bentuk keseluruhan / kemampuan karang tersebut (Suharsono, 1998), dimana tubuh karang merupakan faktor pembatas dari pertumbuhan zooxanthellae (Franklin dan Berges, 2000). *A. aspera* dan *S. pistillata* termasuk karang bercabang dan berpolip kecil (Sukarno, 1977 dalam Bengen dan Widinugraheni, 1995), namun keduanya mempunyai daya tahan yang berbeda terhadap perubahan lingkungan. Karang *A. aspera* merupakan karang yang mempunyai pertumbuhan cepat (Widjatomoko et al., 1999) dan memiliki kemampuan untuk beradaptasi/berkompetisi dengan jenis karang lainnya dalam mempertahankan tempat hidup/habitat (Rosen, 1971 dalam Bengen dan Widinugraheni, 1995). Namun *A. aspera* tergolong karang yang sensitif (Connel and Hawker, 1992) karena membutuhkan kecerahan perairan tinggi dan perairan terbuka dengan sirkulasi air bebas (Braithwaite, 1971 dalam Bengen dan Widinugraheni, 1995). Karang ini tidak dapat membersihkan diri dari sedimen karena memiliki polip yang kecil sehingga memerlukan ombak dan arus yang sesuai (Sukarno, 1977 dalam Bengen dan Widinugraheni, 1995).

Karang *S. pistillata* mengalami penurunan densitas zooxanthellae yang diduga karena mengalami stress. Stress lingkungan yang berkelanjutan dapat mengakibatkan karang tidak berwarna atau memutih dan akan melepaskan simbiotiknya (Vicente, 1989). Hasil ini sesuai dengan penelitian Munasik et al. (2000) bahwa *S. pistillata* tidak ditemukan di Teluk Awur,

dimana diduga kondisi perairan Teluk Awur tidak cocok untuk kehidupan karang *S. pistillata* sehingga sulit untuk ditransplantasi. Selain itu diduga karena reproduksi aseksual karang *S. pistillata* berupa fragmentasi lebih lambat daripada karang *A. aspera*.

Hal ini terbukti dari survey di lapangan bahwa karang *A. aspera* lebih dominan dibandingkan karang *S. pistillata* di P. Panjang. Juga ditemukan patahan skeleton karang *A. aspera* tumbuh bersama dengan patahan karang *Montipora digitata*.

Pemindahan koloni karang ke tempat yang berbeda menyebabkan pemutihan karang, dimana karang melepaskan zooxanthellae (Dustan, 1982 dalam Hayes dan Bush, 1990). Hal ini karena kemampuan karang dalam mengatasi sedimen berbeda-beda (Stoddart, 1969 dalam Dubinsky dan Achnitov, 1990), tergantung pada bentuk morfologi secara keseluruhan (Suharsono, 1998). Menurut Pomeroy et al. (1965) dalam Supriharyono (2000) sedimen memiliki kecenderungan mengabsorpsi unsur-unsur hara tanah dan kondisi ini menimbulkan dampak bagi pertumbuhan karang. Kematian *S. pistillata* yang terjadi pada akhir penelitian, diduga karena unsur-unsur sedimen di Teluk Awur tidak cocok bagi pertumbuhan karang tersebut. Hal ini mengakibatkan zooxanthellae pada karang tersebut mengalami kekurangan makanan sehingga menurunkan densitas zooxanthellae (Parker et al., 1996).

Sementara kemampuan karang *A. aspera* bertahan hidup diduga kuat dipengaruhi oleh komposisi kandungan bahan organik di perairan tersebut yang kemungkinan cocok untuk pertumbuhan karang *A. aspera*, karena pada dasarnya karang mengambil bahan organik dari perairan sebagai sumber makanan (Stephens, 1977 dalam Rinkevich and Loya, 1979). Selain itu percabangan pada *A. aspera* meningkatkan jumlah "mulut" untuk makan (Levinton, 1982) seperti yang terlihat diakhir penelitian, percabangan *A. aspera* bertambah banyak. Demikian juga dengan besarnya polip, menurut Parker et al., (1996) karang dengan polip yang besar mempunyai kelulushidupan yang lebih lama, dimana polip *A. aspera* lebih besar dibandingkan *S. pistillata*.

Pengaruh Translokasi dan Transplantasi Karang terhadap Zooxanthellae

Struktur zooxanthellae yang sehat memperlihatkan adanya dinding sel yang masih utuh dan bundar, berwarna kuning dan di bagian dalam sel terlihat "pyrenoid" dan "accumulation body". Zooxanthellae berproliferasi ditandai adanya pembelahan zooxanthellae yang sehat menjadi dua sel yang sama.

Sedangkan zooxanthellae terdegradasi ditunjukkan adanya bentuk dinding sel yang tidak teratur, berwarna coklat kekuningan, merah kehitaman atau transparan (pucat), ukurannya kecil dibandingkan zooxanthellae sehat dan bagian dalam sel zooxanthellae terdegradasi terdapat vakuola. Hasil pengamatan terhadap densitas zooxanthellae pada ke dua jenis karang selama masa penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Densitas total zooxanthellae pada karang *A. aspera* memiliki nilai minimum $3,47 \times 10^6$ sel/cm² dan maksimum $13,25 \times 10^6$ sel/cm², sedangkan pada karang *S. pistillata* memiliki nilai minimum 0×10^6 sel/cm² (mati) dan maksimum $10,79 \times 10^6$ sel/cm². Data densitas zooxanthellae tersebar normal dan fluktuasi densitas zooxanthellae pada kedua jenis karang berdasarkan waktu pengamatan terlihat pada grafik di Gambar 4.

Pada awal pengamatan densitas zooxanthellae pada kedua jenis karang tidak jauh berbeda yaitu karang *A. aspera* = $7,77 \times 10^6$ sel/cm² dan karang *S. pistillata* = $7,76 \times 10^6$ sel/cm². Penurunan densitas zooxanthellae dimulai pada hari pertama pengamatan yaitu pada karang *A. aspera* menjadi $6,83 \times 10^6$ sel/cm² dan karang *S. pistillata* menjadi $7,47 \times 10^6$ sel/cm². Pada karang *A. aspera* penurunan densitas zooxanthellae terus terjadi sampai hari kelima menjadi $3,47 \times 10^6$ sel/cm². Sedangkan penurunan densitas zooxanthellae pada karang *S. pistillata* terjadi sampai hari kedua menjadi $6,13 \times 10^6$ sel/cm². Namun pada hari keenam densitas zooxanthellae pada karang *A. aspera* mengalami kenaikan ($4,25 \times 10^6$ sel/cm²), dimana mulai tumbuh tunas-tunas baru pada karang tersebut. Sedangkan *S. pistillata* mengalami kenaikan densitas zooxanthellae mulai hari ketiga ($6,69 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ketujuh ($10,79 \times 10^6$ sel/cm²), tetapi pada hari ke-11 mengalami penurunan ($8,82 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-36 ($4,85 \times 10^6$ sel/cm²). Sedangkan densitas zooxanthellae pada *A. aspera* terus mengalami kenaikan, pada hari ke-11 ($6,26 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-22 ($9,15 \times 10^6$ sel/cm²) dan mulai hari ke-11 skeleton karang mulai melekat pada karang mati. Pada hari ke-57 *S. pistillata* mengalami *bleaching* dan di akhir penelitian karang mati tertutupi sedimen. Sedangkan *A. aspera* bertahan hidup sampai akhir penelitian (hari ke-71) dengan densitas zooxanthellae mencapai $13,25 \times 10^6$ sel/cm². Skeleton karang melekat pada karang mati (sementasi) dan ditandai dengan bertambah banyaknya tunas-tunas baru.

Densitas zooxanthellae yang sehat pada *A. aspera* memiliki nilai minimum $2,49 \times 10^6$ sel/cm² dan maksimum $6,88 \times 10^6$ sel/cm², sedangkan pada *S.*

pistillata memiliki nilai minimum 0×10^6 sel/cm² (mati) dan maksimum $5,46 \times 10^6$ sel/cm². Zooxanthellae yang sehat pada karang *A. aspera* mengalami penurunan secara terus menerus mulai hari pertama ($4,25 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-5 ($2,51 \times 10^6$ sel/cm²). Sedangkan densitas zooxanthellae yang sehat pada karang *S. pistillata* mengalami penurunan mulai hari ke-1 ($3,85 \times 10^6$ sel/cm²). Fluktuasi densitas zooxanthellae yang sehat pada kedua jenis karang berdasarkan waktu pengamatan terlihat pada grafik di Gambar 5. Kenaikan densitas zooxanthellae sehat pada karang *A. aspera* mulai hari ke-6 ($2,88 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-71 ($6,88 \times 10^6$ sel/cm²). Sedangkan densitas zooxanthellae sehat pada karang *S. pistillata* mengalami kenaikan pada hari ke-2 ($3,88 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-7 ($5,46 \times 10^6$ sel/cm²). Namun penurunan densitas zooxanthellae sehat terjadi pada hari ke-11 ($4,78 \times 10^6$ sel/cm²) sampai hari ke-36 ($3,17 \times 10^6$ sel/cm²).

Densitas zooxanthellae berproliferasi pada karang *A. aspera* memiliki nilai minimum $0,27 \times 10^6$ sel/cm² dan maksimum $2,30 \times 10^6$ sel/cm², sedangkan densitas zooxanthellae berproliferasi pada karang *S. pistillata* memiliki nilai minimum 0×10^6 sel/cm² (mati) dan maksimum $1,88 \times 10^6$ sel/cm². Fluktuasi densitas zooxanthellae berproliferasi pada kedua jenis karang terlihat pada grafik di Gambar 6.

Densitas zooxanthellae terdegradasi pada karang *A. aspera* memiliki nilai minimum $0,69 \times 10^6$ sel/cm² dan maksimum $4,07 \times 10^6$ sel/cm², sedangkan densitas zooxanthellae terdegradasi pada karang *S. pistillata* memiliki nilai minimum 0×10^6 sel/cm² (mati) dan maksimum $3,46 \times 10^6$ sel/cm². *S. pistillata* mengalami *bleaching* dulu sebelum pada akhirnya mati tertutupi sedimen. Fluktuasi densitas zooxanthellae terdegradasi pada kedua jenis karang terlihat pada grafik di Gambar 7.

Dalam keadaan normal jumlah zooxanthellae berubah sesuai dengan penyesuaian karang terhadap lingkungannya dan dapat pulih kembali menjadi normal (Brown *et al.*, 1999 dalam Westmacott *et al.*, 2000), tetapi hal ini tergantung dari lamanya dan tingkat gangguan lingkungan (Hoegh-Guldberg, 1999 dalam Westmacott *et al.*, 2000). Densitas zooxanthellae pada penelitian ini, baik pada karang *A. aspera* maupun *S. pistillata*, mencapai 10^6 /cm². Hal ini sesuai dengan Drew (1972) dalam Wilkerson *et al.* (1988) yang mengatakan densitas zooxanthellae berkisar $0,6 - 8,5 \times 10^6$ /cm² pada permukaan karang, dimana tergantung spesies dan kedalaman habitatnya.

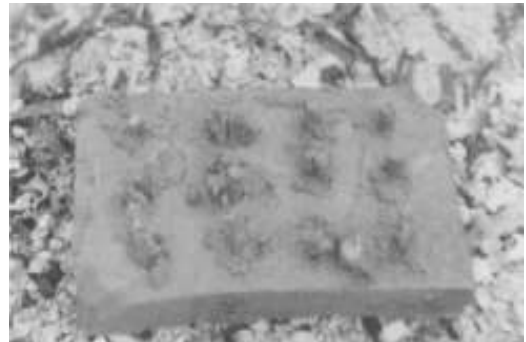
Patton *et al.* (1977) dalam Smant-Froelich dan Pilson (1980) menjelaskan bahwa zooxanthellae mensuplai cadangan lemak serta mempengaruhi

Tabel 1. Densitas Zooxanthellae yang sehat, berproliferasi dan terdegradasi pada karang *Acropora aspera* dan *Stylqphora pistillata* selama penelitian.

Waktu Pengamatan (hari)	Zooxanthellae sehat (x10 ⁶ sel/cm ²)		Zooxanthellae berproliferasi (x10 ⁶ sel/cm ²)		Zooxanthellae terdegradasi (x10 ⁶ sel/cm ²)		Densitas total zooxanthellae (x 10 ⁶ sel/cm ²)	
	<i>A.aspera</i>	<i>S.pistillata</i>	<i>A.aspera</i>	<i>S.pistillata</i>	<i>A.aspera</i>	<i>S.pistillata</i>	<i>A.aspera</i>	<i>S.pistillata</i>
0	4,25	1,08	1,13	1,14	2,39	2,54	7,77	7,76
1	4,10	3,85	0,90	1,21	1,80	2,42	6,83	7,47
2	3,33	3,88	0,87	0,69	1,93	1,56	6,12	6,12
3	2,78	3,94	0,73	0,94	1,57	1,81	5,08	6,69
4	2,65	4,06	0,41	1,14	1,11	2,26	4,18	7,46
5	2,51	4,08	0,27	1,26	0,69	2,42	3,47	7,76
6	2,88	4,07	0,46	1,51	1,03	2,93	4,37	8,51
7	3,61	5,46	0,63	1,88	1,34	3,46	5,61	10,79
11	3,80	4,78	0,80	1,35	1,66	2,69	6,26	8,82
15	4,14	4,93	1,01	1,19	1,82	2,17	6,97	8,29
22	4,12	4,39	1,33	0,75	2,60	1,76	8,05	6,90
36	4,88	3,17	1,43	0,42	2,83	1,26	9,15	4,83
57	5,04	0,00	1,93	0,00	3,43	0,00	10,40	0,00
71	6,88	0,00	2,30	0,00	4,07	0,00	13,25	0,00



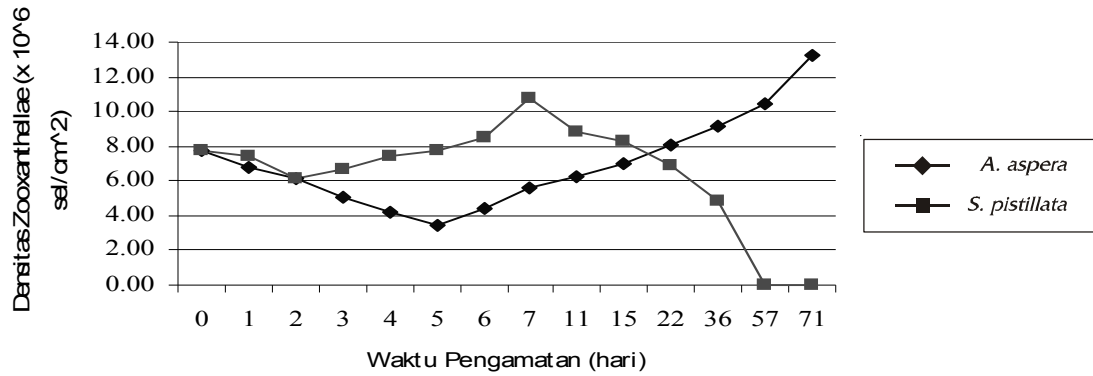
Gambar 1. Kondisi awal *Acropora aspera* dan *Stylqphora pistillata*



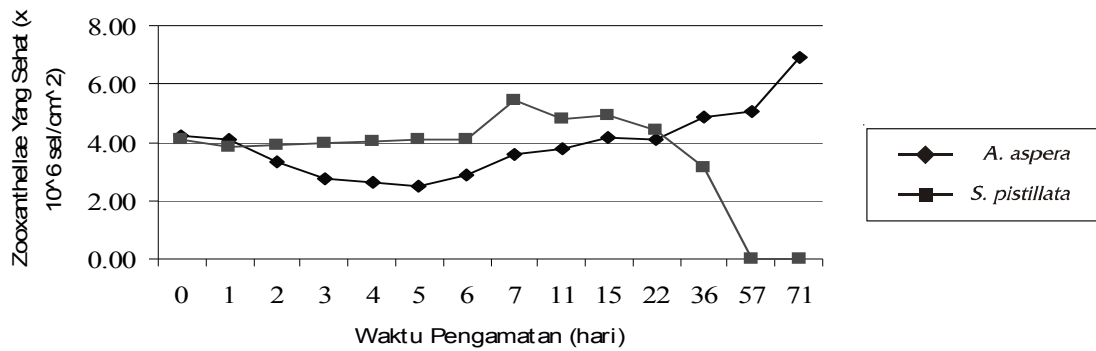
Gambar 2. Kondisi karang *Stylqphora pistillata* pada hari ke 71



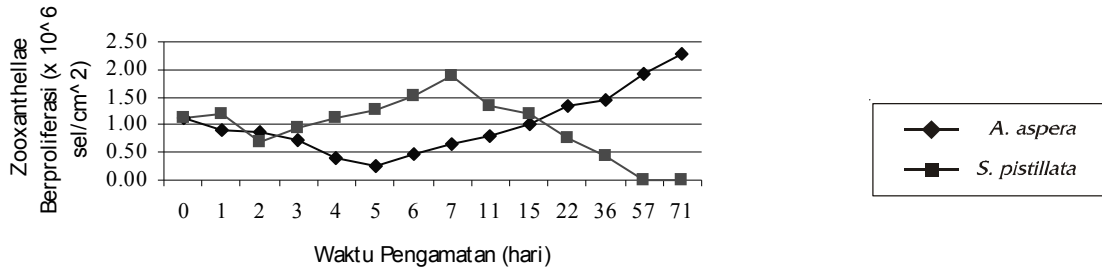
Gambar 3. Kondisi karang *Acropora aspera* pada hari ke 71



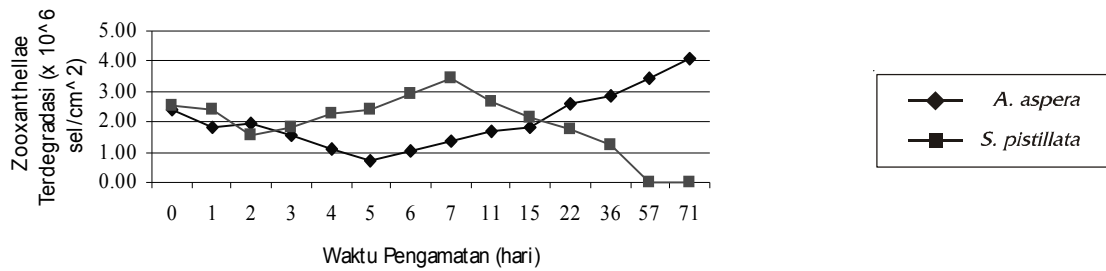
Gambar 4. Grafik densitas total zooxanthellae pada karang *A. aspera* dan *S. pistillata*



Gambar 5. Grafik densitas zooxanthellae yang sehat pada karang *A. aspera* dan *S. pistillata*



Gambar 6. Grafik densitas zooxanthellae berproliferasi pada karang *A. aspera* dan *S. pistillata*



Gambar 7. Grafik densitas zooxanthellae terdegradasi pada karang *A. aspera* dan *S. pistillata*

komposisi biokimia pada inang, sedangkan zooxanthellae sendiri merupakan cadangan nutrisi bagi karang pada saat terjadi keterbatasan makanan. Menurut Hoegh-Guldberg *et al.*, (1989) pada kondisi normal, karang melepaskan sekitar 0,1-1% dari total jumlah zooxanthellae setiap hari. Sedangkan pelepasan zooxanthellae ini menurut Woesik (1998) diatur melalui 5 mekanisme sebagai berikut: (1) inang mengurangi alga dengan *exocytosis*, (2) sel inang dibagi secara sinkron sesuai populasi alga, (3) inang mengatur peningkatan populasi alga dengan menghambat pembelahan alga, pengikatan nutrisi atau mengatur aliran metabolisme keluarnya alga, (4) mematikan sel (apoptosis) dan (5) inang mengurangi digesti alga.

Karang mengatur jumlah zooxanthellae melalui beberapa cara, salah satunya melalui penurunan jumlah zooxanthellae berproliferasi (Wilkerson *et al.*, 1988) dengan cara menghasilkan faktor penghambat pertumbuhan dan mengurangi suplai nutrisi yang berguna untuk pertumbuhan alga (Rees, 1991 dalam Woesik, 1998; Jones dan Yellowlees, 1997). Keterbatasan suplai nitrogen dan fosfor pada zooxanthellae akan menurunkan jumlah zooxanthellae berproliferasi (Yonge & Nicholas, 1931 dalam Titlyanov *et al.* 1996), namun zooxanthellae pada karang *S. pistillata* mampu berproliferasi di bawah kondisi tertekan (Titlyanov *et al.*, 1996).

Zooxanthellae terdegradasi kehilangan pigmen klorofil sehingga berwarna coklat gelap, merah dan transparan, pada cytoplasma terlihat adanya satu atau dua vakuola besar dan sejumlah besar *oil droplet*. Warna transparan dari zooxanthellae menunjukkan sel alga kehilangan pigmen fotosintesis dan merupakan hasil pemangsaan oleh inang (Szmant dan Gasmann, 1989). Menurut Titlyanov *et al.* (1996) zooxanthellae terdegradasi mengalami beberapa tahapan yaitu: (1) Sel terlihat berbeda dengan zooxanthellae yang sehat, berwarna coklat dan lebih padat serta terdapat sejumlah besar *oil droplet*, (2) Zooxanthellae berwarna coklat merata pada seluruh bagian sel dan sebagian dinding sel rusak, jumlah kloroplas menurun tajam dan terdapat peningkatan jumlah *oil droplet* dan (3) Sel zooxanthellae berwarna oranye sampai coklat gelap dan terdapat "starch" dalam jumlah besar.

Proses degradasi biasanya terjadi di malam hari dan mengikuti ritme makan, dimana polip mengatur intensitas zooxanthellae terdegradasi dengan menstimulasi kekurangan makanan (Woesik, 1998). Frekuensi zooxanthellae terdegradasi dan berproliferasi hampir sama dan di bawah kondisi normal zooxanthellae terdegradasi akan keluar dari tubuh inangnya sebagai partikel individu (Titlyanov *et al.*, 1996).

Kesimpulan

Densitas zooxanthellae pada karang *A. aspera* dan *S. pistillata* yang meliputi zooxanthellae sehat, berproliferasi dan terdegradasi selama pengamatan mengalami fluktuasi. Sesuai dengan kondisi karang setelah proses translokasi dan transplantasi, densitas zooxanthellae pada *A. aspera* cenderung naik, sebaliknya pada *S. pistillata* cenderung turun hingga karang ini mengalami kematian.

Daftar Pustaka

- Baker, A. 1994. Nutritional Sources and Sink of Carbon and Nitrogen in The Solitary Coral *Heliofungia actiniformis*. Thesis. School of Biological Sciences. University of Sidney
- Barnes, D.J, and B.E. Chalker 1990. Calcification and Photosynthesis in Reef-building Coral and Algae. Coral Reefs. Ecosystem of The World 25. Department of Life Science. Bar-Ilan University. 52100 Ramat Gan. Israel.
- Devianti, E. 2001. Studi Zooxanthellae Terdegradasi dan Berproliferasi pada Planula Karang *Pocillopora damicornis*. Skripsi (tidak dipublikasikan). Jurusan Ilmu Kelautan. FPIK. UNDIP. Semarang, 99 hal
- Franklin, D, and J.A. Berges. 2000. Cellular Responses to Environmental Stress in Dinoflagellates. [www. Unicorel. Com](http://www.Unicorel.com)
- Hoegh-Guldberg, O, and G.J. Smith. 1989. The Effect of Sudden Change in Temperature, Light, and Salinity on The Population Density and Export of Zooxanthellae From The Reef Corals *Stylopora pistillata* Esper and *Seriatopora hystrix* Dana. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* (129): 279-303.
- Kuroki, T and R.V. Woesik, 1999. Changes In Zooxanthellae Characteristic In The Coral *Stylopora pistillata* during The 1998 Bleaching Event Galaxea Journal of The Japanese Coral Reef Society". University of Tokyo Hongo, Japan
- Munasik, W. Widjatmoko, E Soefriyanto dan S. Sedjati 2000. "Struktur Komunitas Karang Hermatifik di Perairan Jepara. *Ilmu Kelautan* 5: 217-224 hlm.
- Muscantine, L. C., Ferrier-Pages, A., Blackburn. R.D., Gates, G., Baghdasarian and D. Allemand. 1998. Cell-Specific Density of Dinoflagellata in Tropical Anthozoans. *Coral Reef* : 17 : 329 - 337
- Parker, G. Lee, K.W. and Cook, C.B. 1996. Changes in The Ultrastructure of Symbiotic Zooxanthellae (*Symbiodinium* sp., Dinophyceae) in Fed and

- Starved Sea Anemones Maintained Under High and Low Light. *J. Phycol.* 32 : 987 - 994.
- Titlyanov EA, Titlyanova TV, Tsukahara J, Van woelik R, Yamazato, K. 1996. Degradation of Zooxanthellae and Regulation of Their density in Hermatifc Corals. *Marine Ecology Progress Series* 139 : 167 -178
- Van-Woesik, R. 1998. Symbiosis, Zooxanthellae and Corals. www. CC.U-ryukyu.ac.jp. 1 - 8 pp
- Westmacott. S, Teleki. K, Wells, S. dan West, J. 2000. Pengelolaan Terumbu Karang Yang Telah Memutih dan Rusak Kritis. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.vii+36 pp
- Widiyono, 1998. Pengaruh Pasokan Sungai (River Input) Terhadap Perubahan Fisika Perairan Teluk Awur - Jepara. Laporan Praktek Kerja Lapangan (tidak dipublikasikan) FPIK. UNDIP, Semarang
- Widjatmoko, W., Djunaedi, A. dan Munasik. 1999. Teknologi Transplantasi Karang Rekayasa reproduksi Aseksual *Acropora aspera* Guna Mempercepat Rehabilitasi Lingkungan Terumbu Karang. Laporan akhir Penelitian (tidak dipublikasikan). Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan.Universitas Diponegoro, Semarang
- Wilkerson, F.P. Kobayashi, D. and Muscatine L. 1988. Mitotic Index and Size of Symbiotic Algae in Caribbean Reef Corals. Department of Biology University of California. Los Angeles. *Coral Reefs* 7 : 29 - 36.
- Wittenberg, M and W. Hunte.1992.Effect of Eutrophication and Sedimentation on Juvenile Corals: I. Abundance, Mortality and Community Structure. *Marine Biology*, 112 : 131 - 138
- WRI : Ocean and Coast. "Global Marine Strategy." http://wri.org/coral_osecstems.html, July 10, 2000