

**LAJU INFEKSI PENYAKIT *BROWN BAND DISEASE* DAN BAKTERI ASOSIASI PADA KARANG *ACROPORA SP.* DI PULAU BARRANGLOMPO, MAKASSAR, SULAWESI SELATAN**

**The Infection Rate of Brown-Band Diseases and Bacterial Association in *Acropora Sp.* at Barranglompo Island, Makassar, South Sulawesi**

Arniati Massinai

Diterima: 13 April 2016 Disetujui: 5 Mei 2016

ABSTRACT

Coral diseases more commonly found in tropical regions and is one cause of coral mortality. The purpose of this study was to determine the infection rate of brown band disease on the coral *Acropora sp* and its bacterial associations. The rate of infection is done by marking the light brown band with a cable tie and then measuring the size of colonies already dead. Colony measurements is done every day for one week. Coral-associated bacterial were isolated by taking a sample of coral infected BrB and inoculated in Marine Agar medium with pour plate method, then purified by zigzag scratch method with a 24 hour incubation. Bacterial identification based on biochemistry assay. The area of coral colonies of *Acropora sp* who die from the disease BrB were 1.58 to 6.11 cm per day. Coral-associated bacterial identified were *Cromobacterium sp*, *Staphylococcus sp*, *Flavobacterium sp* and *Pseudomonas sp*.

Keywords : rate of infection, coral *Acropora sp.*, brown band disease, coral-associated bacterial

**PENDAHULUAN**

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem laut yang mengalami kerusakan paling berat. Kerusakan terumbu karang akibat kombinasi faktor alam dan antropogenik (Wilkinson 2004). Salah satu penyebab kerusakan terumbu karang adalah penyakit, sehingga penyakit dapat digunakan sebagai bioindikator kesehatan terumbu karang (Green dan Bruckner 2000). Penyakit pada karang lebih umum ditemukan di daerah tropis, dimana dampaknya semakin meningkat pada sepuluh tahun terakhir. Dampak yang ditimbulkan paling menonjol adalah kematian karang perubahan struktur terumbu karang di Indo Pasipik dan Karibia (Green and Bruckner, 2000; Willis *et al.*, 2004; Harvell, 2007; Weil, 2009; Weil and Rogers, 2011). Salah satu penyakit pada karang yang laju infeksi cepat yaitu *Brown band disease* dengan laju jaringan mati sebesar 9 cm per hari di terumbu karang Davis Reef (Nash, 2003) dibanding dengan *Black band disease* 1,25 cm per hari (Dinsdale, 2000) dan 0,14 cm per hari di terumbu karang Pulau Barranglompo Makassar (Massinai, 2012). Penyakit *Brown band disease* pertama kali ditemukan di Great Barrier Reef Australia dan disekripsikan oleh Willis *et al.*, tahun 2004. Penyakit ini dicirikan oleh band warna coklat keemasan atau coklat muda yang terdapat antara jaringan yang sehat dengan jaringan yang sudah mati. Kadang terdapat jaringan memutih antara band berwarna coklat

keemasan dengan jaringan sehat yang ada di sekitar. Pada band yang berwarna coklat terdapat ciliata yang diindikasikan sebagai penyebab penyakit tersebut.

---

Arniati Massinai

Staf Pengajar Departemen Ilmu Kelautan, FIKP Universitas Hasanuddin.

Arniati Massinai (✉)

Departemen Ilmu Kelautan, FIKP Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10. Tamalanrea  
Makassar-90245.

Email: arniatimassinai@mar-sci.unhas.ac.id

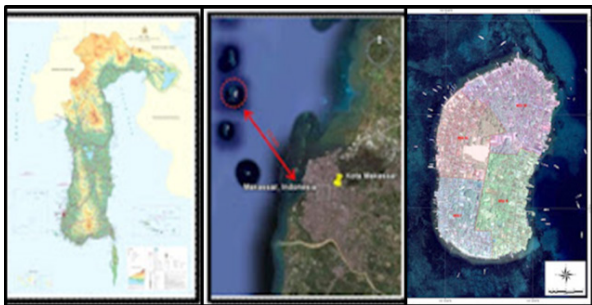
Penyakit ini menginfeksi karang *Acropora* branching (Willis *et al.*, 2004; Haapkyla *et al.*, 2007; Page, 2009; Massinai, 2012).

Penelitian tentang kematian karang akibat infeksi penyakit BrB dilaporkan oleh Nash, (2003) bahwa prevalensi penyakit BrB sebesar 10,04% di John Brewer Reef pada bulan Juni 2003, pengamatan selanjutnya ditemukan 100% Staghorn acropoids mengalami kematian. Massinai (2012) menemukan kematian koloni karang *Acropora* bercabang sepanjang 4 cm untuk pengamatan setiap minggu. Penyakit ini pada umumnya menginfeksi karang *Acropora* branching (Haapkyla *et al.*, 2007, Page, 2009; Massinai *dkk.*, 2011; Massinai, 2012), namun Willis *et al.*, (2004) menemukan penyakit ini menginfeksi karang lainnya yaitu *Pocillopora* di Great Barrier Reef Australia.

Berdasarkan hasil pengamatan Massinai *dkk.*, (2012) bahwa penyakit karang di Kepulauan Spermonde, prevalensi dan jumlah jenis penyakit tertinggi ditemukan di Pulau Barranglompo yaitu sebesar 16,10%, dan 7 jenis yang teridentifikasi yaitu Black band disease, Brown band disease, Skletal eroding band, White syndrome, Growth anomaly, Atramentous necrosis, Ulcerative white spots, dan dua jenis yang tidak teridentifikasi. Tingginya prevalensi, dan jumlah jenis penyakit pada Pulau Barranglompo signifikan dengan kandungan bahan organik total, kekeruhan, Nitrat, fosfat dan laju sedimentasi. Dari sembilan penyakit yang ditemukan BrB merupakan penyakit yang perkembangannya sangat cepat dibanding dengan penyakit yang lainnya. Namun belum diketahui secara pasti berapa laju infeksi perhari. Olehnya itu untuk mendapatkan data luasan koloni karang yang mati dan kemungkinan penularan penyakit terhadap karang lainnya, pemantauan laju infeksi dan transmisi penyakit BrB terhadap beberapa jenis karang bercabang lainnya di Pulau Barranglompo penting untuk dikaji lebih lanjut.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Pulau Barranglompo Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar. Pengamatan laju infeksi penyakit dan pengambilan sampel bakteri dilakukan pada tiga sisi pulau yaitu sebelah barat (S 05° 04'462" ; E 119° 32'145"), selatan (S 05° 05'583" ; E 119° 32'651") dan utara (S 05° 04'209" ; E 119° 32'517"). Invasi penyakit *Brown band disease* terhadap karang bercabang lainnya dilakukan di sebelah utara pulau dengan scuba diving pada kedalaman 1- 3 meter (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Pulau Barranglompo

### Identifikasi Penyakit Brown Band Disease

Karang keras yang terinfeksi penyakit brown band disease di foto dengan camera bawah air Canon digital tipe S10. Untuk identifikasi merujuk pada *Underwater Cards for Assessing Coral Health on Caribbean Reefs* (Weil and Hooten, 2008) and *Cards for Assessing Coral Health on Indo-Pacific Reefs* (Beeden et al., 2008). Sedangkan identifikasi karang yang terinfeksi penyakit berdasarkan petunjuk Veron (2000)

### Laju Infeksi Penyakit

Laju infeksi penyakit dilakukan dengan menandai karang yang terinfeksi penyakit BrB pada bagian jaringan yang sudah putih dibawah band berwarna coklat dengan kabel tie. Selanjutnya dilakukan pengukuran luasan koloni yang mati dengan menggunakan jangka sorong setiap hari selama satu minggu.

### Sampling Bakteri

Cuplikan karang yang disampiling adalah karang bercabang yang terinfeksi penyakit, karang, karang bercabang sehat dan, jenis karang bercabang lainnya yang telah dinvasi oleh penyakit BrB. Ukuran masing-masing sampel karang berukuran ± 1 cm dicuci dengan air laut steril, kemudian digerus menggunakan mortal, selanjutnya diambil 2 g dan dimasukkan ke dalam botol kaca yang telah diisi air laut steril+gliserol (Smith & Hayasaka 1982)

### Inokulasi dan Pemurnian Bakteri

Sampel karang selanjutnya diambil sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam 9 mL air laut steril dan diencerkan hingga pengenceran  $10^{-4}$ . Masing-masing hasil pengenceran diambil 100 µl dengan mikropipet ke dalam cawan petri kemudian dituang media Marine agar ZoBell 2216 E digoyang-goyang dengan arah memutas secara pelan hingga tercampur rata, inkubasi suhu 30° C

selama 24 jam. Setelah 24 jam dilakukan perhitungan jumlah koloni dengan metode *Standar Plate Counts* (SPC) dan pemurnian bakteri. Pemurnian bakteri dilakukan berdasarkan penanpakan morfologis yaitu bentuk koloni, tepi, elevasi, tekstur dan warna dengan cara gores zigzag hingga diperoleh kultur murni.

### Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri berdasarkan uji biokimia (Cappucino dan Suherman, 1987) terdiri atas pewarnaan Gram, uji O/F, Katalase, SIM, TSIA, MR, Vp, King A dan King B. Hasil uji biokimia dicocokkan dengan *Classification of Bacteria Bergey's Manual of Systematic Classification*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penyakit Brown Band Disease

Penyakit BrB yang ditemukan pada tiga titik sampling di Pulau Barranglompo menginfeksi karang *Acropora muricata*. BrB dicirikan dengan adanya garis tebal menyerupai pita (band) berwarna coklat melingkar pada percabangan *Acropora* di antara skeleton yang sudah mati dan jaringan yang masih hidup (Gambar 16a). Antara garis tebal berwarna coklat dengan jaringan hidup terdapat bagian berwarna putih. Infeksi mulai dari pangkal batang menuju cabang atau jaringan sehat. Pada setiap cabang, ditemukan satu band dengan ukuran 2-3 mm (Gambar 2).



Gambar 2. Penyakit *Brown band disease* menginfeksi karang *Acropora* bercabang di Pulau Barranglompo

Willis *et al.*, (2004) melaporkan penyakit BrB menginfeksi karang dari famili *Acroporidae*, *Pocilloporidae*, dan *Faviidae* di *Great Barrier Reef* Australia, selanjutnya Bourne *et al.*, (2008) melaporkan hasil pengamatan makroskopik dan molekuler sampel karang *Acropora muricata* yang terinfeksi BrB menemukan ciliata yang bergerak aktif. Jenis ciliata yang ditemukan pada karang terinfeksi BrB adalah *Porpostoma guamense* (Lobban *et al.*, 2011).

### Laju Infeksi Brown Band Disease

Penyakit *brown band disease* dicirikan adanya garis tebal menyerupai pita (band) berwarna coklat melingkar pada percabangan *Acropora* di antara skeleton yang sudah mati dan jaringan yang masih hidup (Gambar

2). Antara garis tebal berwarna coklat dengan jaringan hidup terdapat bagian berwarna putih. Infeksi mulai dari pangkal batang menuju cabang atau jaringan sehat. Pada setiap cabang, ditemukan satu band dengan ukuran 2-10 mm. Ciri-ciri penyakit BrB ini telah dilaporkan oleh Willis *et al.*, (2004); Boyett, (2006); Raymundo *et al.*, (2006) Bourne *et al.*, (2008); Massinai *dkk.*, (2012).

### Laju perkembangan penyakit berdasarkan luasan koloni karang yang mengalami kematian per hari

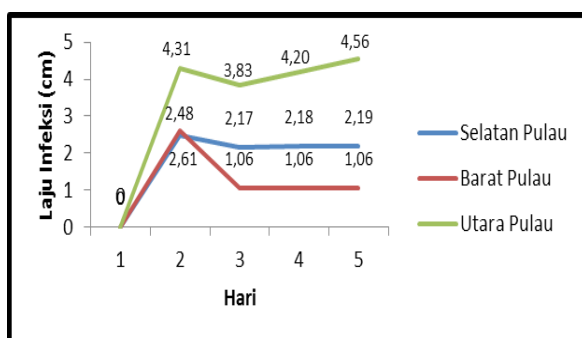
Selama 4 hari pengukuran laju infeksi dilakukan pada 11 cabang karang *Acropora* dengan rincian 5 cabang pada bagian selatan pulau, 1 cabang pada bagian barat pulau dan 5 cabang pada sebelah utara pulau. Luasan koloni karang yang mengalami kematian akibat infeksi penyakit BrB disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju infeksi penyakit BrB pada karang *Acropora* bercabang di Pulau Barranglombo

No	Lokasi	Kode Tag	Laju infeksi per hari (cm)					Rata-rata
			1	2	3	4	5	
1	Selatan Pulau	SBrB-1	0	2,00	1,54	Td	1,54	<b>1,69</b>
		SBrB-2	0	1,51	1,70	Td	1,70	<b>1,64</b>
		SBrB-3	0	3,22	3,82	Td	3,82	<b>3,62</b>
		SBrB-4	0	2,72	2,05	Td	2,30	<b>2,36</b>
		SBrB-5	0	2,93	1,75	Td	1,61	<b>2,10</b>
2	Barat Pulau	BBrB-6	0	2,61	1,06	Td	1,06	<b>1,58</b>
		UBrB-7	0	5,28	5,31	Td	5,31	<b>5,30</b>
3	Utara Pulau	UBrB-8	0	2,69	1,25	Td	1,25	<b>1,73</b>
		UBrB-9	0	6,13	2,90	Td	2,90	<b>3,97</b>
		UBrB-10	0	4,77	4,64	Td	8,93	<b>6,11</b>
		UBrB-11	0	2,67	5,09	Td	4,41	<b>4,06</b>

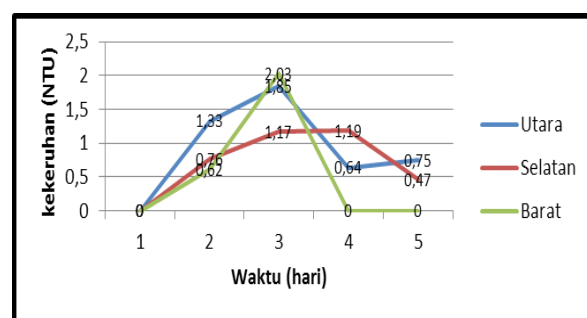
Keterangan: Td tidak diukur

Tabel 1 memperlihatkan bahwa rata-rata laju infeksi penyakit BrB 1,58 – 6,11 cm per hari. Hasil penelitian dilaporkan Nash (2003) laju kematian karang *Acropora* bercabang yang terinfeksi BrB di Davis Reef sebesar 0,3 – 9,0 cm per hari, selanjutnya Boyett (2006) melaporkan laju infeksi BrB di Davis Reef rata-rata  $0,902 \pm 0,275$  cm per hari, sedangkan di Horseshoe Reef 2,3 kali lebih cepat  $2,104 \pm 0,348$  cm per hari. Apabila dibandingkan dengan kedua lokasi tersebut laju infeksi di Pulau Barranglombo relatif lebih tinggi. Untuk rata-rata laju infeksi penyakit BrB berdasarkan stasiun penelitian perairan bagian utara pulau relatif lebih tinggi dibanding dengan bagian selatan dan barat (Gambar 3). Tingginya laju infeksi penyakit BrB di perairan bagian utara pulau kemungkinan berkaitan dengan faktor lingkungan. Hasil analisis parameter kualitas air menunjukkan bahwa tren laju infeksi penyakit BrB relatif seiring dengan bahan organik total (BOT) dan kekeruhan (Gambar 4 dan 5). Kekeruhan tinggi menyebabkan penetrasi cahaya matahari kurang ke dalam perairan, akibatnya aktifitas fotosintesa dari zooxantella menurun.

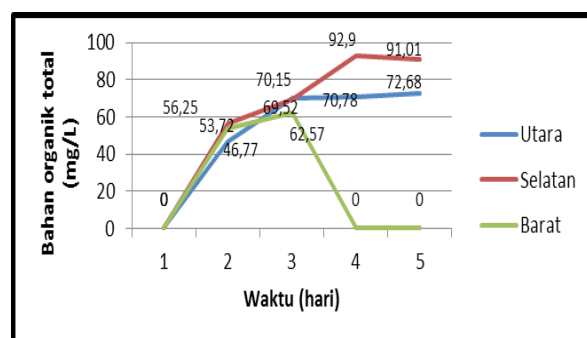


Gambar 3. Rata-rata Laju infeksi penyakit BrB berdasarkan waktu (hari) pada karang *Acropora* bercabang di tiga stasiun Pulau Barranglombo

Dengan menurunnya aktifitas fotosintesa dapat mengurangi suplai energi untuk karang, sementara sumber energi terbesar karang adalah berasal dari hasil fotosintesa zooxantella. Kurangnya suplai energi dan ketidak seimbangan transport energi dapat mengakibatkan kesehatan karang menurun, daya tahan tubuh lemah sehingga rentan terhadap penyakit (Marubini and Atkinson 1999).



Gambar 4. Grafik nilai rata-rata kekeruhan tiga stasiun penelitian di Pulau Barranglombo



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata bahan organik total tiga stasiun penelitian di Pulau Barranglombo

Bahan organik mengandung karbon, nitrat, fosfat, amonia, dan beberapa mineral yang merupakan nutrisi bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba patogen (Sidharta, 2000), sehingga bahan organik yang tinggi secara tidak langsung dapat mengakibatkan dan memicu perkembangan penyakit pada karang (Kline et al., 2006).

### Bakteri Asosiasi Karang *Acropora* Bercabang

Sampel karang untuk identifikasi bakteri asosiasi karang *Acropora* bercabang diambil dari karang sehat dan karang sakit pada bagian berbentuk pita warna coklat (pita penyakit) serta karang sehat yang didominasi penyakit BrB. Sebanyak 8 sampel karang terdiri dari dua sampel karang sehat dan masing-masing 3 sampel terinfeksi penyakit alami dan karang sehat diberi perlakuan invasi skala lapang. Berdasarkan hasil uji pewarnaan Gram bakteri asosiasi karang *Acropora* satu diantaranya Gram positif dan yang lainnya adalah

Gram negatif. Pada umumnya bakteri yang hidup di lingkungan laut adalah bentuk basil dan Gram negatif (Sidharta, 2000), selanjutnya Macleod (1965) dalam Kalimutho (2007) menyatakan 87% dari total bakteri asosiasi *Acropora cervicornis* Gram negatif sedangkan pada tanah daratan hanya 27 – 36 %. Dan berdasarkan hasil Uji OF, oksidasi, katalase, SIM, TSIA, MR, VP, King A dan King B, bakteri asosiasi karang *Acropora* bercabang dari delapan sampel didapatkan 3 jenis yaitu satu jenis berasal dari karang sehat *Cromobacterium* sp, dua jenis berasal dari karang terinfeksi penyakit *Cromobacterium* sp dan *Pseudomonas* sp dan, dua jenis yang berasal dari karang sehat yang diinvasi penyakit *Cromobacterium* sp dan *Staphylococcus* sp (Tabel 2). *Cromobacterium* sp selain berasosiasi dengan karang sehat juga berasosiasi dengan karang sakit. *Cromobacterium* dalam kondisi normal tidak patogen pada manusia, namun dalam kondisi ekstrim merupakan bakteri patogen oportunistik.

Tabel 2. Jenis bakteri asosiasi karang *Acropora* bercabang sehat, terinfeksi penyakit dan karang sehat yang diinvasi penyakit BrB di Pulau Barranglombo berdasarkan uji Biokimia

No	Kode Isolat	Pewarnaan Gram	OF	Oksidasi	Katalase	SIM				TSIA				MR	VP	King A	King B	Jenis Bakteri
						indol	motil	gas	H <sub>2</sub> S	butt	slant	H <sub>2</sub> S	gas					
1	ACB SK-1	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Cromobacterium</i> sp.
2	ACB SK-2	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	-	-	<i>Cromobacterium</i> Sp.
3	ACB SK-3	-	-	+	+	-	+	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Pseudomonas</i> sp.
4	ACB SK(IF)-4	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	-	-	<i>Cromobacterium</i> sp.
5	ACB SK(IF)-5	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Cromobacterium</i> sp.
6	ACB SK(IF)-6	+	-	-	+	-	+	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Staphylococcus</i> sp.
7	ACB SK-7	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Cromobacterium</i> sp.
8	ACB SK-8	-	F	+	+	-	-	-	-	R	R	-	-	-	-	+	+	<i>Cromobacterium</i> sp.

Keterangan: ACB *Acropora* bercabang, SK Karang sakit, SH Karang sehat, IF Karang sehat diinvasi penyakit

dengan virulensi tinggi terhadap manusia dan hewan (Duran dan Menck (2001). *Pseudomonas* sp dan *Staphylococcus* sp berasosiasi dengan karang yang terinfeksi penyakit BrB. Colwell and Sparks (1967) melaporkan *Crassostrea gigas* mengalami kematian setelah jaringan tubuh diinjeksi dengan suspensi sel bakteri, dan hasil histologi terjadi invasi pada jaringan tubuh tersebut. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram-positif penyebab infeksi (membentuk nanah) dan bersifat toksik bagi manusia. Hal ini menyebabkan berbagai masalah pada kulit seperti bisul, hordeolum, bahkan masalah serius seperti pneumonia, mastitis, meningitis, dan infeksi saluran kemih (Todar, 2011).

### KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini laju infeksi penyakit BrB pada karang *Acropora* bercabang 1,58 – 6,11 cm per hari. Laju infeksi ini lebih tinggi dibanding dengan laju infeksi BrB di Davis Reef rata-rata  $0,902 \pm 0,275$  cm per hari dan di Horseshoe Reef 2,3 kali lebih cepat  $2,104 \pm 0,348$  cm per hari (Boyett, 2006). Bakteri asosiasi karang *Acropora* bercabang sehat *Cromobacterium* sp sedangkan karang terinfeksi BrB *Cromobacterium* sp, *Pseudomonas* sp dan *Staphylococcus* sp.

### DAFTAR PUSTAKA

Boyett, H.V. 2006. The ecology and microbiology of black band disease and brown band syndrome on the Great Barrier Reef. Master's thesis, James Cook University, Townsville

- Bourne, D.B., Boyett, H.V., Henderson, M.E., Muirhead, A. and Willis, B.L. 2008. Identification of a Ciliate (*Oligohymenophorea: Scuticociliatia*) Associated with Brown Band Disease on Corals of the Great Barrier Reef. *Applied and Environmental Microbiology* 74: 883-888.
- Cappuccino, J.G. and Sherman, N. 1987. *Mikrobiologi: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Menlo Park. California
- Colwell, R.R. and Sparks, A.K. 1967. Properties of *Pseudomonas* enalia, a Marine Bacterium Pathogenic for the Invertebrate *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Applied Mikrobiologi*, 15 (5):980-986
- Dinsdale, E.A. 2000 Abundance of Black-Band Disease on Corals from one Location on the Great Barrier Reef: a Comparison with Abundance in the Caribbean Region. *Proc 9th Int Coral Reef Symp, Bali, Indonesia* 2: 1239–1243.
- Durán, N. and Carlos F. M. M. 2001. *Chromobacterium violaceum*: A Review of Pharmacological and Industrial Perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*, 27(3):201–222
- Green, E. and Bruckner, A.W. 2000. The Significance of Coral Disease Epizootiology for Coral Reef Conservation. *Biological Conservation* 96:347-361
- Haapkyla, J., Seymour, A.S., Trebilco, J., Smith, D. 2007. Coral Disease Prevalence and Health in The Wakatobi Marine Park, South-east Sulawesi, Indonesia. *Marine Biology* U.K. 87:403-414
- Harvell, C.D. 2007. Coral Disease Environmental Drivers, and The Balance Between Coral and Microbial Associates. *Oceanography* 20 (1).
- Kalimutho, M., Ahmadi, A., Kassim, Z. 2007. Isolation, Characterization and Identification of Bacteria Associated with Mucus of *Acropora cervicornis* Coral from Bidong Island, Terengganu, Malaysia. *Malaysia Journal of Science*, 26(2):27 - 39
- Kline, D.I., Kuntz, N.M., Mya Breitbart, Knowlton, N., Rohwer, F. 2006. Role of elevated organic carbon levels and microbial activity in coral mortality. *Mar Ecol Prog Ser* 314: 119–125
- Lobban, C.L., Raymundo, L.M., Montagnes, D.J.S. 2011. *Porpostoma guamense* n.sp., a *Philasterine scuticociliate* Associated With Brown-Band Disease of Coral. *J. Eucaryot. Microbial* II (II) : 1-11. Doi : 10.1111/j.1550-7408.2010.00526.x
- Massinai, A., Tondok, A.R., Tahir, A., Jompa, J. 2011. Penyakit pada Karang Batu di Pulau Kodingareng Lompo Makassar Sulawesi Selatan. *Torani*, 1: 47-54
- Massinai, A., Tondok, A.R., Tahir, A., Jompa, J. 2012. Prevalensi Penyakit dan Gangguan Kesehatan pada Karang di Pulau Barranglompo. Disampaikan pada Konas VIII, 22-24 Oktober. Mataram
- Massinai, A. 2012. Kondisi dan Sebaran Penyakit pada Karang Batu (*Stony coral*) di Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar. 186 hal
- Marubini, F. And Atkinson, M.J. 1999. Effects of Lowered pH and Elevated Nitrate on Coral Calcification. *Mar.Ecol.Prog.Ser* 188: 117-121.
- Nash, K. 2003. Ecological Importance of Brown Band Syndrome. Master Of Applied Science Project. James Cook University. Townsville.
- Page, Cathie. 2009. Ecology and Biology of Coral Disease on the Great Barrier Reef. PhD thesis, James Cook University. 188 hal.
- Raymundo L.J., Maypa, A.P., Rosell, K.B., Cadiz, P.L. and Rojas, P.T. 2006. A Survey of Coral Disease Prevalence in Marine Protected Areas and Fished Reefs of the Central Visayas, Philippines. *Global Environment Facility Targeted Research & Capacity Building for Coral Reef Management Project, Coral Disease Working Group*.
- Sidharta, B.R. 2000. Pengantar Mikrobiologi Kelautan. Universitas Atmajaya Yogyakarta. 122 hal
- Smit, G.W. and Hayasaka, S.S. 1982. Nitrogenase Activity Associated with *Holodiscus wrightii* roots. *Appl Environ Microbiol* 43:1244-1248.
- Smith, J.E., M. Shaw, R.A. Edward, D. Obura, O. Pantos, E. Sala, S. Sandin, M. Hatay, and F.I. Rohwer. Indirect Effects of Algae on Coral: Algal Mediated, Microbe-induced Coral Mortality. *Ecology Letters* 9:835-845
- Todar, K. 2001. Biological identity of Prokaryotes. Department of Bacteriology University of Wisconsin-Madison. USA.
- Weil, E., and Croquer, A., Urreiztieta, L. 2009. Temporal Variability and Impacts of Coral Disease and Bleaching in La Parguera, Puerto Rico from 2003-2007. *Caribbean Journal Science* 45: 221-246.
- Weil, E. And Rogers, C.S. 2011. Coral Reef Diseases In The Atlantic-Caribbean. In : (editor Zvy Dubinsky, Noga Stambler) *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition. Part 5* : 464-491 . DOI 10.1007/978-94-007-0114-4\_27
- Wilkinson, C. 2004. Status of the coral reefs of the world: Global Coral Reef Monitoring Network and Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, 557p

- Willis, B.L., Page, C.A., Dinsdale, E.A. 2004. Coral Disease on the Great Barrier Reef In: Rosenberg E, Loya Y (eds) Coral Disease and Health. pp 69-10
- Smith, J.E., Shaw, R.A., Edward, D., Obura, O., Pantos, E., Sala, S., Sandin, M., Hatay, and F.I. Rohwer. Indirect Effects of Algae on Coral: Algal Mediated, Mikrobe-induced Coral Mortality. *Ecology Letters* 9:835-845