

**BAKTERI ASSOSIASI DI KARANG BATU (*Skleractinian*)
YANG TERINFEKSI PENYAKIT TUMOR (*Growth Anomalies*)
YANG BERASAL DARI PULAU SALEMO KABUPATEN PANGKEP**

Association Bacteria In Coral Stone (*Skleractinia*) Investigated Tumor Disease (*Growth Anomalies*) Which Comes From Salemo Island District Pangkep

Arniati Massinai¹, Akbar Tahir¹, Jamaluddin Jompa¹, Alexander Rantetondok².

ABSTRACT

Coral disease is one of the threats to the health of coral but is not yet widely known. This study was conducted to determine the types of bacterial associations in hard corals infected with growth anomaly (GA). Coral samples infected with GA disease were taken by using SCUBA tool on Salemo Island, Mattiro Bombang Village, Pangkep District. Bacterial isolation was performed by removing mucus from corals infected by growth anomaly by 1 ml and diluted to dilution 10^{-3} . Purification of bacteria is done by inoculating the solid medium of Marine Agar. Furthermore, Gram staining and biochemical tests were performed. Bacterial identification was performed based on colony morphology and biochemical reaction test results. The results showed that GA disease can infect coral *Porites*, *Acropora digitate*, *Platygyra* and *pocillopora*. Bacteria are found from the genus *Flavobacterium*, *Acinetobacter* and, *Neiseria*.

Keywords: Bacteria association, coral stone, coral disease, growth anomaly

PENDAHULUAN

Penyakit karang merupakan salah satu ancaman bagi kesehatan karang dan dilaporkan sebagai salah satu faktor yang berkontribusi secara signifikan terhadap berkurangnya terumbu karang (Harvell *et al.*, 2004, 2007), dan Weil *et al.*, 2006) Sejak tahun 1990-an, penyakit karang meningkat baik jumlah, spesies yang terinfeksi, dan daerah penyebaran (Goldbert dan Wilkinson, 2004). Setidaknya lebih dari 29 penyakit karang telah ditemukan saat ini yang menginfeksi lebih dari 150 spesies karang. Penyakit pada karang disebabkan oleh agen mikroorganisme seperti bakteri, jamur, sianobakteri, dan protozoa (Willis *et al.*, 2004)

Salah satu penyakit yang menginfeksi karang di beberapa negara yaitu penyakit tumor (*Growth anomalies*) pada karang pertama kali terlihat di Laboratorium Madrepora Kauaiensis yang dari perairan Hawaii dan Amerika Serikat (Squires, 1965). Kemudian *Growth anomalies* dilaporkan menginfeksi beberapa genera karang di Karibia dan Indo-Pasifik (Peters 1997; Sutherland *et al.*, 2004), di Samoa American (Work and Rameyer, 2005) dan di Australia (Willis *et al.*, 2004).

Peneliti terdahulu telah melakukan penelitian distribusi dan morfologi *growth anomalies* pada *Acropora* yang berasal dari Indo-Pasifik (Work *et al.*, 2008), perkembangan luasan infeksi skleton dan insiden penyakit tumor di Wai'ōpae, sebelah tenggara Pulau Hawaii (Takabayashi *et al.*, 2008). Prevalensi penyakit tumor pada karang *Porites* dan *Acropora* di Indo-Pasifik

(Aeby *et al.*, 2011). Efek penyakit *growth anomalies* terhadap individu karang (Burns and Takabayashi, 2011). Namun penelitian tentang mikroorganisme khususnya bakteri yang berasosiasi dengan karang yang terinfeksi *Growth anomalies* belum dilakukan.

Beberapa penyakit yang menginfeksi karang ditemukan bakteri. Cervino *et al.*, (2008) menemukan bakteri *Acinetobacter*, *Aerococcus*, *Arthrobacter*, *Bacillus* dan *Vibrio* berasosiasi dengan karang yang terinfeksi penyakit *white syndrome*. Jones (2004) menemukan bakteri *Bacteriodes* pada karang yang terinfeksi *atramentous necrosis*. Sunagawa *et al.*, (2009) menemukan bakteri *Sphingomonas* dan *Aurantimonas* pada karang yang terinfeksi penyakit *white paque*. Arotsker *et al.*, (2016) mengidentifikasi bakteri yang berasosiasi karang yang terinfeksi penyakit *black band disease* yaitu *Cyanobacteria*, *Bacteroidetes* and *Firmicutes*, *Desulfovibrio desulfuricans* spp, *Desulfovibrio desulfuricans* dan *bacillus*.. Untuk mengetahui bakteri yang berasosi dengan karang yang terinfeksi *growth anomalies* perlu dilakukan penelitian.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2012 di perairan Pulau Salemo Desa Mattiro Bombang Kecamatan Liukang Tupabbiring, Kabupaten Pangkep. Pengamatan karang yang terinfeksi penyakit *growth anomalies* dan pengambilan sampel bakteri dilakukan pada titik koordinat E 119°28'0.13"; S 04°41'0.02" dengan scuba diving pada kedalaman 1- 5 meter (Gambar 1).

¹ Departemen Ilmu Kelautan, FKIP Universitas Hasanuddin

² Departemen Perikanan, FKIP Universitas Hasanuddin

Arniati Massinai (✉)

Jl. Perintis Kemerdekaan, Km.10. Tamalanrea Makassar 90245

Email: arniatimassinai@gmail.com



Gambar 1. Peta Pulau Salemo (Sumber: Data SIO, NOAA, U.S. NGA, GEBCO, tanggal Pencitraan 30/9/2016).

Identifikasi Karang yang Terinfeksi Penyakit *Growth Anomalies*

Karang keras yang terinfeksi penyakit *growth anomalies* di foto dengan camera bawah air Canon digital tipe S10. Untuk identifikasi penyakit 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).

Samplig bakteri

Cuplikan karang *Porites* terinfeksi penyakit *growth anomalies* diambil dengan menggunakan martil dan pahat sebanyak 10-20 gram. Cuplikan karang dicuci dengan air laut steril kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca steril yang berisi medium cair *Sucrose sea water* (SSW) kemudian dimasukkan dalam *cool box*. Untuk pengangkutan, suhu dipertahankan $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (Kalimutho, 2007).

Inokulasi dan Pemurnian bakteri

Mengambil lendir dari cuplikan karang sebanyak 1 ml, selanjutnya dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} . Masing-masing hasil pengenceran diinokulasi ke dalam cawan petri yang berisi medium *Zobell 2216 Marine Agar* (MA) dengan cara tuang. Inkubasi suhu 30°C selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh pada medium MA dilakukan pemisahan berdasarkan karakteristik morfologinya yaitu warna, bentuk, elevasi, pinggiran, tekstur, ukuran (Cappuccino dan Sherman, 1987).

Pemurnian bakteri dilakukan dengan mengambil masing-masing koloni yang memiliki karakteristik berbeda dengan ose bulat, kemudian diinokulasi pada medium MA dengan cara gores. Inkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Koloni yang tumbuh seragam dipertegas dengan pewarnaan Gram, selanjutnya diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran 10.000 kali.

Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri dilakukan berdasarkan hasil pengamatan morfologi, meliputi karakteristik koloni dan pengamatan sel, hasil pewarnaan gram, dan uji reaksi biokimia. Uji reaksi biokimia yaitu *Triple Sugar Iron* (TSI), *Sulfite Indole Motility* (SIM), *Methyl Red-Voges Proskauer* (MR-VP), Uji oksidasi/

fermentasi (O/F), *citrate reduction*, *urease*, gula-gula sederhana, *catalase*, *stach hydrolisis*, *casein hydrolisis*, *gelatin hydrolisis*, *lipid hydrolisis*, dan *oksidative test* (Cappuccino and Sherman, 1987; Kalimutho, *et al.*, 2007; Spencer, *et al.*, 2007; Waluyo 2009). Hasil pengamatan dicocokkan dengan kunci determinasi buku Bargey's *Determinatif Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994) dan merujuk pada Breed *et al.*, (1957), Austin and Austin (1993) dan MacFaddin (1983).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyakit Tumor (*Growth Anomalies*)

Berdasarkan hasil identifikasi jenis karang yang terinfeksi penyakit tumor di Pulau Salemo adalah *Platygyra*, *Acropora digitate*, *Pocillopora* dan *Porites*. Karakteristik penyakit GA yang menginfeksi karang *Platygyra* muncul benjolan pada skleton pada permukaan koloni (Gambar 2a), *Acropora digitate* salah satu ujung cabang mengalami pembesaran dan kehilangan axial koralit (Gambar 2b), karakteristik pada *Pocillopora* menyerupai dua tangan yang tertutup tanpa jari-jari (Gambar 2c), dan karakteristik pada karang *Porites* berupa tonjolan skeleton berbentuk bola pada permukaan koloni, dengan warna koloni lebih pudar dari pada warna koloni yang sehat dan apabila disentuh mudah hancur.



Gambar 2. *Growth anomalies* menginfeksi karang keras di Pulau Salemo, Kabupaten Pangkep: (a) *Platygyra*, (b) *Acropora digitate* dan (c) *Pocillopora*

Karakteristik GA yang ditemukan pada *Porites* di Pulau Salemo sama dengan karakteristik yang ditemukan Aeby *et al.*, (2011) di Indo-Pasifik (Gambar 3a dan b).



Gambar 3. Penyakit Tumor menginfeksi karang *Porites*: (a) di Pulau Salemo (Massinai, 2012) dan (b) Indo-Pasifik yang ditemukan oleh Aeby *et al.*, (2011)

Karang yang terinfeksi penyakit GA pada umumnya mengalami perubahan warna lebih pudar dari karang sehat, bahkan mengalami pemutihan. Hal ini disebabkan oleh terjadinya reduksi simbiosis yang memberi warna karang yaitu zooxantella (Work and Rameyer, 2005). Penyakit GA dapat mereduksi pertumbuhan koloni karang yang diinfeksi, menurunkan densitas skleton karang dan mereduksi jumlah zooxantella pada karang (Bak, 1983), selain itu kaliokoblas lapisan yang terdapat pada epidermis yang akan menjadi kerangka merenggang sehingga kerangka yang terbentuk rapuh (mudah hancur)

B. Bakteri Asosiasi Karang Terinfeksi *Growth Anomalies*

Bakteri merupakan mikroorganisme mampu mendiami seluruh bagian laut, mulai dari permukaan air laut hingga ke relung terdalam sekalipun, termasuk melekat pada benda mati atau hidup pada jaringan organisme yang lebih besar (Sidharta, 2000). Selanjutnya Austin (1988) menyatakan dalam hal ini hubungan antara organisme semang (*host*) mungkin menguntungkan (*mutualisme*), merugikan karena mengambil sari makanan organisme semang tapi tidak menyebabkan penyakit (*parasitisme*) dan membahayakan karena menimbulkan penyakit yang mematikan (*pathogenesis*)

Koloni bakteri yang berasosiasi dengan karang *Porites* yang terinfeksi GA berwarna abu-abu, putih susu dan putih. Berdasarkan hasil pewarnaan Gram didapatkan lima jenis berbentuk basil dan satu berbentuk kokus berantai, dan semuanya Gram negatif. hal ini sesuai dengan pernyataan Sokolow (2009) bahwa bakteri laut

pada umumnya Gram negative. Bakteri Gram negatif mempunyai struktur dinding sel lebih kompleks, yang terdiri dari tiga lapisan yang berbeda yaitu lapisan peptidoglikan, lipopolisakarida (LPS) dan lipoprotein. Kandungan LPS yang menyebabkan bakteri Gram negatif mampu beradaptasi dan berkembang di lingkungan laut yang kondisinya ekstrim, termasuk hidup berasosiasi dengan karang. LPS terdiri dari tiga bagian utama antigen O, lipid A, dan daerah inti, komponen ini tidak hanya menyediakan integritas sel tetapi juga menimbulkan respons kekebalan pada inang, yang berkisar dari organisme laut lainnya hingga manusia (Anwar dan Choi, 2014).

Bakteri Gram negatif mampu bertahan hidup pada karang yang terinfeksi penyakit karena memiliki persyaratan nutrisi yang lebih sederhana dibanding dengan bakteri Gram positif (Uzair, 2009). Berdasarkan hasil uji reaksi biokimia didapatkan tiga genus yaitu *Flavobacterium* (terdiri atas 4 jenis), *Acinetobacter* dan *Neisseria* (Tabel 1).

Tabel 1. Morfologi dan karakteristik biokimia bakteri asosiasi karang *Porites* yang terinfeksi penyakit tumor (*growth anomalies*) yang berasal dari Pulau Salemo Kabupaten Pangkep

| Karasteristik | Kode sampel | | | | | |
|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | SM-Ga1 | SM-Ga2 | SM-Ga3 | SM-Ga4 | SM-Ga5 | SM-Ga6 |
| Morfologi sel | basil | basil | basil | basil | basil | cocci |
| Warna koloni | abu-abu | abu-abu | putih | putih susu | putih susu | putih susu |
| Reaksi Gram stain | negatif | negatif | negatif | negatif | negatif | negatif |
| TSI | | | | | | |
| Butt | asam | alkali | asam | asam | alkali | asam |
| Gas | - | - | - | - | - | - |
| H ₂ S | - | - | - | + | - | - |
| Slant | asam | asam | alkali | alkali | asam | alkali |
| SIM | | | | | | |
| Motility | - | - | + | + | - | + |
| Indol | - | - | - | - | - | - |
| H ₂ S | - | - | + | - | - | - |
| MR | + | + | + | + | + | + |
| VP | + | - | + | + | + | + |
| Uji O/F | F | F | NF | NF | NF | F |
| Citrat | - | + | - | - | - | - |
| Urease | + | - | + | + | - | + |
| Glucose | - | - | - | - | - | - |
| Lactose | + | - | - | - | - | - |
| Sucrose | - | - | - | - | - | + |
| Maltose | + | + | + | + | + | + |
| Catalase | - | + | + | + | + | + |
| Stach Hydrolysis | + | - | + | - | - | - |
| Casein Hydrolysis | - | - | - | - | - | - |
| Gelatin Hydrolysis | + | + | + | + | + | + |
| Lipid Hydrolysis | - | - | - | - | - | - |
| Oxidatif Test | - | - | - | - | - | - |
| Jenis | <i>Flavobacterium sp1</i> | <i>Flavobacterium sp 2</i> | <i>Flavobacterium sp 3</i> | <i>Flavobacterium sp 4</i> | <i>Acinetobacter sp</i> | <i>Neisseria sp</i> |
| Literatur | Breed <i>et al.</i> , 1957 | Breed <i>et al.</i> , 1957 | Austin & Austin, 1993 | Austin & Austin, 1993 | MacFaddin, 1983 | Breed <i>et al.</i> , 1957 |

Flavobacterium

Flavobacterium berbentuk batang, gram negatif, ada jenis yang motil dan ada yang tidak motil. habitatnya pada tanah dan air tawar dan air asin dan berasosiasi dengan organisme, dapat tumbuh pada kondisi aerobik maupun anaerobik. Pada kondisi aerobik bakteri ini mengoksidasi asam amino, sedangkan pada kondisi anaerobik metabolismenya bersifat fermentatif, energi diproduksi dengan memecah gula menjadi asam organik. Kemungkinan dapat hidup pada karang, karena umumnya jenis bakteri ini dapat tumbuh pada medium sederhana.

Bakteri ini merupakan bakteri patogen oportunistik. Bakteri oportunistik adalah bakteri yang dapat menyebabkan penyakit pada organisme yang tidak mempunyai imunokompetensi (Levinson, 2008). *Flavobacterium* ditemukan pada rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) yang terinfeksi penyakit ice-ice (Yulianto dan Mira, 2009). Barnes and Brown (2011) melaporkan bahwa *Flavobacterium psychrophilum* menyebabkan penyakit *Bacterial Coldwater Disease* (BCWD) pada ikan salmon, ikan rudder, dan ikan karper, dan menyebabkan kematian 5 – 20% bahkan mencapai 90% pada ikan yang dibudidayakan. *Flavobacterium columnare* menyebabkan penyakit kolumnaris (*columnaris disease*) pada insang *channel catfish* dan pada kulit ikan *rainbow trout fingerling* (Durborow *et al.*, 1998)

Selain menyebabkan penyakit *Flavobacterium*, jenis *F. uliginosum* mengandung polisakarida aktif setelah dimurnikan dinamakan *Marinactan* (mengandung 69,7% glukosa, 19,8% mannososa, 10,8% fukosa). Pemberian dosis 10-50mg/kg setiap hari selama 10 hari, mampu menghambat 75-95% perkembangan tumor sarkoma-180 yang dicobakan pada tikus (Umesawa *et al.*, 1983)

Acinetobacter

Pemberian nama Genus *Acinobacter* disulkan oleh Bauman *et al.*, (1968) dan yang memberikan nama sementara adalah Bouvet and Grimont (1986). Dan starain tertua *A. Calco-acetirus* didiskripsikan oleh Beijerinck tahun 1991 (Baumann 1968). Umumnya bakteri ini berbentuk batang, Gram negatif, *non motile*, katalase positif dan oksidase negatif, hidupnya aerobik, dan termasuk bakteri oportunistik.

Genus ini ditemukan berasosiasi dengan beberapa hewan laut. Hasil penelitian Beleneva and Maslennikova (2004) menemukan bakteri *Acinetobacter* pada beberapa invertebrata Bay of Peter the Great (the Sea of Japan) yaitu moluska, teripang, bulu babi, bintang laut dan krustase. Soslau *et al.*, (2011) melaporkan bahwa *Acinetobacter* sp. HM746599 (memiliki kesamaan *Acinetobacter beijerinckii* (97,6-99,78%) dan *Acinetobacter venetianus* (99,78%) didapatkan pada darah penyus belimbing dan didapatkan darah pada telur yang menetas. Selanjutnya Massinai (2012) mendapatkan *Acinetobacter* sp. berasosiasi dengan

karang yang terinfeksi penyakit *white syndrome*, *brown band disease* dan *ulcerative white spots* yang berasal dari Pulau Barranglompo Makassar.

Jenis *Acinetobacter*, terutama yang bersifat hemolitik, *Acinetobacter baumannii*, merupakan patogen oportunistik atau patogen nosokomial, dapat terjadi kolonisasi dan infeksi pada penderita yang di rawat di rumah sakit. Infeksi yang terjadi berupa pneumonia, infeksi pada mata, infeksi pada luka bakar atau luka bedah, infeksi kulit, infeksi saluran kemih, dan sering dikaitkan dengan infeksi meningitis sekunder.

Neisseria

Nama *Neisseria* telah diusulkan pada tahun 1885 oleh V. Trevisan, seorang ahli bakteriologi Italia, namun tidak diadopsi secara umum sampai tahun 1930an. Pemberian nama *Neisseria* oleh Albert Neisser setelah menemukan sel bakteri berbentuk diplokokus, Gram negatif, aerobik, diameter antara 0,6 sampai 1 µm dalam sel pasien penyakit gonore, bakteri tersebut dinamai *Neisseria gonorrhoeae* (Reimer, 2017 dalam Neisser, 1879)

Bakteri *Neisseria* berbentuk kokus, Gram negatif. Jenis bakteri dari genus ini ada yang patogen dan non-patogen. Jenis yang patogen *Neisseria gonorrhoeae* menyebabkan penyakit gonore dan *Neisseria meningitidis* menyebabkan penyakit meningitis. Sedangkan yang tidak patogen *N. Bacilliformis*, *N. Cinerea*, *N. elongata*, *N. lactamica*, *N. mucosa*, *N. flava* dan masih banyak lagi jenis yang lainnya.

Bakteri *Neisseria* ditemukan berasosiasi dengan organisme laut, hal ini telah dilaporkan oleh Liu *et al.*, (2015) dalam Vedros *et al.*, (1973) bahwa *Neisseria* didapatkan dalam tubuh dua spesies lumba-lumba, *Lagenorhynchus obliquidens* dan *Delphinus bairdi*. Selanjutnya Dubiluer *et al.*, (1995) menemukan *Neisseria gonorrhoeae* B5025 pada cacing laut (*oligochaeta* dan *annelida*). Hernandez-Castro *et al.*, (2005) menemukan *N. mukosa* dan *N. flavescens* yang diisolasi dari rongga hidung anak singa laut di Teluk California.

Ketiga genus bakteri yang ditemukan pada karang yang terinfeksi *growth anomaly* pada umumnya patogen terhadap ikan, invertebrata laut, rumput laut atau pada manusia, ada kemungkinan bakteri tersebut merupakan patogen atau memberikan kontribusi terhadap perkembangan penyakit *growth anomaly*. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk bisa menerangkan etiologi penyakit.

DAFTAR PUSTAKA

- Acropora palmata. Mar. Biol. 77, 221–227.
- Aeby, G.S., Williams, G.J., Franklin, Haapkyla, J., Harvell, Neale, C.D.S, Page, C.A., Raymundo, L., Vargas-Angel, B., Willis, B.L., Work, T.M., Davy S.K. 2011. Growth Anomalies on the Coral Genera Acropora and Porites Are

- Strongly Associated with Host Density and Human Population Size across the Indo-Pacific. *PLoS ONE* 6 (2): e16887. doi:10.1371/journal.pone.0016887
- Anwar, M.A. and Choi, S. 2014. Gram Negative Bacteria: Structure Features of Lipopolysaccharides and Their Relevance for Economically Important Diseases (review). *Marine drugs* 12: 2485-2514.
- Arotsker, L. Kramarsky-winter, E., Ben-Dov, E., Kushmaro, A. 2016. Microbial transcriptome profiling of black band disease in Faviid Coral During a seasonal disease peak. *Dis Aquat Org* 118:77-89
- Austin, B. and Austin, D.A. 1993. *Bacterial Fish Pathogens: Disease in Farmed and Wild Fish*. Second edition. Taylor & Francis. London. 356 p
- Austin, B. 1988. *Marine Microbiology*. Cambridge University Press. Cambridge. 222 p
- Bak, R.P.M., 1983. Neoplasia, regeneration and growth in the reef building coral *Acropora palmata*. *Mar. Biol.* 77 (3): 221-227
- Barnes, M.E. and Brown, M.L. 2011. A Review of *Flavobacterium Psychrophilum* Biology, Clinical Signs, and Bacterial Cold Water Disease Prevention and Treatment. *The Open Fish Science Journal* 4: 1- 9
- Baumann, P. 1968. Isolation of *Acinetobacter* from Soil and Water. *Journal of Bacteriology* 96 (1): 39-42.
- Bauvet, P.J.M. and Grimont, P.A.D. 1986. Taxonomy of the Genus *Acinetobacter* with the Recognition of *Acinetobacter baumannii* sp.nov., *Acinetobacter haemolyticus* sp. Nov., *Acinetobacter johnsonii* sp.nov., *Acinetobacter junii* sp.nov., and Emended Description of *Acinetobacter calcoaceticus* and *Acinetobacter iwoffii*. *International Journal of Systematic Bacteriology* 36 (2): 228-240.
- Beeden, R., Willis, B.L., Raymundo, L.J., Page, C.A., and Weil, E. 2008. *Underwater Cards for Assessing Coral Health on Indo-Pacific Reef*. CRTR Program Project Executing Agency, Center for Marine Studies. The University of Queensland. Australia
- Beleneva, I.A. and Maslennikova, E.F. 2004. Spread of Bacteria of the genus *Acinetobacter* in the Hydrobios of the Bay of Peter the Great (the Sea of Japan). *Micribiol Epidemiol Immunobiol* 3: 88-90
- Breed, R.S, Murray, E.G.D., and Smith, N.R. 1957. *Bergey's Manual Determinative Bacteriology*. Seventh Edition. The Williams & Wilkins Company. United States of America
- Burns, J.H.R, Takabayashi, M. 2011. Histopathology of Growth Anomaly Affecting the Coral, *Montipora capitata*: Implications on Biological Functions and Population Viability. *PLoS ONE* 6(12):e28854
- Cappuccino, J.G. and Sherman, N. 1987. *Mikrobiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Menlo Park. California
- Cervino, J.M., Thompson, F.L., Gomes-Gil, B., Lorence, E.A., Goreau, T.J., Hayes, T.J., Winiarski-Cervino, K.B., Smith, G.W., Hughen, K., Bartels, E. 2008. The *Vibrio* Core Group Induced Yellow Band disease in Caribbean and Indo-Pacific Reef-Building Corals. *Journal applied Microbiology*. 1-17
- Dubluer, N., Giere, O., Distel, D.L., Mavanaugh, C.M. 1995. Characterization of Chemoautotrophic Bacterial Symbionts in a Gutless Marine Worm (Oligochaeta, annelida) by Phylogenetic 16S rRNA Sequence Analysis and in Situ Hybridization. *Applied environmental Microbiology* 61 (6):2346-2350.
- Durborow, R.M., Thune, R.L., Hawke J. P and Camus, A.C. 1998. Columnaris Disease A Bacterial Infection Caused by *Flavobacterium columnare*. *SRAC Publication* No. 479
- Goldberg, J. and Wilkinson, C. 2004. Global Threats to Coral Reef: Bleaching, Climate change, Disease, Predator Plagues, and Invasive Species. *GCRMN*. 25 p
- Harvell, C.D. 2007. Coral Disease Environmental Drivers, and The Balance Between Coral and Microbial Associates. *Oceanography* 20 (1).
- Harvell, C.D., Aronson, A., Baron, N., Connell, J., Dobson, D., Ellner, S., Gerber, L., Kim, K., Kuris, A., McCallum, H., Lafferty, K., McKay, B., Porter, J., Pascual, M., Smith, G., Sutherland, K., Ward, J., 2004. The rising tide of ocean diseases: unsolved problems and research priorities.. Review *Front Ecol Environ* 2(7): 375-382
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T and Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology Ninth eds*. Lippincott Williams and Wilkins. Baltimore, USA
- Hernandez-Castro, R., Martinez-Chavarria, L., Diaz-Avelar, A., Romeo-Osorio, A., Godinez-Reyes, C., Zovola-Gonzalez, A., Verdugo-Rodriguez, A. 2005. Aerobic Bacterial Flora of the Nasal Cavity in Gulf of California Sea Lion (*Zalophus californianus*). *Vet. J* 170 (3): 359-363.
- Jones, R. J., Bowyer, J. C., Hoegh-Guldberg, I.O. and Blackall, L. L. 2004. Dynamics of a temperature-related coral disease outbreak. *Marine Ecology Progress Series*, 281 : 63-77.
- 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

- Levinson, W. 2008. *Review of Medical Microbiology & Immunology, Tenth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc Durborow, R.M., Thune, R.L., Howke, J.P. dan Camus, A.C. 1998. Columnaris Disease a Bacterial Infection Caused by *Flavobacterium columnae*. SRAC No 479
- Liu, G., Tang, C. M., Exley, R. M. 2015. Non-Pathogenic Neisseria: Members of an Abundant, Multi-Habitat, Diverse genus. *Microbiology* 161:1297-1312.
- Mac Faddin, J F . 1983. *Biochemical Test For Identification Of Medical Bacteria* .Second Edition . Williams and Wilkins . Baltimore London.
- 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
- Peters, E.C. 1997. *Diseases of Coral-Reef Organisms*. In: Birkeland C (ed) *Life and Death of Coral Reefs*. Chapman & Hall, New York.
- Reimer, A. 2017. Search for Novel Antimicrobials Against Neisseria Gonorrhoeae and Chlamydia Trachomatis. *Dissertation*. Fach Biologie eingereicht an der Fakultät für Biologie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Würzburg
- Sidharta, B.R. 2000. *Pengantar Mikrobiologi Kelautan*. Universitas Atmajaya Yogyakarta. 122 hal
- Sokolow, S. 2009. Effects of a changing climate on the dynamics of coral infectious disease: a review of the evidence. *Dis Aqua org* 87: 5–18
- Soslau, G., Jacob A., Russell, James R., Spotila, Andrew J. M., Bagsiyao, P. 2011. *Acinetobacter* sp.HM746599 Isolated from Leather Back Turtle blood. *Research Letter*. published online 27 July 2011. DOI:10.1111/j.1574-6968.
- Spencer, J.M., Pike, J., Munn, C.B. 2007. Diseases affect Cold – Water Corals too: *Eunicella verrucosa* (Cnidaria:Gorgonacea) Necrosis in SW England. *Diseases of Aquatic Organisms*. Marine Institute, University of Plymouth. UK. 78:87-97.
- Work, T.M., Rameyer, R.A. 2005. Characterizing Lesions in Corals From American Samoa. *Coral Reefs* 24:384–390.
- Squires, D.F., 1965. Neoplasia in a coral?. *Science* 148: 503–505
- Sunagawa S., DeSantis, T., Piceno, Y. M., Brodio, E.L., Desavo, M.K., Vooltra, C.R., Weil, E., Anderson, G.L. 2009. Bacterial Diversity and white Plaque Disease Associated Community Change in The Caribbean Coral Montastraea. *The Ismejournal* 3: 512-521.
- Sutherland, K.P., Porter, J.W., Torres, C. 2004. Disease and Immunity in Caribbean and Indo-Paci Wczoanthellate Corals. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 266: 273–302.
- Takabayashil, M., Gregg, T.M., Farah, E., Burns, J., Teves, K., Cody N.H. 2008. The Prevalence of Skeletal Growth Anomaly And other Afflictions in Scleractinian Corals at Wai'opae, Hawai'i. *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida, 7-11 July 2008*. Session number 18
- Umezawa H, Okami Y, Kurasawa S, Ohnuki T, Ishizuka M, Takeuchi T, Shiio T, Yugari Y. 1983. Marinactan, Antitumor Polysaccharide Produced by Marine Bacteria. *Jurnal Antibiotik* 36 (5): 471-477. PMID: 6874564
- Uzair B, Ahmed N. A, Mohammad F. V., Ahmad, V.U., and Edwards, D. 2009. Screening of Marine Bacteria of Pakistan Coast for Drug Discovery Potential. *Proc. Pakistan Acad. Sci.* 46(3):137-144.
- Veron, J. 2000. *Coral of The World*. Australian Institute Marine Science. Townsville Australia. 429 halaman.
- Waluyo, L. 2009. *Teknik dan Metode Dasar Mikrobiologi*. Universitas Muhammadiyah. Malang Press. Malang
- Weil, E. and Hooten, A.J. 2008. *Underwater Cards for Assessing Coral Health on Caribbean Reefs*. CRTR Program Project Executing Agency, Center for Marine Studies. The University of Queensland. Australia
- Weil, E., Smith, G., Gil-Agudelo, D.L. 2006. Status and Progress in Coral Reef Disease Research. *Dis Aquat Org* 69:1-7
- 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
- Work, T.M., Rameyer, R.A. 2005. Characterizing Lesions in Corals From American Samoa. *Coral Rees* 24:384–390
- Work, T.M., Aeby, G.S., Coles, S.L. 2008. Distribution and Morphology of Growth Anomalies in *Acropora* from the Indo-Pacific. *Diseases Aquatic Organisms* 78:255-264
- Yulianto, K. dan Mira, S. 2009. Budidaya Makroalga (*Kappaphycus alvarezii*) (DOTY) secara vertical dan gejala penyakit Ice-ice di Perairan Pulau Pari. *Oceanologi dan Limnologi Indonesia* 35 (3): 323-332