

## EKSPLORASI BAKTERI KANDIDAT PROBIOTIK DI LUMPUR HUTAN MANGROVE WONOREJO

### EXPLORATION THE CANDIDATE PROBIOTIC BACTERIA IN MANGROVE MUD WONOREJO

Indah Pratiwi, Rahayu Kusdarwati dan Wahyu Tjahjaningsih

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga  
Kampus C Mulyorejo - Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

#### Abstract

Mangrove as one of the bacterial community development area, one of which is a probiotic bacterium. Exploration of probiotic bacteria in the mud of mangrove forest has not been done, especially in the mud in the mangrove forest Wonorejo, Rungkut-Surabaya.

This study aims to determine the candidate probiotic bacteria species found in mangrove forests Wonorejo. This research method is descriptive in the form of sludge sampling surveys at five different points area. Sampling points are T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> and T<sub>5</sub>. T<sub>1</sub> is an area of mangrove forest near Wonorejo milkfish. T<sub>2</sub> is a region of southern estuarine mangrove forest near Wonorejo milkfish. T<sub>3</sub> is a region of northern estuary mangrove forest Wonorejo near sewerage drains Wonorejo citizens. T<sub>4</sub> is a region of southern estuarine mangrove forest Wonorejo and T<sub>5</sub> is a region of northern estuarine mangrove forest Wonorejo. Fifth sludge samples performed a series of tests in the identification bakteri Hall Fish Quarantine, Quality Control and Safety of Fishery Products Class 1 Juanda. Data were analyzed by descriptive identification results by describing the data distribution of probiotic bacteria at each sampling point area Wonorejo mangrove mud.

The results showed that probiotic candidate bacterias found were *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *Pseudomonas* sp., *P. pseudomallei*, *Vibrio alginolyticus* and *Microccus* sp.

**Keywords :** mud, mangrove forests Wonorejo, candidate probiotic bacteria

---

#### Pendahuluan

Ekosistem mangrove adalah ekosistem yang bersifat kompleks dan dinamis, namun labil karena ekosistemnya dipenuhi oleh vegetasi mangrove, yang merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan Menurut Anwar dan Gunawan (2007), ekosistem mangrove adalah ekosistem yang bersifat kompleks dan dinamis, namun labil karena ekosistemnya dipenuhi oleh vegetasi mangrove, yang merupakan habitat berbagai satwa dan biota perairan. Hal ini tentu dapat dihubungkan dengan banyak permasalahan yang meliputi aspek biologi dan fisik perairan. Segi biologi hutan mangrove dipengaruhi oleh produksi serasah (Affandi, 1996 dalam Purnobasuki, 2005), dekomposisi, pengambilan mineral oleh tumbuhan, dan aktivitas-aktivitas biologi lainnya dari seluruh biota dalam hutan mangrove (Purnobasuki, 2005). Hutan mangrove menjadi tempat berkembangnya komunitas bakteri. Bakteri mengisi sejumlah pori-pori tanah dan menjadi komponen dasar fungsi ekologis lingkungan (Wijiyono, 2009).

Salah satu jenis bakteri yang dikembangkan pada budidaya adalah bakteri probiotik. Bakteri probiotik didefinisikan sebagai suplemen pakan berupa mikroba hidup yang dapat menguntungkan inangnya dengan menjaga keseimbangan mikrobial usus inangnya (Fuller, 1989 dalam Verschuere *et al.*, 2000). Eksplorasi bakteri probiotik dalam perikanan budidaya telah banyak dimanfaatkan. Penelitian untuk mengisolasi bakteri dalam tanah dan air dari tambak telah banyak dilakukan, sedangkan eksplorasi bakteri probiotik dari dalam tanah mangrove terutama dalam tanah mangrove di Surabaya belum banyak dilakukan. Dari latar belakang ini, dilakukan penelitian eksplorasi bakteri kandidat probiotik dalam lumpur hutan mangrove.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapat informasi spesies bakteri kandidat probiotik dari lumpur hutan mangrove Wonorejo. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang keanekaragaman bakteri kandidat probiotik dalam lumpur hutan mangrove Wonorejo dan diharapkan hasil penelitian ini mampu

diaplikasi oleh masyarakat perikanan untuk kepentingan budidaya.

### Metodologi

Kegiatan penelitian ini dilakukan di hutan mangrove Wonorejo, Rungkut-Surabaya dan Balai Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas 1 Juanda, Surabaya pada tanggal 06-15 Maret 2013.

Alat-alat yang digunakan antara lain, *laminar air flow*, inkubator, autoklaf, Erlenmeyer, tabung reaksi, pemanas, aluminium foil, bunsen, cawan Petri, jarum Ose dan *needle*, neraca Ohaus dengan ketelitian 0,1 g, gelas ukur, tabung reaksi, kapas, mikropipet (100-1000 µl), mikroskop binokuler, gelas objek, *vortex*, sterfoam, timba, *cylinder crob*, dan plastik.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel lumpur sedimen hutan mangrove Wonorejo, Rungkut-Surabaya, NaCl, media agar non selektif *Tryptone Soya Agar* (TSA), media selektif *Thiosulphate Citrate Bilesalt Sucrose* (TCBS) untuk uji pertumbuhan *Vibrio*, *methyl red-Voges Proskauer* (MR-VP) *Broth*, KOH 40%, glukosa, arabinosa, inositol, manitol, sukrosa, maltosa, media aginin, media ornitin, media urea, media

uji oksidatif/fermentatif, *Lysin Iron Agar* (LIA), media *Motility Indol Ornithin* (MIO), media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), dan media *Simmon Citrate Agar* (SCA), bahan untuk uji pewarnaan Gram (kristal violet, lugol iodine, safranin, etil alkohol 96%, dan akuades), hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), kertas indikator oksidase, larutan alpha-naftol 5%, reagen metil merah, reagen Kovac's, dan minyak parafin.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dalam bentuk survei dengan pengambilan sampel yang dilakukan secara acak pada lima area yang berbeda sepanjang hutan mangrove Wonorejo terhitung mulai dari area sekitar tambak di sepanjang hutan mangrove Wonorejo sampai area terdekat mangrove sekitar wisata hutan mangrove Surabaya. Berikut peta pengambilan sampel lumpur si hutan mangrove Wonorejo.

### Pengambilan Sampel

Sedimen lumpur diambil langsung dari hutan mangrove Wonorejo sebanyak 10 gr dengan menggunakan *cylinder crob* sampai pada kedalaman 10 cm di bawah permukaan lumpur. Sampel hasil pengambilan disimpan dalam plastik dan diberi nomer sampel berdasarkan kelompok lokasi pengambilan sampel (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> dan T<sub>5</sub>). Tiap-tiap sampel



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel  
(Sumber : Google Earth (2009) dalam Geo Eye et al. (2013)

Tabel 1. Hasil Identifikasi Isolat Bakteri dalam Lumpur Hutan Mangrove Wonorejo.

Nama Uji	Hasil Uji Isolat Bakteri						
	1	2	3	4	5	6	7
Morfologi sel	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Bulat
Pewarnaan Gram	+	+	+	-	-	-	-
Oksidase	-	-	-	+	+	+	+
Katalase	+	+	+	+	+	+	+
O/F	NR	NR	F	O	O	F	O/F
TSIA	Al/As, Gas -, H <sub>2</sub> S -	As/As, Gas -, H <sub>2</sub> S -	As/As, Gas -, H <sub>2</sub> S +	Al/As, Gas -, H <sub>2</sub> S -	Al/As, Gas -, H <sub>2</sub> S +	As/As, Gas -, H <sub>2</sub> S -	As/As, Gas -, H <sub>2</sub> S +
Urease	-	+	+	-	-	-	-
Arginin	-	-	-	-	+	+	-
Simmon Citrate	-	-	+	-	-	+	-
Lisin Iron	-	+	+	+, H <sub>2</sub> S +	+	+	+, H <sub>2</sub> S +
Gelatin	+	+	+	+	+	+	+
Motilitas	-	-	-	-	-	+	-
Indol	-	-	-	-	-	+	-
Ornitin	-	-	-	+	-	+	-
Methyl Red	-	-	-	-	-	+	-
Voges Proskauer	-	-	-	-	-	-	-
Uji gula							
- Glukosa	+	+	+	+	+	+	+
- Sukrosa	-	+	+	-	-	+	+
- Laktosa	-	+	+	-	-	+	+
Uji TCBS	-	-	-	-	-	+	-

Keterangan: isolat 1) *Bacillus* sp.; 2) *B. subtilis*; 3) *B.licheniformis*; 4) *Pseudomonas* sp.; 5) *P. pseudomallei*; 6) *Vibrio alginolyticus*; dan 7) *Micrococcus* sp. + (reaksi positif perubahan media); - (reaksi negatif perubahan media). NR (*Not Reaction*). Al (alkali). As (asam). Gas - (isolat tidak memproduksi gas). Gas + (isolat memproduksi gas). H<sub>2</sub>S - (isolat tidak memproduksi H<sub>2</sub>S). H<sub>2</sub>S + (isolat memproduksi H<sub>2</sub>S).

dilakukan pengulangan pengambilan sebanyak 2 kali.

#### Isolasi Bakteri

Masing-masing sampel lumpur ditimbang sebesar 1 gr kemudian dihomogenasi dalam 9 ml larutan fisiologis (NaCl 0,9%) pada pH 2 dengan bantuan vortex. Suspensi isolat lumpur sebanyak 1 ml diteteskan di atas media kultur TSA dengan mikropipet kemudian distrik dengan jarum Ose. Setelah diperoleh koloni yang mampu hidup pada media, maka setiap koloni yang diperoleh, diisolasi kembali dengan tujuan pemurnian koloni.

#### Identifikasi Bakteri

Isolat murni hasil pemurnian koloni dilanjutkan dengan identifikasi bakteri dengan serangkaian uji morfologi koloni, uji pewarnaan Gram, uji biokimia dan uji *Thiosulphate Citrate Bilesalt Sucrose* (TCBS). Hasil serangkaian uji tersebut kemudian diidentifikasi jenis bakteri kandidat probiotik yang diperoleh berdasarkan buku pedoman *Bergey's Determinative Bacteriology* (Holt et al., 2005) dan disimpulkan hasil identifikasi bakteri kandidat probiotik.

#### Hasil dan Pembahasan

Hasil isolasi dan identifikasi bakteri kandidat probiotik dalam lumpur hutan Mangrove Wonorejo ditemukan tujuh spesies bakteri kandidat probiotik, yaitu *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *B.licheniformis*, *Pseudomonas* sp., *P. pseudomallei*, *Micrococcus* sp. dan *Vibrio alginolyticus*. Berikut hasil uji morfologi, uji pewarnaan Gram, uji biokimia dan uji TCBS.

Data pengukuran parameter pendukung pada sampel lumpur dan air dari T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, dan T<sub>5</sub> menunjukkan kisaran salinitas antara 3-11 ppt dan kisaran pH antara 5,8-6,4. Data diambil saat lokasi pengambilan sampel mengalami hujan dan kondisi perairan muara sedang surut.

*Bacillus* ditemukan pada semua sampel lumpur yang diambil pada lima titik pengambilan yang berbeda. Kelima lokasi pengambilan sampel memiliki kondisi yang berbeda, dengan demikian bakteri dari genus *Bacillus* dapat tumbuh pada kondisi yang bervariasi baik dalam kondisi ekstrim sekalipun. Widyawati (2008) menyatakan bahwa, *Bacillus* sp. merupakan salah satu kelompok bakteri

yang dapat diisolasi dari tanah mempunyai kemampuan membentuk endospora pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan sehingga dapat toleran pada kondisi lingkungan kritis.

Spesies *Bacillus* yang ditemukan pada kelima sampel lumpur hutan mangrove Wonorejo adalah *Bacillus* sp., *B. subtilis* dan *B. licheniformis*. Genus *Bacillus* termasuk salah satu probiotik yang berperan sebagai agen biokontrol dalam akuakultur, baik sebagai biokontrol terhadap penyakit pada ikan maupun aktivator perbaikan nutrisi pada pakan ikan (Verschuere *et al.*, 2000). *Bacillus* sp., *B. subtilis* dan *B. licheniformis* telah dilakukan penelitian terkait peranannya dalam akuakultur, baik sebagai probiotik penghambat pertumbuhan bakteri patogen dan probiotik dalam proses pencernaan (Vaseeharan and Ramasamy, 2003; Li *et al.*, 2007; dan Lin *et al.*, 2004 dalam Subagiyo dan Djunaedi, 2011). Feliatra dkk. (2004) menyatakan bahwa, sedikit spesies dari genus *Bacillus* yang bersifat patogen terhadap vertebrata atau invertebrata. Menurut Jusadi dkk. (2004), *Bacillus* sp. yang ditambahkan ke dalam pakan dapat memperbaiki konversi pakan dan meningkatkan laju pertumbuhan ikan patin. Far (2009) menyatakan bahwa, pencampuran *B. subtilis* dalam pakan memberikan perbedaan yang signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup dan meningkatkan pertumbuhan udang vannamei. Menurut Sarker *et al.* (2010), *B. licheniformis* menunjukkan aktivitas vibriosidal (anti vibrio) dan mampu membunuh 60% populasi *Vibrio* sp.

*Pseudomonas* ditemukan pada sampel T<sub>1</sub>, dan T<sub>4</sub>. T<sub>1</sub> merupakan wilayah hutan mangrove Wonorejo yang berada di dekat tambak, sedangkan T<sub>4</sub> merupakan wilayah muara bagian selatan hutan mangrove Wonorejo yang tidak ada tambak. Spesies *Pseudomonas* yang ditemukan adalah *Pseudomonas* sp. dan *P. pseudomallei*. *Pseudomonas* sp. ditemukan pada sampel lumpur T<sub>4</sub> yang berasal dari wilayah muara bagian selatan hutan mangrove Wonorejo. Vijayan *et al.* (2005) menyatakan bahwa, *Pseudomonas* sp. PS-102 memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan karena dapat diisolasi pada lingkungan yang memiliki pH 6-8 dan salinitas 0-36 ppt dan pada suhu 25-40 °C. *Pseudomonas pseudomallei* ditemukan pada sampel lumpur T<sub>1</sub> yang berasal dari area sekitar tambak bandeng milik warga sekitar. Menurut Masithah (2011), *P. pseudomallei* dapat diisolasi dari tambak.

Genus *Pseudomonas* termasuk salah satu probiotik yang berperan sebagai agen

biokontrol dalam akuakultur, baik sebagai biokontrol terhadap penyakit pada ikan maupun aktivator perbaikan nutrisi pada pakan ikan (Verschuere *et al.*, 2000). Menurut Vijayan *et al.* (2005), *Pseudomonas* sp. PS-102 menunjukkan aktivitas yang signifikan terhadap sejumlah *Vibrio* patogen udang dan *Aeromonas*, yaitu *Vibrio harveyi*, *V. vulnificus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. fluvialis*, dan *Aeromonas* spp. Hal ini disebabkan karena karakteristik unik dari *Pseudomonas* sp. PS-102, yaitu memproduksi antibakteri berspektrum yang luas terhadap bakteri patogen. Prayogo dkk. (2012) menyatakan bahwa, gabungan bakteri *Pseudomonas pseudomallei* dan *P. stutzeri* efektif menurunkan kadar protein, karbohidrat, *biological oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) serta efektif meningkatkan laju pertumbuhan dan tingkat kelulushidupan (SR) benih ikan lele pada metode pembenihan resirkulasi tertutup. Menurut Masithah (2011), ekstrak enzim pektinase dari bakteri *P. pseudomallei* dapat menurunkan dominansi *Microcystis aeruginosa* pada perairan yang mengalami *blooming M. aeruginosa*.

*Vibrio* ditemukan pada sampel lumpur T<sub>5</sub> yang berasal dari wilayah muara bagian utara hutan Mangrove Wonorejo yang dekat dengan lingkungan pertambakan masyarakat hutan mangrove Wonorejo. Bakteri yang ditemukan pada sampel T<sub>5</sub> ini adalah *V. alginolyticus*. Genus *Vibrio* termasuk salah satu probiotik yang berperan sebagai agen biokontrol dalam akuakultur, baik sebagai biokontrol terhadap penyakit pada ikan maupun aktivator perbaikan nutrisi pada pakan ikan (Verschuere *et al.*, 2000). Darmayati dkk. (2009) menyatakan, *V. alginolyticus* adalah salah satu bakteri ditemukan pada sampel sedimen muara Cisadane yang bersalinitas 10-28 ppt. Menurut Widanarni dkk. (2003), *V. alginolyticus* memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *V. harveyi* pada uji *in vitro* dan menurunkan angka kematian larva udang windu pada uji tantangan dengan *V. harveyi* secara *in vivo*.

*Micrococcus* ditemukan pada sampel lumpur T<sub>4</sub> yang berasal dari wilayah muara bagian utara hutan mangrove Wonorejo. Spesies bakteri yang ditemukan adalah *Micrococcus* sp. Irianto dan Hendrati (2003) menyatakan, *Micrococcus* sp. adalah salah satu bakteri yang ditemukan pada perairan pantai Baron yang bersalinitas 0-20 ppt. Menurut Greenbalt *et al.* (2004) dalam Ardiansyah dkk. (2011), *Micrococcus* dapat ditemukan pada berbagai jenis lingkungan dan pada dasarnya mampu

tumbuh dengan baik pada lingkungan dengan konsentrasi air yang rendah dan tinggi kandungan garamnya. Bakteri *Micrococcus* tidak menghasilkan spora namun mampu bertahan hidup dalam kurun waktu yang relatif panjang. *Micrococcus* telah diteliti peranannya sebagai probiotik dalam akuakultur (Irianto dan Austin 2002; Choudhury *et al.*, 2005 dan Panigrahi *et al.*, 2005 dalam Osman *et al.*, 2010). Menurut Feliatra dkk. (2004) dan Suwarsih (2011), *Micrococcus* sp. sebagai salah satu bakteri yang diidentifikasi dari saluran pencernaan ikan kerapu yang berpotensi sebagai bakteri kandidat probiotik. Osman *et al.* (2010) menyatakan bahwa, bakteri probiotik dari spesies *Micrococcus* tidak menunjukkan patogen bagi ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan memiliki efek antagonis terhadap patogen *Aeromonas hydrophila* secara *in vitro*.

Keanekaragaman jenis bakteri kandidat probiotik dengan kondisi sampel lumpur dan perairan menunjukkan bahwa pada area muara (T<sub>4</sub> dan T<sub>5</sub>) lebih beragam jenis bakteri kandidat probiotik yang ditemukan dibandingkan pada area yang jauh dari muara (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan T<sub>3</sub>). Supriadi (2001) menyatakan bahwa, estuaria (muara) merupakan ekosistem yang produktif. Tingginya produktifitas di wilayah estuaria didukung oleh tersedianya kandungan nutrisi yang cukup bagi organisme di perairan tersebut demikian pula bagi mikroorganisme salah satunya bakteri.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari lima sampel lumpur hutan mangrove Wonorejo yang diambil pada titik pengambilan mulai dari muara utara sampai muara selatan hutan mangrove, ditemukan tujuh spesies bakteri kandidat probiotik yaitu, *Bacillus* sp., *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *Pseudomonas* sp., *P. pseudomallei*, *Vibrio alginolyticus* dan *Micrococcus* sp.

Hasil penelitian ini masih dalam bentuk bakteri kandidat probiotik sehingga diperlukan uji tantangan terhadap bakteri patogen secara *in vitro* dan uji patogenitas pada ikan secara *in vivo* agar dapat diketahui manfaatnya pada bidang perikanan.

### Daftar Pustaka

Anwar, C. dan H. Gunawan. 2007. Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomis Hutan Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian. hal 1-12.

- Ardiansyah, M. A. Baiduri, Dahlia dan Yuliadi. 2011. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik Potensial dari Kerapu Macan *Epinephelus uscugettatus* in South Sulawesi Waters. Aqua Hayati 7 (3) : 163-173.
- Darmayati, Y., D. H. Kunarso dan Ruyitno. 2009. Dinamika Bakteri Indikator Pencemaran di Perairan Estuari Cisadane. Jurnal Oseanologi dan Limnologi Indonesia 35(2): 273-290.
- Far, H. Z. 2009. Effects Of Probiotics On The Growth And Survival Of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Their Inhibitory Roles Against *Vibrio parahaemolyticus*. Thesis. School of Graduate Studies. Universiti Putra Malaysia. hal vi-vii.
- Feliatra., I. Efendi dan E. Sugandi. 2004. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Probiotik dari Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscogatus*) dalam Upaya Efisiensi Pakan Ikan. Jurnal Natur Indonesia 6 (2): 75-80.
- Geo Eye, Tele Atlas, Terrametrics and Digital Globe. 2013. Wonorejo, Rungkut, Surabaya, East Java. Global Positioning System (GPS). England.
- Holt, G.J., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Stanley and S.T. Williams. 2005. *Bergeys Manual Determinative Bacteriology*. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia. pp. 93-562.
- Irianto, A. dan P. M. Hendrati. 2003. Keragaman Hayati Bakteri Heterotrofik Aerobik Perairan Pantai Baron, Gunung Kidul, Yogyakarta. Biodiversitas 4 (2) : 80-82.
- Jusadi, D., E. Gandara dan I. Mokoginta. 2004. Pengaruh Penambahan Probiotik *Bacillus* Sp. pada Pakan Komersil Terhadap Konversi Pakan dan Pertumbuhan Ikan Patin *Pangasius hypophthalmus*. Jurnal Akuakultur Indonesia. 3 (1): 15-18.
- Masithah, E.D. 2011. Upaya Menurunkan Dominansi *Microcystis Aeruginosa* Menggunakan Enzim Pektinase dari *Pseudomonas Pseudomallei*. Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus: 4C (83-86).
- Osman, H.A.M., T.B. Ibrahim, W. Soliman and O. Aboud. 2010. Improvement Growth And Immune Status Using A Potential Probiotic Bacteria *Micrococcus species* Among Cultured *Oreochromis niloticus*. New York Science Journal. 3(10) : 5-11.

- Prayogo, B.S.Rahardja dan A. Manan. 2012. Eksplorasi Bakteri Indigen pada Pembenihan Ikan Lele Dumbo (*Clarias Sp*) Sistem Resirkulasi Tertutup. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 4 (2) : 193-197.
- Purnobasuki, H. 2005. Tinjauan Perspektif Hutan Mangrove. Airlangga University Press, Surabaya. hal. 2-8.
- Sarker, A. S., Rahman, S.N. Khan, and M. N. Naser. 2012. Optimization and Partial Characterization of a Putative Probiotic Bacterium Antagonistic to Vibrios in Shrimp Larval Rearing System. Journal Pharmacy Science. 9(1): 23-29.
- Subagiyo dan A. Djunaedi. 2011. Skrining Kandidat Bakteri Probiotik dari Saluran Pencernaan Ikan Kerapu Berdasarkan Aktivitas Antibakteri dan Produksi Enzim Proteolitik Ekstraseluler. Ilmu Kelautan.16 (1) : 41-48.
- Suwarsih. 2011. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Probiotik dari Ikan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscogatus*) dalam Upaya Efisiensi Pakan Ikan. Prospektus, IX (1) : 48-55.
- Supriadi, I. H. 2001. Dinamika Estuaria Tropik. Oseana, XXVI (4) : 1-11.
- Verschuere, L., G. Rombaut, P. Sorgeloos, and W. Verstraete. 2000. Probiotic Bacteria as Biological Control Agents in Aquaculture. Microbiology and Molecular Biology Review, 64 (4) : 655-671.
- Vijayan, KK., I.S. B. Singh, N.S. Jayaprakash, S.V. Alavandi, S. Somnath Pai, R. Preetha, J.J.S. Rajan, and T.C. Santiago. 2005. A Brackishwater Isolate Of Pseudomonas PS-102, A Potential Antagonistic Bacterium Against Pathogenic Vibrios In Penaeid and Non-Penaeid Rearing Systems. Aquaculture 251 : 192–200.
- Widanarni. A. Suwanto, Sukenda, and B. W. Lay. 2003. Potency of *Vibrio* Isolates for Biocontrol of Vibriosis In Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon*) Larvae. Biotropia No. 20 : 11 – 23.
- Widyawati, A. 2008. *Bacillus* sp. Asal Rizosfer Kedelai Yang Berpotensi Sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dan Biokontrol Fungi Patogen Akar. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Petanian Bogor. hal iii.
- Wijiyono, 2009. Keanekaragaman Bakteri Serasah Daun *Avicenia marina* yang Mengalami Dekomposisi pada Berbagai Tingkat Salinitas di Teluk Tapian Naupli, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara, Medan. hal 1-3.