

Identifikasi Bakteri pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan

Yulma^{*}, Burhanuddin Ihsan, Sunarti, Eka Malasari, Neny Wahyuni, Mursyban

Faculty of Fisheries and Marine Science, University Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama No.1, Tarakan. Kalimantan Utara. 77123.

^{*}Corresponding author, Email: yulma.yuki@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 01/08/2017

Received in revised form 27/09/2017

Accepted 28/09/2017

Keywords:

Bacteria

Litter decomposition

Mangrove

KKMB

Tarakan

DOI: [10.22146/jtbb.27173](https://doi.org/10.22146/jtbb.27173)

ABSTRACT

Bacteria in mangrove ecosystem has a significant role in litter decomposition that is essential to provide organic nutrition for organisms in mangrove forest. The research was aimed to identify decomposition bacteria that exist in KKMB Tarakan mangrove conservation area. The identification focused on litters from several mangrove vegetation, which are *Bruguiera parviflora*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Avicennia alba*. The method used was explorative descriptive while testing parameter was genus. The research identified seven bacteria genera for litter from *Bruguiera parviflora* which are *Bacillus*, *Aeromonas*, *Nocardia*, *Corynebacterium*, *Listeria*, *Bacteroides*, *Pseudomonas*. Six genera from *Rhizophora apiculata* which are *Bacillus*, *Listeria*, *Enterobacteria*, *Aeromonas*, *Actinobacillus*, and *Bacteroides*. Five genera for *Sonneratia alba* which are *Bacillus*, *Aeromonas*, *Listeria*, *Enterobacteria*, *Staphylococcus*. Also eight genera from *Avicennia alba* which are *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacteria*, *Bacteroides*, *Plesiomonas*, *Bordella*, *Streptococcus*, and *Neisseria*. The results conclude that different species of mangrove vegetation attracts different species of bacteria as well.

1. Pendahuluan

Ekosistem mangrove memiliki produktivitas yang sangat tinggi melalui sumbangan serasah. Serasah mangrove berupa daun, ranting, bunga, buah dan biomassa lainnya yang jatuh menjadi sumber nutrisi bagi biota perairan dan menentukan produktivitas perikanan laut (Zamroni dan Rohyani, 2008). Salah satu faktor kesuburan pada ekosistem mangrove ialah serasah daun yang jatuh dan mengalami proses dekomposisi. Laju dekomposisi memberikan sumbangan bahan organik yang berperan dalam pembentukan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, ikan, udang, kepiting dan mikroorganisme lainnya di hutan mangrove. Ulqodry (2008). Serasah mangrove yang terdekomposisi oleh mikroorganisme akan menghasilkan bahan organik yang diserap oleh tanaman dan sebagian lagi akan terlarut dan terbawa air surut ke perairan sekitarnya (Dewi, 2010). Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi adalah bakteri.

Bakteri terdapat hampir di seluruh ekosistem, yang

bertanggung jawab untuk mendegradasi dan mendaur ulang unsur-unsur atau elemen esensial seperti karbon, nitrogen dan fosfor. Energi yang terdapat dalam tubuh bakteri sebenarnya lebih besar dibandingkan dengan energi yang terdapat dalam tubuh organisme lainnya, sehingga bakteri dapat mengatur sistem rantai makanan di perairan dan daratan. Keberadaan bakteri di daerah hutan mangrove memiliki arti yang sangat penting dalam menguraikan serasah daun mangrove menjadi bahan organik yang sangat penting dalam penyediaan makanan bagi organisme yang mendiami hutan mangrove (Alongi, 1994).

Oleh karena itu pemahaman yang baik dari keberadaan bakteri pengurai di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) merupakan suatu hal yang bersifat eksplorasi sehingga dapat dijadikan informasi yang penting dalam pengelolaan di sekitar kawasan hutan mangrove sebagai agen utama dalam peningkatan produktivitas primer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan hubungan bakteri yang berperan dalam

proses dekomposisi serasah daun mangrove dari vegetasi yang berbeda yaitu *Bruguiera parviflora*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Avicennia alba* yang terdapat di KKMB.

2. Bahan dan cara kerja

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di lapangan dengan 2 tahap meliputi pengambilan serasah daun mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) kemudian dilanjutkan dengan identifikasi bakteri di Laboratorium Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas II Tarakan. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi jaring penampung (*litter trap*), jaring serasah (*litter bag*), tali, kantong plastik, aluminium foil, oven, timbangan analitik, alat-alat gelas. Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi serasah daun mangrove (*Bruguiera parviflora*, *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, dan *Avicennia alba*), Larutan H₂O₂, *Trypticase soy agar* (TSA), KOH 3%, parafin, dan kertas strip oksidase.

2.1. Pengambilan serasah daun mangrove

Metode umum yang digunakan untuk menampung guguran serasah daun mangrove dalam waktu tertentu (*litter-fall*) adalah dengan *litter-trap* (jaring penangkap serasah) (Brown, 1984). *Litter-trap* berupa jaring penampung berukuran 2 m x 2 m, yang terbuat dari nilon dengan ukuran mata jaring (*mesh size*) sekitar 1 mm dan bagian bawahnya diberi pemberat. *Litter-trap* dipasang pada setiap stasiun pengamatan masing-masing sebanyak 3 buah yang diletakkan pada vegetasi mangrove dengan ketinggian di atas garis pasang tertinggi. Serasah mangrove berupa daun yang telah dikumpulkan kemudian dikeringkan dan dimasukkan ke dalam kantong serasah (*Litter-bag*) sebanyak 20 g yang berukuran 30 cm x 30 cm yang terbuat dari nilon dengan *mesh size* 1 mm. *Litter-bag* dipasang di tiap stasiun pengamatan masing-masing sebanyak 8 buah kantong, 4 buah kantong untuk mengukur laju dekomposisi dan 4 buah kantong untuk identifikasi bakteri. *Litter-bag* kemudian diikatkan di setiap stasiun pada bagian akar mangrove agar tidak terbawa air pasang. Selanjutnya *Litter-bag* diambil dari masing-masing lokasi pengamatan pada selang waktu 14, 28, 42, 56 hari kemudian dibersihkan dan dikeringkan kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

2.2. Isolasi Bakteri Serasah Daun Mangrove

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara menimbang serasah daun mangrove yang telah dihaluskan sebanyak 10

gram, kemudian dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi air dari lingkungan mangrove yang telah disterilkan untuk pengenceran. Proses pengenceran dilakukan sampai tingkat 10⁻⁷, selanjutnya dibiakkan pada media TSA. Biakkan bakteri diinkubasi selama 24 - 48 jam, kemudian koloni bakteri yang tumbuh dimurnikan dengan membuat subkultur di media TSA dan diambil koloni yang berbeda-beda, kemudian diinkubasi selama 24 jam.

2.3. Identifikasi bakteri serasah daun mangrove

Identifikasi bakteri dilakukan dengan 3 pengujian yaitu: uji pewarnaan gram (gram negatif, gram positif dan bentuk bakteri), uji utama (KOH 3%, H₂O₂ 3% dan Oksidase) dan uji lanjut (O/f, Glukosa dan *motility*) (Cowan and Steel's, 1974).

2.4. Analisis Laju Dekomposisi

Data perubahan massa serasah diamati selama 2 bulan pada selang waktu 14, 28, 42, 56 hari yang mengalami dekomposisi, metode ini digunakan untuk menentukan nilai laju dekomposisi yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Olson, 1963 dalam Subkhan, 1991):

$$R = (W_0 - W_1) / T$$

Keterangan:

R = Laju dekomposisi (g/hari)

T = Waktu (hari)

W₀ = Berat kering sampel serasah awal (g)

W₁ = Berat kering sampel serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)

3. Hasil dan pembahasan

Hasil isolasi dan identifikasi bakteri dari serasah daun mangrove yang terdapat di KKMB diperoleh 7 jenis bakteri dari *Bruguiera parviflora*, 6 jenis bakteri dari *Rhizophora apiculata*, dan 5 jenis bakteri dari *Sonneratia alba* serta 8 jenis bakteri dari *Avicennia alba* (Tabel 1).

Dari hasil penelitian didapatkan jenis bakteri yang berbeda pada masing-masing mangrove, walaupun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Bakteri-bakteri yang teridentifikasi memiliki karakteristik yang berbeda. Bakteri yang ditemukan pada serasah daun mangrove merupakan bakteri yang berasal dari perairan laut, tanah maupun dari serasah daun mangrove itu sendiri (bakteri endofit). Hampir semua bakteri perairan laut bersifat Gram negatif dan ukurannya lebih kecil dibanding dengan bakteri non laut. Bakteri Gram positif hanya sekitar 10% dari total populasi bakteri laut dan proporsi terbesar terdiri atas Bakteri Gram negatif berbentuk batang, yang umumnya aktivitas

Tabel 1. Jenis bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi serasah daun mangrove di KKMB

No.	Jenis Mangrove	Jenis Bakteri	Jumlah Bakteri (koloni)
1.	<i>Bruguiera parviflora</i>	<i>Bacillus</i>	9
		<i>Aeromonas</i>	2
		<i>Nocardia</i>	4
		<i>Corynebacterium</i>	1
		<i>Listeria</i>	4
		<i>Bacteroides</i>	2
		<i>Pseudomonas</i>	1
2.	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Bacillus</i>	10
		<i>Listeria</i>	3
		<i>Enterobacteria</i>	2
		<i>Aeromonas</i>	2
		<i>Actinobacilus</i>	1
		<i>Bacteroides</i>	1
3.	<i>Sonneratia alba</i>	<i>Bacillus</i>	11
		<i>Aeromonas</i>	6
		<i>Listeria</i>	1
		<i>Enterobacteria</i>	2
		<i>Staphylococcus</i>	2
4.	<i>Avicennia alba</i>	<i>Bacillus</i>	7
		<i>Clostridium</i>	3
		<i>Enterobacteria</i>	3
		<i>Bacteroides</i>	2
		<i>Plesiomonas</i>	2
		<i>Bordella</i>	2
		<i>Streptococcus</i>	1
		<i>Neisseria</i>	1

gerakan dilakukan dengan bantuan flagela. Bakteri bentuk kokus umumnya lebih sedikit dibanding bentuk batang. Keberadaan bakteri laut Gram positif terbanyak ditemukan pada sedimen (Kathiresan dan Bingham, 2001).

Bakteri merupakan salah satu komponen penting yang berperan dalam penguraian serasah daun di ekosistem mangrove. Bakteri yang dihasilkan dari serasah daun mangrove memiliki keanekaragaman namun ada yang paling dominan ditemukan pada semua jenis serasah daun mangrove yang terdekomposisi seperti *Bacillus* ada pula bakteri yang hanya ditemukan pada satu jenis mangrove saja seperti *Nocardia*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*, *Actinobacilus*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Plesiomonas* dan *Streptococcus*.

Bakteri *bacillus* merupakan salah satu bakteri endofit yang berada pada jaringan tanaman, sehingga bakteri ini dapat ditemukan pada semua vegetasi mangrove. Secara alami bakteri endofit terdapat pada organ tanaman yang sehat dan sedimen tanah seperti *Pseudomonas* dan *Bacillus* (Thagavi et al, 2005). Sesuai dengan penelitian Shome et al., (1995) mengisolasi bakteri dari sedimen yang terdapat di mangrove Andaman Selatan, beliau mengisolasi 38 bakteri dan mendapatkan isolat bakteri yang paling dominan adalah *Bacillus* spp. hingga 50%.

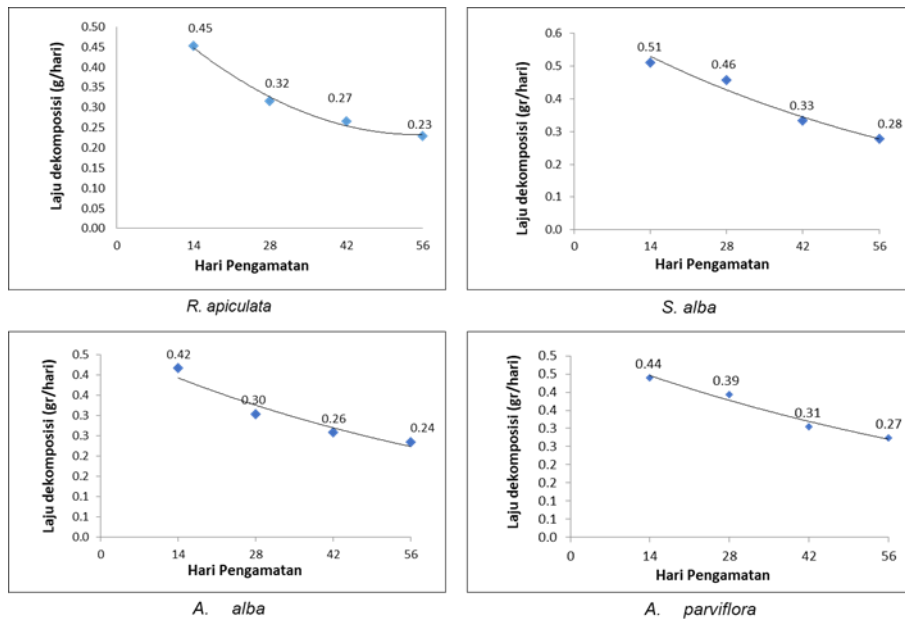
Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Yahya et al., (2014) di perairan mangrove Pesisir Kraton Pasuruan yang mendapatkan bakteri *Bacillus* sp.

yang paling dominan berperan dalam proses dekomposisi serasah mangrove. *Bacillus* sp. merupakan bakteri aerob, gram positif, berbentuk batang dengan ukuran diameter 1,2-1,5 µm dan panjang 2,0-2,4 µm, bentuk sel-sel silindris sampai oval atau bentuk *pear*, dan motil. Endospora kebanyakan dibentuk dalam 48 jam dengan suhu optimum untuk pertumbuhannya antara 25-35°C dan suhu maksimumnya antara 40-45°C masih bekerja dengan baik pada fluktuasi pH 7,3 – 10.5 (Holt et al., 1994).

Laju dekomposisi memberikan sumbangan bahan organik yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan organisme khususnya yang ada di ekosistem mangrove. Bahan organik yang ada pada serasah mangrove dapat dimanfaatkan oleh bakteri untuk mempercepat proses dekomposisi di perairan.

Hal ini sejalan dengan pendapat Polunin (1986) bahwa Tingginya laju dekomposisi serasah disebabkan oleh adanya kehadiran mikroorganisme seperti bakteri yang memanfaatkan bahan organik. Bahan organik yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme adalah fosfor (Sutiknowati, 2010) dan nitrogen (Sa'ban et al, 2013).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju dekomposisi yang paling cepat selama waktu pengamatan yaitu hari ke-14 dan seiring berjalannya waktu maka laju dekomposisi juga semakin lambat dan berkurang (Gambar 1). Ini menunjukkan bahwa peran bakteri dan kandungan



Gambar 1. Laju dekomposisi serasah daun mangrove di KKMB

bahan organik pada serasah daun mangrove sangat mempengaruhi laju dekomposisi serasah daun mangrove. Pribadi (1998) menyatakan bahwa tingginya laju dekomposisi dipengaruhi oleh bahan organik dan mikroorganismenya. Laju dekomposisi pada hari ke 56 mengalami penurunan hal ini diduga berhubungan erat dengan kehilangan bahan organik. Lestarina (2011); Yulma *et al.* (2012) menyatakan bahwa rendahnya laju dekomposisi pada hari terakhir disebabkan oleh kehilangan bahan organik yang mudah larut dan juga berkurangnya mikroorganismenya yang berperan dalam perombakan beberapa zat yang terkandung dalam serasah daun mangrove. Jumlah bakteri yang ditemukan pada setiap waktu pengamatan mengalami penurunan, dapat dilihat pada Tabel 2. Selain itu lama waktu yang dibutuhkan dalam proses dekomposisi dipengaruhi oleh berbagai faktor misalnya jenis mangrove yang memiliki bentuk dan struktur daun yang berbeda-beda juga dipengaruhi oleh lingkungan (Handayani, 2004).

Tabel 2. Jumlah bakteri yang ditemukan pada setiap waktu pengamatan

Jenis mangrove	Jumlah Bakteri (sel)			
	Hari ke-14	Hari ke-28	Hari ke-42	Hari ke-56
<i>Bruguiera parviflora</i>	4	4	2	2
<i>Rhizophora apiculata</i>	4	4	3	2
<i>Sonneratia alba</i>	3	3	2	2
<i>Avicennia alba</i>	4	4	3	3

Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi laju dekomposisi yaitu faktor lingkungan perairan (temperatur,

salinitas, DO dan pH). Pengukuran parameter kualitas air di perairan KKMB meliputi parameter fisika - kimia yang diukur adalah suhu, salinitas, pH, dan oksigen terlarut (DO). Parameter fisika - kimia tersebut diduga berpengaruh terhadap bakteri dan laju dekomposisi. Khairijon, (1998) menyatakan bahwa perbedaan laju dekomposisi disebabkan oleh faktor lingkungan (suhu, salinitas, kadar asam/basa) dan kehadiran mikroorganismenya pengurai dan makrobentos yang terdapat di kawasan hutan mangrove. Hasil pengukuran parameter fisika-kimia (Tabel 3).

Tabel 3. Parameter Fisika – Kimia Perairan KKMB Kota Tarakan

Hari	Pengukuran parameter Fisika – Kimia			
	Salinitas (‰)	Suhu (°C)	pH	DO (Mg/L)
14	28	29.2	7.8	6.15
28	30	28.9	7.6	5.85
42	30	28.8	7.8	6.08
56	30	28.8	7.7	5.53

Hasil pengukuran Suhu di perairan KKMB berkisar 26,9 °C – 30 °C, menurut Indriani (2008) menyatakan bahwa suhu optimum untuk bakteri berkisar 27 – 36 °C. Kisaran suhu tersebut sangat baik untuk proses penguraian dengan asumsi daun mangrove sebagai dasar metabolisme. Suhu yang diperoleh dalam penelitian ini masih berada dalam kisaran yang baik untuk proses dekomposisi. Suhu merupakan parameter fisika yang mempengaruhi sifat fisiologi mikroorganismenya yang hidup di lingkungan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kerja enzim, semakin tinggi suhu maka kerja enzim akan semakin cepat, maka penguraian serasah daun mangrove juga akan semakin meningkat. Setiap

peningkatan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan laju metabolisme organisme menjadi dua kali lipat, akan tetapi penambahan suhu maksimal dapat mematikan mikroorganisme pendegradasi serasah.

Perairan KKMB memiliki salinitas berkisar 28‰ - 30‰, Hrenovic *et al.*, (2003) menyatakan bahwa bertambahnya salinitas akan memberikan efek negatif terhadap kelimpahan dan keanekaragaman bakteri. Tingginya tingkat salinitas mampu menghambat pertumbuhan koloni bakteri sehingga menyebabkan tingkat aktivitas bakteri sangat rendah akibatnya terjadinya *shock osmotic* atau toksik (Mallin *et al.*, 2000; Langenheders, 2005). Yunasfi (2006) melakukan penelitian keanekaragaman bakteri serasah daun *Avicennia marina* yang mengalami dekomposisi pada berbagai tingkat salinitas di Teluk Tapian Nauli dengan hasil pada tingkat salinitas 10-20 ppt ditemukan 16 jenis bakteri, 20-30 ppt ditemukan 12 bakteri dan >30 ppt ditemukan 9 bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tingginya salinitas maka kelimpahan bakteri semakin berkurang.

pH di perairan KKMB berkisar 6,7 - 7,8, Tait (1981) menyatakan bahwa kisaran pH optimum untuk pertumbuhan mikroorganisme adalah 5,6 - 9,4. Artinya kisaran pH yang didapatkan masih dalam kisaran yang optimum untuk melakukan aktivitas penguraian serasah daun mangrove. Aktivitas enzim selulase dipengaruhi oleh pH, enzim pada umumnya hanya aktif pada kisaran pH yang terbatas. Nilai pH optimum suatu enzim ditandai dengan menurunnya aktivitas yang disebabkan oleh turunnya aktivitas atau stabilitas enzim. Pengaruh pH pada aktivitas enzim disebabkan oleh terjadinya perubahan tingkat ionisasi pada enzim atau substrat sebagai akibat perubahan pH. Sehingga nilai pH yang didapatkan mendukung terjadinya proses dekomposisi pada perairan (Aksornkoe, 1993).

Perairan KKMB memiliki kandungan DO berkisar 1,07 mg/l – 6,15 mg/l, Tis'in (2008) menyatakan bahwa kandungan oksigen yang lebih rendah sesuai dengan produksi serasah yang cenderung lebih tinggi sehingga kebutuhan oksigen untuk proses dekomposisi juga relatif lebih besar. Selain itu diduga karena di KKMB memiliki substrat berlumpur yang kaya bahan organik dan tingginya populasi dan individu bakteri di dalam sedimen menyebabkan meningkatnya pemakaian oksigen.

4. Kesimpulan

Bakteri yang berperan dalam proses dekomposisi serasah daun mangrove di KKMB diperoleh 7 genus bakteri dari vegetasi *Bruguiera parviflora* antara lain *Bacillus*, *Aeromonas*, *Nocardia*, *Corynebacterium*, *Listeria*,

Bacteroides, *Pseudomonas*, 6 genus bakteri dari vegetasi *Rhizophora apiculata* antara lain *Bacillus*, *Listeria*, *Enterobacteria*, *Aeromonas*, *Actinobacillus*, *Bacteroides*, 5 genus bakteri dari vegetasi *Sonneratia alba* antara lain *Bacillus*, *Aeromonas*, *Listeria*, *Enterobacteria*, *Staphylococcus* dan 8 genus bakteri dari vegetasi *Avicennia alba* antara lain *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacteria*, *Bacteroides*, *Plesiomonas*, *Bordella*, *Streptococcus*, *Neisseria*. Laju dekomposisi dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, mikroorganisme, jenis mangrove, dan faktor lingkungan.

Acuan

- Aksornkoe, S. 1993. *Ecology and Management of Mangrove*. IUCN, Bangkok, Thailand.
- Alongi D. M. 1994. The Role of Bacteria in Nutrient Recycling in Tropical Mangrove and Other Coastal Benthic Ecosystem. *Hydrobiology*. 285:19-23.
- Brown, SM. 1984. Mangrove Litter Production and Dynamics In Snedaker, C., S and Snedaker, G. J. 1984. The Mangrove Ecosystem: Research Methods. On behalf of The Unesco/SCOR, Working Group 60 on Mangrove Ecology. Page 231-238.
- Cowan dan Steel's. 1974. *Manual For The Identification Of Medical Bacteria*. (second edition). London. Cambridge University Press.
- Dewi, N. 2010. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* Pada Berbagai Tingkat Salinitas Di Kawasan Hutan Mangrove Sicanang Belawan Medan. [Skripsi]. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Handayani, T. 2004. Laju Dekomposisi Serasah Mangrove *Rhizophora mucronata* Lamrk di Pulau Untung Jawa. Kepulauan Seribu. Jakarta. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Holt, J. G., N. R., Kreig, P. H. A. Sneath., J. T. Staley., S. T. Williams. 1994. *Bergey's Manual Of Systematic Bacteriology*. Ninth Edition. William dan Wilkins.
- Hrenovic, J., Damir, V., dan Bozidar, S. 2003. Influence Of Nutrients And Salinity On Heterotrophic And Coliform Bacteria In The Shallow, Karstic Zrmanja Estuary (*Eastern Adriatic Sea*). *Cevre Dergisi*. 46: 29 - 37.
- Indriani, Y. 2008. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove Api-api (*Avicennia marina* Forssk. Vierh) di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kathiresan, K., dan B. L. Bingham. 2001. *Biology of Mangrove and Mangrove Ecosystems*. Centre of advanced Study in Marine Biology, Annamalai University. Huxley College of Environmental Studies, Western Washington University. Annamalai, India.

- Langenheders, S. 2005. Links Bacteria Structure And Fuction Of Heterotrophic Aquatic Bacteria Communities. [Disertasi]. Uppala University. Sweden.
- Lestarina, P. 2011. Produktifitas Serasah Mangrove Dan Potensi Kontribusi Unsur Hara Di Perairan Mangrove Pulau Panjang Banten. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mallin, M. A., Williams, K. E., Esham, E. C. and Lowe, R. P. 2000. Effect Of Human Development On Fungical Water Qualitative In Coastal Watershed. *Eco Appl.* 10: 1047-1056.
- Polunin, N.V.C. 1986. *Decomposition Processes In Mangrove Ecosystem. Workshop on Mangrove Ecosystem Dynamic.* UNDP/UNESCO.
- Pribadi, R. 1998. The Ecology Of Mangrove Vegetation In Bintuni Bay, Irian Jaya, Indonesia. [Tesis]. Scotland: University of Stirling.
- Sa'ban, Ramli M, Nurgaya W. 2013. Produksi Dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Dengan Kelimpahan Plankton Di Perairan Mangrove Teluk Moramo. *Jurnal Mina Laut Indonesia.* 3 (12):132-146.
- Shome, R, B.R. Shome, A.B Mandal and A.K Bandhopadyay. 1995. Bacteri Flara in Mangrove of Andaman: Part I: *Isolation, Identifcation And Antibioqram Studies.* Ind. J. Mar. Sci., 24:97-98.
- Subkhan. 1991. Produksi dan Penguraian Serasah Hutan Mangrove di Sungai Talidendan Besar, HPH PT Bina Lestari, Riau. [Skripsi]. Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutiknowati, L.I. 2010. Kelimpahan Bakteri Fosfat Di Padang Lamun Teluk Banten. *Oceanol. Limnol. Indonesia.* 36(1):21-35.
- Tait, R.V. 1981. *Element of Marine Ecology. An Introduction.* Cambridge University Press. New York.
- Thagavi, S, Barac T, Greenberg B, Vangronsvel J and Van Der Lelie D. 2005. Horizontal Gene Transfer to Endogenous Endophytic Bacteria from Poplar Improves Phytoremediation of Toluene. *Applied and Environmental Microbiology,* 71: 8500–8505.
- Tis'in, M. 2008. Tipologi Mangrove dan Keterkaitannya Dengan Populasi Gastropoda *Littorina neritoides* (LINNE, 1758) di Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ulqodry, T. Z. 2008. Produktifitas Serasah Mangrove dan Potensi Kontribusi Unsur Hara di Perairan Mangrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan. [Tesis]. IPB. Bogor.
- Yahya, Happy, N., Yenny, R., Soemarno. 2014. Karakteristik Bakteri di Perairan Mangrove Pesisir Kraton Pasuruan. *Ilmu Kelautan.* 19 (1): 35-42.
- Yulma. 2012. Kontribusi Bahan Organik Dari Mangrove Api-api (*Avicennia marina*) Sebagai Bahan Evaluasi Pengelolaan Ekosistem Mangrove. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yunasfi. 2006. Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia marina* Oleh Bakteri dan Fungi Pada Berbagai Tingkat Salinitas. [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zamroni, Y., & Rohyani, I. 2008. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. *Biodiversitas.* 9(4): 284-28.