

**EKSPLORASI BAKTERI SELULOLITIK DARI TANAH  
HUTAN MANGROVE BAROS KRETEK, BANTUL,  
YOGYAKARTA**

**NASKAH PUBLIKASI**

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Mencapai  
Derajat Sarjana S-1**



**Oleh:**

**FAJAR NURROCHMAN**

**A 420 110 060**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2015**



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN**

Jl. A. Yani Tromol Pos I – Pabelan, Kartasura Telp. (0271) 717417, Fax : 7151448 Surakarta 57102

---

**Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah**

Yang bertanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : Triastuti Rahayu, S.Si., M.Si.

NIK : 920

Telah membaca dan mencermati naskah artikel publikasi ilmiah, yang merupakan ringkasan skripsi/tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Fajar Nurrochman

NIM : A 420 110 060

Program Studi : Pendidikan Biologi

Judul Skripsi : **EKSPLORASI BAKTERI SELULOLITIK DARI TANAH  
HUTAN MANGROVE BAROS, KRETEK, BANTUL,  
YOGYAKARTA**

Naskah artikel tersebut, layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan dibuat, semoga dapat dipergunakan seperlunya.

Surakarta, 23 April 2015  
Pembimbing

**Triastuti Rahayu, S.Si., M.Si.**  
**NIK. 920**

# **EKSPLORASI BAKTERI SELULOLITIK DARI TANAH HUTAN MANGROVE BAROS KRETEK, BANTUL, YOGYAKARTA**

Fajar Nurrochman <sup>(1)</sup>, A 420 110 060, Triastuti Rahayu <sup>(2)</sup>,  
<sup>(1)</sup>Mahasiswa/alumni, <sup>(2)</sup> Staf Pengajar, Program Studi Pendidikan Biologi,  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
2015.

## **ABSTRAK**

*Bakteri selulolitik merupakan bakteri penghasil enzim selulase yang berfungsi untuk mendegradasi selulosa. Salah satu habitat bakteri selulolitik adalah tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui populasi, potensi dan karakteristik bakteri selulolitik pada tanah hutan mangrove Baros, Kretek, Bantul, DIY. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode komposit pada kedalaman 5, 10, 15 dan 20 cm di lima titik yang berbeda. Isolasi bakteri selulolitik menggunakan media selektif Carboxy Methyl Cellulose 1% (CMC 1%) dengan metode spread plate, diinkubasi pada suhu 28 °C selama 5 hari. Isolat bakteri selulolitik yang tumbuh dihitung koloninya setiap perlakuan dan dipilih isolat yang berbeda dari keseluruhan perlakuan untuk diisolasi pada media NA. Karakterisasi dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat murni terpilih pada media CMC 1% selanjutnya ditetesi congo red 0,1% untuk menguji potensi selulolitiknya (potensi selulolitik ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar koloni). Hasil isolasi bakteri diperoleh 23 isolat yang berpotensi mendegradasi selulosa dari 31 isolat. Populasi paling banyak ditemukan pada kedalaman 20 cm ( $6,44 \times 10^5$  CFU/g), sedangkan pada kedalaman 5 cm terdapat paling banyak perbedaan karakter isolat bakteri selulolitik (13 isolat) dan indeks aktifitas selulolitik paling besar dimiliki isolat 3 yaitu 6,38. Isolat bakteri selulolitik yang diperoleh didominasi bentuk coccus gram negatif.*

**Kata kunci: Bakteri Selulolitik, Tanah Mangrove, Carboxyl Methyl Cellulose (CMC), Congo Red.**

**EKSPLORATION CELLULOLITYC BACTERIA OF SOIL  
MANGROVE FORESTS BAROS, KRETEK, BANTUL,  
YOGYAKARTA**

Fajar Nurrochman <sup>(1)</sup>, A 420 110 060, Triastuti Rahayu <sup>(2)</sup>,  
<sup>(1)</sup>College Student/Graduate, <sup>(2)</sup> Lecturer, Biology Education Program,  
Faculty of Education and Teacher Training,  
Muhammadiyah University Of Surakarta,  
2015.

**ABSTRACT**

*Cellulolytic bacteria are bacteria producing cellulase enzyme that functions to degrade cellulose. One of cellulolytic bacteria habitat is soil. This study aims to determine the population, the potential and characteristics of cellulolytic bacteria in mangrove forest land Baros, Kretek, Bantul, Yogyakarta. Sampling was done by the method of composite soil at a depth of 5, 10, 15 and 20 cm at five different points. Isolation of cellulolytic bacteria using selective media Carboxy Methyl Cellulose 1% (CMC 1%) with a spread plate method, incubated at 28 °C for 5 days. Cellulolytic bacterial isolates were grown colonies of each treatment was calculated and chosen different isolates of the overall treatment for isolated on NA medium. Characterization is done by growing the pure isolates were selected in 1% CMC media further 0.1% Congo red drops to test the potential of cellulolytic (potential cellulolytic marked by the emergence of a clear zone around the colony). Results obtained 23 isolates of bacteria isolation of potentially degrade cellulose from 31 isolates. The population most commonly found at a depth of 20 cm (6,44x10<sup>5</sup> CFU/g), whereas at a depth of 5 cm there are at most a difference of character cellulolytic bacterial isolates (13 isolates) and most major cellulolytic activity index isolates possessed 3 is 6.38. Cellulolytic bacterial isolates obtained dominated by gram-negative cocci.*

**Keyword : Cellulolytic Bacteria, Soil Mangrove, Carboxyl Methyl Cellulose (CMC), Congo Red.**

## PENDAHULUAN

Bakteri selulolitik merupakan bakteri yang memiliki kemampuan menghidrolisis kompleks selulosa menjadi oligosakarida yang lebih kecil dan akhirnya menjadi glukosa dengan menggunakan enzim selulase (Ibrahim, 2007). selulolitik sendiri berarti proses pemecahan selulosa menjadi senyawa atau unit-unit glukosa yang lebih kecil (Saratale, 2012). Menurut Galbe (2007) mikroorganisme tersebut dapat mendegradasi selulosa karena menghasilkan enzim dengan spesifikasi berbeda yang saling bekerjasama. Enzim tersebut akan menghidrolisis ikatan (1,4)- $\beta$ -D-glukosa pada selulosa.

Menurut Reanida (2012) bahwa daun yang gugur di atas tanah memungkinkan bahwa kandungan selulosa di tanah tersebut tinggi, maka besar kemungkinan untuk dapat menemukan bakteri pendegradasi selulosa di dalam ekosistem mangrove. Partikel-partikel organik atau serasah menjadi tempat hidup bagi bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya. Serasah mangrove yang tertimbun di lumpur

mengalami dekomposisi oleh berbagai jasad renik untuk menghasilkan detritus dan mineral bagi kesuburan tanah serta sumber bagi kehidupan fitoplankton (Mahmudi, 2008).

Berdasarkan Data Monografi Desa tahun 2010 *dalam* Trialfhianty (2013), hutan mangrove Baros terdapat disekitar muara Sungai Opak yang terletak di Desa Tirtohargo, Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, DIY. Desa Tirtohargo merupakan dataran rendah dengan tekstur tanah berupa aluvial terletak pada ketinggian 4 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara antara 28-35<sup>0</sup>C. hutan mangrove Baros masih alami, sebab di sekitar hutan mangrove terdapat biawak, burung, kepiting, ular, ikan, siput, keong dan tanaman khas hutan mangrove yaitu *Rhizophora sp.*, *Avicennia*, *Soneratia*, serta tumbuhan *Nypa*.

Menurut Wirajana (2012) mengenai skrining selulase dari tanah hutan mangrove Pantai Suwung Bali, bahwa aktivitas selulase ekstraseluler dapat diukur secara langsung dari sampel tanah

hutan mangrove. Aktivitas selulase tertinggi berasal dari tanah C sebesar 0,866 U/g tanah dengan metode *Filter Paper Assay*, sedangkan dengan metode *Carboxymethyl Cellulose Assay* diperoleh aktivitas sebesar  $4,176 \pm 0,630$  U/g tanah.

Melihat luas area hutan mangrove di Indonesia sekitar 4,25 juta ha atau sekitar 27% luas mangrove di dunia (Irwanto, 2006) dengan potensi mikroorganismenya, didukung dengan referensi dari beberapa penelitian yang telah ada, bahwa bakteri selulolitik dapat ditemukan pada tanah hutan mangrove. Oleh karena itu dalam penelitian ini mengambil sampel tanah dari hutan mangrove Baros untuk mengetahui populasi, potensi dan karakter bakteri selulolitik dari hutan mangrove Baros, Kretek, Bantul, DIY.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan di hutan mangrove Baros, Kretek, Bantul, DIY untuk pengambilan sampel dan Laboratorium Kultur Jaringan Biologi FKIP UMS untuk mengisolasi, menghitung populasi

dan mengkarakterisasi bakteri selulolitik. Pengambilan sampel tanah dilakukan menggunakan metode komposit pada kedalaman 5, 10, 15 serta 20 cm pada lima titik secara acak.

Penelitian ini dilakukan secara eksploratif dan data yang diperoleh dikumpulkan secara sistematis dan disajikan secara informatif. Data yang diambil dalam penelitian ini antara lain kondisi fisik lingkungan tempat pengambilan sampel (salinitas, pH tanah, suhu tanah, kelembaban tanah, kelembaban udara dan suhu udara), jumlah populasi koloni hasil isolasi bakteri pada media CMC agar, proses skrining yaitu mengetahui potensi selulolitik dengan ditetesi menggunakan *congo red* 0,1% yang ditandai terbentuknya zona bening pada sekitar koloni. Pengambilan data terakhir karakterisasi yang meliputi pengamatan makroskopis (morfologi koloni) dan mikroskopis (bentuk sel dan pengecatan gram).

## **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Tabel 1. Jumlah Populasi Bakteri Selulolitik Pada Kedalaman Berbeda**

Kedalaman (Cm)	Jumlah Koloni Bakteri Yang Ditemukan Pada Ulangan Ke-			Jumlah (Koloni)	Pengenceran	Total Populasi (CFU/G)
	I	II	III			
5	14	34	51	42,5	10 <sup>-5</sup>	1,7x10 <sup>5</sup>
10	3	19	45	45	10 <sup>-5</sup>	1,8x10 <sup>5</sup>
15	37	39	10	38	10 <sup>-5</sup>	1,5x10 <sup>5</sup>
20	71	18	72	71,5	10 <sup>-5</sup>	2,8x10 <sup>5</sup> #
	<b>Jumlah</b>			<b>197</b>		<b>7,8x10<sup>5</sup></b>

Keterangan: # Kedalaman tanah dengan total populasi bakteri terbanyak.

**Tabel 2. Hasil Uji Skrining dan Karakterisasi**

Kode Isolat	Karakter Koloni				Uji Skrining	Karakter Sel	
	Bentuk	Warna	Tepi	Elevasi		Bentuk	Gram
1	Circular	Kuning	Entire	Flat	+	Streptococcus	-
2	Irregular	Putih susu	Lobate	Flat	+	Streptococcus	-
3	Irregular	Putih kekuningan	Lobate	Flat	+	Monococcus	-
4	Circular	Putih susu	Lobate	Raised	+	Monococcus	-
5	Irregular	Putih susu	Entire	Raised	+	Diplococcus	-
6	Irregular	Putih kekuningan	Entire	Flat	+	Monococcus	-
7	Irregular	Putih kekuningan	Filiform	Umbonate	+	Monococcus	-
8	Irregular	Putih kekuningan	Entire	Flat	-	-	-
9	Irregular	Putih susu	Lobate	Flat	+	Monococcus	-
11	Irregular	Putih susu	Entire	Flat	+	Monococcus	-
12	Circular	Putih susu	Undulate	Flat	+	Stapilococcus	-
13	Circular	Putih transparan	Curled	Raised	+	Streptococcus	-
14	Circular	Putih susu	Undulate	Flat	-	-	-
16	Irregular	Putih susu	Entire	Raised	-	-	-
17	Rizoid	Putih susu	Lobate	Umbonate	+	Monococcus	-
21	Rizoid	Putih susu	Filiform	Flat	+	Monococcus	-
25	Rizoid	Putih susu	Filiform	Flat	-	-	-
26	Circular	Putih susu	Entire	raised	+	Monococcus	-
27	Filamentus	Putih susu	Filiform	Raised	+	Monococcus	-
28	Circular	Putih kekuningan	Undulate	Umbonate	+	Diplococcus	-
29	Irregular	Kuning	Entire	Raised	-	-	-
30	Irregular	Putih kekuningan	Lobate	Flat	-	-	-
32	Irregular	Putih kekuningan	Lobate	Raised	+	Monococcus	-
34	Rizoid	Putih kekuningan	Filiform	raised	-	-	-
35	Circular	Putih transparan	Curled	Umbonate	+	Diplococcus	-
37	Irregular	Kuning	Lobate	Flat	+	Basil	+
38	Rizoid	Putih susu	Entire	Flat	+	Monococcus	-
39	Rizoid	Putih susu	Undulate	Flat	+	Streptococcus	-
40	Irregular	Kuning	Entire	Raised	+	Stapilococcus	-
46	Circular	Putih transparan	Curled	Umbonate	+	Stapilococcus	-
49	Irregular	Putih kekuningan	Entire	Flat	-	-	-

Jumlah populasi bakteri kedalaman 20 cm yaitu 2,8x10<sup>5</sup> paling banyak terdapat pada CFU/g. Menurut Agus (2008) jumlah

organisme yang tinggal di lapisan serasah organik dan horizon tanah yang lebih dalam biasanya dipengaruhi oleh temperatur, kandungan air dan tekstur tanah. Sesuai dengan pernyataan Hakim *dalam* Ansori (2004) bahwa tekstur tanah juga cukup berperan dalam jumlah populasi bakteri, semakin tinggi jumlah liat maka semakin tinggi kadar bahan organik dan N

tanah. Menurut Schlegel (1994) menyatakan bahwa Pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh nutrisi dan berbagai faktor fisik antara lain suhu, pH, gas atmosfer, tekanan osmosis, dan lain-lain. Pengukuran fisik lingkungan hutan mangrove Baros yang dilakukan saat pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Fisik Pada Lingkungan Tanah Mangrove**

No	Lokasi	Salinitas (%)	Ph Tanah	Suhu Tanah (°C)	Kelembaban Tanah (%)	Kelembaban Udara (%)	Suhu Udara (°C)
1	I	0	2	26,5	100	79	30,7
2	II	0	6,7	27,2	100	78	30,9
3	III	0	4,2	27,4	100	77	31,5
4	IV	0	6,7	26,4	100	70	31,9
5	V	0	6,7	27,7	100	73	31,5
<b>Rata-rata</b>		<b>0</b>	<b>5,26</b>	<b>27,04</b>	<b>100</b>	<b>75,4</b>	<b>31,3</b>

Kadar salinitas pada tanah hutan mangrove tersebut tidak berkadar garam. Keadaan ini terjadi karena hutan mangrove Baros terletak pada muara Sungai Opak yang mengalir tidak langsung ke bibir laut. Selain itu pada lokasi bibir pantai juga terdapat gundukan pasir yang tinggi.

Pada sampel tanah hutan mangrove Baros didapatkan data pH tanah 5,26. Kondisi pH tanah tersebut sangat optimal untuk

pertumbuhan bakteri. Sesuai dengan pernyataan Sutedjo *dalam* Nurmayani (2007) bahwa bakteri berkembang pada pH 5,0-6,0. Temperatur tanah hutan mangrove Baros didapatkan 27,04°C. Suhu tersebut sesuai untuk pertumbuhan bakteri selulolitik mesofilik. Hasil pengukuran suhu udara 31°C masih termasuk kisaran optimum untuk pertumbuhan bakteri (Ningsih, 2014). Menurut Hartanto (2009)



suhu udara optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu 25-37<sup>0</sup>C.

Kelembaban tanah hutan mangrove sangat basah dan sebagian titik lokasi tanahnya berlumpur. Kondisi tanah yang lembab dan basah ini adalah salah satu ciri dari habitat tanaman mangrove. Tanah mangrove yang berlumpur ini menimbun serasah, sehingga serasah akan mengalami dekomposisi oleh berbagai jasad renik (Mahmudi, 2008).

Uji skrining dari 31 isolat bakteri, diperoleh sebanyak 23 isolat bakteri yang mampu mendegradasi selulosa, sedangkan 8 isolat bakteri lainnya tidak memiliki potensi mendegradasi selulosa (*tabel 2*). Penentuan ini didasarkan pada muncul tidaknya zona bening pada sekitar koloni. Fikrinda (2000), menyatakan aktivitas sekresi enzim selulase ditandai dengan nilai indeks aktivitas selulolitik yang merupakan perbandingan diameter zona bening terhadap diameter koloni isolat yang ditumbuhkan pada media agar bersumber karbon CMC. Besar kecilnya nilai indeks aktifitas selulolitik yang dihasilkan bakteri

selulolitik menandakan kuat lemahnya kemampuan bakteri dalam mendegradasi selulosa.

Perbedaan karakter isolat bakteri selulolitik yang berpotensi mendegradasi selulosa paling banyak terdapat pada kedalaman 5 cm. Terdapat 13 dari 23 isolat bakteri selulolitik. Seperti pernyataan Hakim *dalam* Ansori (2004) Semakin ke bawah kadar bahan organik semakin berkurang. Pada kedalaman 5 cm tanah mangrove Baros berwarna coklat kehitaman, Adanya kandungan organik yang tinggi pada tanah dipengaruhi oleh jumlah mikroorganisme yang berpotensi sebagai pengurai organik juga semakin banyak. Salah satunya adalah bakteri selulolitik

Bakteri selulolitik yang memiliki indeks aktivitas selulolitik paling besar dimiliki isolat 3 yaitu 6,38 pada kedalaman 5 cm, menurut Siarudin (2008) bahwa tanah pada kedalaman 3-5 cm merupakan lapisan humus, artinya lapisan pada tanah yang telah terdekomposisi secara sempurna yang ditunjukkan dengan tekstur tanah berupa lempung berwarna kehitaman

Menurut Sadhu (2013), penentuan aktivitas enzim selulase menggunakan metode *agar plate* bukan merupakan metode kuantitatif yang menggambarkan korelasi antara aktivitas enzim dan ukuran diameter zona bening. Koloni bakteri selulolitik *Cytophaga* sp. tidak menunjukkan zona jernih sehingga diameter zona bening mungkin tidak akurat merefleksikan aktivitas selulase yang sebenarnya. Penelitian Siti (2011), juga menunjukkan tidak terbentuknya zona bening sekitar koloni dari isolat bakteri yang diisolasi dari rayap lokal Indonesia. Hal ini disebabkan bakteri biasanya tidak langsung mengeluarkan enzim selulase ke luar sel tetapi masih terperangkap di sel (Rakhmawati, 2014).

Sebagian besar isolat memiliki bentuk morfologi irregular berwarna putih susu permukaannya datar (flat) bertepi rata (entire) dan bergelombang (tabel 2). Pertumbuhan bakteri selulolitik yang diambil dari kultur murni sebanyak 31 isolat mempunyai karakter pertumbuhan yang berbeda-beda. Ada sebagian bakteri yang memiliki

pertumbuhan lebih cepat daripada yang lainnya sehingga mengakibatkan ukuran koloni bakteri yang besar. Isolat bakteri yang memiliki pertumbuhan paling cepat adalah isolat bakteri 6, isolasi pada media CMC agar kusus untuk isolat 5,6,7,8 diulang satu kali. Akan tetapi hasil yang diperoleh tetap sama yaitu pertumbuhannya sangat cepat, sehingga menutupi isolat bakteri 7 dan 8.

Skrining indeks aktivitas selulolitik tersebut, mendapatkan 23 isolat bakteri selulolitik yang berpotensi mendegradasi selulosa. 22 isolat diantaranya memiliki gram negatif yang dengan tanda pada pewarnaan gram berwarna merah/merah muda. Menurut Rahayu (2010), dinding sel negatif memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis. Hal ini menyebabkan lunturnya warna biru saat disiram etanol.

Satu isolat memiliki gram positif yang diberi tanda pada pewarnaan gram berwarna ungu. Warna ungu dikarenakan tebalnya lapisan peptidoglikan pada dinding sel. Akibatnya, pada saat prosedur pewarnaan gram, meninggalkan

warna biru. Selain itu hal serupa juga diutarakan oleh Ling (1990), bahwa struktur dinding sel bakteri memiliki peran khusus dalam integritas selular, bentuk dan stabilitas fisiologis. Sel bakteri gram positif mempunyai dinding tebal yang terdiri dari suatu jaringan multilayer peptidoglikan yang terikat oleh membran bagian dalam. Gram negatif mempunyai dinding relatif tipis dari peptidoglikan yang terisi diantara dua membran. Membran luar terdiri dari lipoprotein dan liposakarida. Kedua tipe gram mempunyai membran bagian dalam dengan tipikal struktur dua lapis protein/lemak dari membran sitoplasmik.

Bentuk sel dari isolat yang didapatkan didominasi dengan bentuk sel coccus, tetapi ada juga yang mempunyai bentuk basil. Mikroorganisme selulolitik dengan bentuk coccus maupun basil di alam dan dapat ditemukan dalam intestinum binatang, sungai dan tanah lumpur (Salle, 1974).

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil simpulan:

- a. Hasil isolasi bakteri selulolitik dengan menggunakan media selektif CMC agar dari tanah hutan mangrove Baros diperoleh 23 isolat bakteri yang mampu mendegradasi selulosa dari 31 isolat bakteri.
- b. Populasi bakteri selulolitik paling banyak ditemukan pada tanah hutan mangrove Baros dengan kedalaman 20 cm dengan jumlah  $6,44 \times 10^5$ .
- c. Karakter bakteri selulolitik paling banyak berbentuk irregular berwarna putih susu permukaannya datar bertepi rata dan bergelombang. Bentuk sel secara mikroskopis didominasi coccus (gram negative) satu basil (gram positif).

## SARAN

Penelitian ini telah mengidentifikasi sampai karakter mikroskopis bakteri, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui spesies bakteri selulolitik yang terdapat pada tanah hutan mangrove Baros.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Fahmudin dan I.G Made Subiksa. 2008. *Lahan Gambut: Potensi Untuk Pertanian Dan Aspek Lingkungan*. Word Agroforestry Centre (ICRAF): Bogor.
- Anshori, Taufik. 2004. Mengenal Bahan Organik lebih Jauh. <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAB&url=http%3A%2F%2Felisa1.ugm.ac.id%2Ffiles%2Fcahyonoagus%2FhDXa17zE%2Ftugas%2520ith%2520kul.doc&ei=1IkVczKN83auQSBj4GACg&usg=AFQjCNEIjzfxdcW9mPKaBsVN7JE3Ol4Lxg&sig2=bg7bLvHq6mSmG65CTxJ7pw&bvm=bv.89947451.d.c2E>. Diakses Pada Hari Rabu, 18 maret 2015 pukul 19.30 WIB.
- Galbe, M. & Zacchi, G. 2007. "Petreatment Of Lignocellulolitic Materials For Efficient Bioethanol Production". *Adv biochem engine/biotechnol* 108:(41-65).
- Hartanto, J. 2009. "Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri pelarut Fosfat Pada Tanah Sulfat Masam Di Kawasan Pesisir Hutan Mangrove Peniti Kalimantan Barat", *Skripsi*. universitas Tanjungpura. Pontianak.
- Ibrahim A.S.S and Al Dewany. 2007. "Isolation and Identification of New Cellulases Producing Thermophilic Bacteria from an Egyptian Hot Spring and Some Properties of the Crude Enzyme". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 1(4): 473-478.
- Irwanto. 2006. *Keanekaragaman Fauna Pada Habitat Mangrove*. Yogyakarta.
- Ling, J.R. 1990. *Digestion of bacterial cell walls in the rumen*. In : *The Rumen Ecosystem* (Eds : S. Hoshino, R. Onodera, H. Minato and H. Itabashi). Jap. Sci. Soc. Press. Tokyo. 83-90.
- Mahmudi, M. 2008. "Laju Dekomposisi Serasah Mangrove dan Kontribusinya Terhadap Nutrien di Hutan Mangrove Reboisasi". *Jurnal Penelitian Perikanan*. 11(1):107-117.
- Ningsih, Lestya, Siti Khotimah dan Irwan Lovadi. 2014. "Bakteri pendegradasi selulosa dari serasah daun avicennia alba

- blume di kawasan Hutan Mangrove peniti kabupaten Pontianak". *Jurnal Protobiont*. 3 (1):34-40.
- Nurmayani, Desi. 2007. "Isolasi dan potensi mikroorganismen selulolitik asal tanah gambut dan kayu sedang melapuk dalam mendekomposisikan kayu". *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara: Medan.
- Rahayu, Triastuti dan Muhammad Waskito Ardhi. 2010. *Modul Praktikum Mikrobiologi*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta Press.
- Rakhmawati, Anna. Evy Yulianti dan Eli Rohaeti. 2014. "Seleksi Bakteri Termofilik Selulolitik Pasca Erupsi Merapi". *Jurnal kaunia* 1(10): 2.
- Reanida, Pramita Putri, Agus Supriyanto dan Salamun. 2012. "Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Mangrove Wonorejo Surabaya". Universitas Airlangga: Surabaya.
- Saratale, G.D., Saratale, R.G., Oh, S.E. 2012. "Production and Characterization Of Multiple Cellulolytic Enzymes By Isolated Streptomyces sp". *MDS. Biomass and Bioenergy*. 47: 302-315.
- Schlegel, H. 1994. *Mikrobiologi Umum Edisi Keenam*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Siarudin, M dan Encep Rahman. 2008. "Biomassa Lantai Hutan dan Jatuhan Serasah di Kawasan Mangrove Blanakan, Subang, Jawa Barat". *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. Vol. V. No. 4:329-335.
- Siti, U., Anna R, dan Evy Y. 2011. *Identifikasi Bakteri Selulolitik Dari Saluran Pencernaan Rayap Lokal*. Laporan penelitian.
- Trialfhianty, Tyas Ismi. 2013. *Kondisi Ekosistem Mangrove Dusun Baros*. Manajemen Sumberdaya Perikanan.
- Wirajana, I Nengah, Ketut Ratnayani, dan Darma Asih Yuliana. 2012. "Skrining Selulase Dari Tanah Hutan Mangrove Pantai Suwung Bali". *Jurnal Kimia*. 6 (2) : 191-195.