

# Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



# BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 3 Desember 2016

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Kepala Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
No. 636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

---

## **Tim Redaksi (*Editorial Team*)**

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)  
Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)  
Gono Semiadi  
Atit Kanti  
Siti Sundari  
Evi Triana  
Kartika Dewi

## **Desain dan Layout (*Design and Layout*)**

Muhamad Ruslan, Fahmi

## **Kesekretariatan (*Secretary*)**

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

## **Alamat (*Address*)**

Pusat Penelitian Biologi-LIPI  
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)  
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,  
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia  
Telepon (021) 8765066 - 8765067  
Faksimili (021) 8765059  
Email: [berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)  
[jurnalberitabiologi@yahoo.co.id](mailto:jurnalberitabiologi@yahoo.co.id)  
[jurnalberitabiologi@gmail.com](mailto:jurnalberitabiologi@gmail.com)

Website: [http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita\\_biologi](http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi)



**ISSN 0126-1754**

636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Volume 15 Nomor 3, Desember 2016

# **Berita Biologi**

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol. 15	No. 3	Hlm. 207-319	Bogor, Desember 2016	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	--------------	----------------------	----------------

**Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ucapan terima kasih kepada  
Mitra Bebestari nomor ini  
15(3) – Desember 2016

Dr. Ir. Yulin Lestari  
Dr. Ir. Gayuh Rahayu  
Dr. Elfahmi, M.Si  
Prof. Dr. Amarila Malik MSi., Apt.  
Dr. Dewi Malia Prawiradilaga  
Dr. Dono Wahyuno  
Dr. Novik Nurhidayat  
Dr. Atik Retnowati SP., M.Sc.  
Dr. Endang Warsiki, STP, M.Si  
Dr. I Made Suidiana, M.Sc.  
Dr. Denny Nugroho Sugianto, ST.MSi  
Dr. Puspita Lisdiyanti, M.Agr.Chem.  
Ir. IG.B. Adwita Arsa, MP  
Iman Hidayat, Ph.D.

## AKTIVITAS ANTIBAKTERI AKTINOMISETES LAUT DARI PULAU ENGGANO [Antibacterial activity of marine actinomycetes from Enggano Island]

Shanti Ratnakomala<sup>✉</sup>, Pamela Apriliana, Fahrurrozi,  
Puspita Lisdiyanti dan Wien Kusharyoto

<sup>✉</sup>Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor Km.46, Cibinong 16911  
email: shanti.ratnakomala@lipi.go.id

### ABSTRACT

Marine actinomycetes were isolated from mangrove sediment from the coast in Enggano, Bengkulu Province, Indonesia using the medium NBRC No. 802 modified by the addition of 2% NaCl. A total of 29 isolates of actinomycetes were isolated from three mangrove sediment samples and evaluated their potential to produce bioactive metabolites. Screening of 29 isolates marine actinomycetes isolates were performed against three bacterial pathogens had been done. Bacteria test used was *Escherichia coli* NBRC 14 237, *Staphylococcus aureus* NBRC13 276, and *Bacillus subtilis* NBRC 3134. Screening result showed that seven isolates have inhibitory effects against bacteria test and 22 other isolates have no inhibition. Of the seven isolates, one isolate has inhibitory effect against the growth of Gram-negative bacteria *Escherichia coli*, while six other isolates inhibit Gram-positive bacteria *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*. It was concluded that, of the 29 isolates conducted in the experiment, seven isolates produce antibacterial compounds on agar medium. Molecular identification of 23 isolates were identified based on the gene 16S RNA sequences showed that 22 isolates belong to the genus *Streptomyces* and one strain belongs to the genus *Dermaococcus*.

**Key words:** marine actinomycetes, antibacterial, Enggano Island.

### ABSTRAK

Aktinomisetes laut berhasil diisolasi dari sedimen mangrove dari pesisir pantai di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu, Indonesia menggunakan medium NBRC No. 802 yang dimodifikasi dengan penambahan 2% NaCl. Sebanyak 29 isolat aktinomisetes berhasil diisolasi dari tiga sampel sedimen mangrove dan dievaluasi potensinya untuk memproduksi senyawa metabolit bioaktif. Penapisan 29 aktinomisetes laut hasil isolasi dari Pulau Enggano terhadap tiga bakteri patogen telah dilakukan. Bakteri uji yang digunakan adalah *Escherichia coli* NBRC 14237, *Staphylococcus aureus* NBRC 13276, dan *Bacillus subtilis* NBRC 3134. Hasil penapisan menunjukkan sebanyak tujuh isolat mempunyai daya hambat terhadap bakteri uji dan 22 isolat lainnya tidak mempunyai daya hambat. Dari tujuh isolat, satu isolat mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri uji Gram negatif *Escherichia coli*, sedangkan enam isolat lainnya menghambat bakteri Gram positif *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*. Disimpulkan bahwa dari 29 isolat yang dilakukan percobaan, tujuh isolat menghasilkan senyawa aktif pada medium agar. Identifikasi molekuler dari 23 isolat yang berhasil diisolasi dan diidentifikasi gen 16S RNANYa menunjukkan bahwa 22 isolat termasuk dalam genus *Streptomyces* dan satu isolat termasuk dalam genus *Dermaococcus*.

**Kata kunci:** aktinomisetes laut, antibakteri, Pulau Enggano.

### PENDAHULUAN

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar berpenduduk yang terletak di Provinsi Bengkulu. Pulau Enggano secara geologis atau geografis tidak pernah bergabung dengan daratan besar Pulau Sumatera, sehingga isolasi selama ribuan atau jutaan tahun dapat menyebabkan karakter serta keragaman mikroorganisme yang unik. Hutan mangrove yang ada di Pulau Enggano merupakan salah satu hutan mangrove yang terbaik di Indonesia. Mangrove merupakan hutan lahan basah pesisir yang umumnya ditemukan di dekat daerah intertidal, muara sungai, laguna, dan rawa. Mangrove menyediakan ceruk ekologi yang unik bagi berbagai mikroorganisme yang berbeda. Mikroorganisme mangrove memegang peranan penting karena merupakan bagian integral dari ekosistem mangrove, yang membantu daur ulang dan transformasi berbagai nutrisi sehingga membuat ekosistem mangrove lebih produktif.

Mikroorganisme mangrove sangat penting dalam produktivitas, konservasi, dan rehabilitasi ekosistem bakau (Holguin *et al.*, 2001).

Aktinomisetes adalah bakteri yang banyak ditemukan di tanah dan juga sedimen, merupakan bakteri Gram positif yang sangat bermanfaat karena dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif. Selama lebih dari 70 tahun, aktinomisetes (ordo Actinomycetales) telah diakui sebagai sumber penting bagi senyawa bioaktif alami. Dari sekitar 18.000 senyawa bioaktif bakteri yang dikenal saat ini, lebih dari 10.000 diketahui dihasilkan oleh aktinomisetes dari genus *Streptomyces* (Berdy *et al.*, 2012). Banyak antibiotik komersial, seperti tetrasiklin, eritromisin, vancomisin, dan streptomycin, berasal dari metabolisme sekunder aktinomisetes (Weber *et al.*, 2015). Aktinomisetes khususnya marga *Streptomyces* mudah untuk ditumbuhkan, dan digunakan untuk memproduksi berbagai antibiotik

yang berbeda secara komersial (Terahara *et al.*, 2013).

Telah diketahui bahwa senyawa bioaktif banyak dihasilkan dari *Streptomyces* yang diisolasi dari berbagai jenis tanah, namun saat ini frekuensi penemuan senyawa bioaktif baru dari sumber tanah telah menurun secara drastis dalam beberapa tahun belakangan ini (Busti *et al.*, 2006). Oleh sebab itu aktinomisetes yang diisolasi dari lingkungan laut (sedimen, spons, alga dll) telah menarik banyak perhatian (Lane dan Moore, 2011). Aktinomisetes laut biasanya jauh lebih sulit untuk dikultur apabila dibandingkan dengan kerabat terestrialnya, kemungkinan besar karena adanya beberapa persyaratan pertumbuhan khusus. Namun, dengan berkembangnya teknik sampling dan kultur dapat diisolasi beberapa marga aktinomisetes laut yang memproduksi senyawa baru dengan aktivitas biologis yang menarik (Jensen *et al.*, 2005).

Karena kondisi lingkungan laut sangat berbeda dari kondisi tanah, aktinomisetes laut akan memiliki karakteristik yang berbeda dari aktinomisetes darat dan oleh karena itu sangat dimungkinkan menghasilkan senyawa bioaktif dan antibiotik baru (Ellaiah dan Reddy 1987; Ramesh dan Mathivanan 2009). Dari beberapa penelitian yang telah dipublikasikan akhir-akhir ini telah menunjukkan bahwa aktinomisetes laut menghasilkan jenis novel metabolit sekunder baru yang potensial seperti Cyanosporaside A, Salinispyrone, Arenicolides A-C (Lam, 2006; Fenical dan Jensen, 2006; Dharmaraj, 2010; Zotchev, 2012). Hal ini mungkin berkaitan dengan beberapa kondisi lingkungan yang unik dalam lingkungan laut, seperti tingginya konsentrasi NaCl, tekanan hidrostatis yang tinggi, rendahnya konsentrasi senyawa organik dan temperatur yang rendah. Sehingga dapat diduga bahwa aktinomisetes laut akan memiliki karakteristik unik yang berbeda yang tidak ditemukan pada aktinomisetes terestrial (Hodges *et al.*, 2012).

Bakteri aktinomisetes dikelompokkan ke dalam bakteri Gram positif, dan dibandingkan dengan kelompok bakteri lain mempunyai perbedaan yang istimewa yaitu mengalami pembelahan morfologis yang kompleks dan menghasilkan berbagai produk senyawa bioaktif. Menurut Holt *et al.* (1994) dan Madigan *et al.*

(2000), aktinomisetes adalah salah satu kelas dari filum Bacteria, ordo Actinomycetales dan marganya dapat dibedakan menjadi dua kelompok berdasarkan ciri morfologi dan kandungan kimiawi dalam dinding sel yaitu *Streptomyces* dan Non-*Streptomyces* (jenis jarang). Aktinomisetes memiliki potensi yang sangat besar untuk menghasilkan senyawa baru untuk aplikasi dalam bidang kesehatan. Dari sekitar 22.000 metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikrona, sekitar 70% nya diproduksi oleh aktinomisetes, 20% oleh fungi, 7% *Bacillus* spp. dan 1–2% oleh bakteri lainnya. Diantara bakteri yang termasuk aktinomisetes, kelompok *Streptomyces* merupakan kelompok yang penting secara ekonomis, karena lebih dari 10.000 antibiotika yang telah ditemukan saat ini, 50–55% diproduksi oleh marga tersebut (Subramani *et al.*, 2012). Telah diketahui bahwa bakteri aktinomisetes mampu mensintesis senyawa bioaktif sebagai antibiotika yang bermanfaat bagi makhluk hidup lainnya. Tidak sedikit dari antibiotika tersebut telah diaplikasikan sebagai obat baik untuk manusia, hewan, maupun tanaman.

Dalam upaya mencari dan mengembangkan senyawa bioaktif dari bakteri aktinomisetes laut isolat Indonesia, penapisan aktinomisetes hasil isolasi tahun 2015 telah dilakukan dari daerah mangrove Banjarsari, Pulau Enggano. Isolat tersebut diuji kemampuannya dalam menghasilkan senyawa antibakteri terhadap bakteri uji seperti *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Bacillus subtilis*. Dalam penelitian ini dilakukan isolasi aktinomisetes dari sedimen mangrove di Pulau Enggano untuk ditapis aktivitas antibakterinya. Sampling dilakukan di kawasan Banjarsari yang memiliki area hutan bakau yang cukup luas.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Lokasi sampling dan isolasi aktinomisetes laut

Secara geografis Pulau Enggano terletak pada koordinat 05°31'13" S dan 102° 16' 00" T, terdapat di Samudera Hindia. Hutan mangrove di Pulau Enggano relatif masih utuh tersebar di sepanjang pantai barat sampai ke timur. Sampel sedimen laut diambil dari tiga titik sampling di hutan bakau pantai Banjarsari, (05° 23' 21" Lintang Selatan dan

102° 24' 40" Bujur Timur) Pulau Enggano. Sampel sedimen tersebut diambil secara aseptik ke dalam tabung corning steril. Sampel sedimen selanjutnya dilakukan pengenceran berseri menggunakan air steril dan kemudian dari setiap pengenceran diinokulasikan sebanyak 200 µL pada medium isolasi yaitu medium NBRC No. 802 agar yang terdiri dari 10 g polipepton, 2 g yeast extract, 1 g Mg SO<sub>4</sub>. 7H<sub>2</sub>O dan telah dimodifikasi dengan penambahan 2% NaCl (Hamada *et al.*, 2009), dan selanjutnya diinkubasikan pada temperatur ruang selama 5-7 hari. Koloni aktinomisetes dikenali dari penampakannya yang mencengkeram agar serta berserabut hifa halus dibawah mikroskop cahaya, selanjutnya diambil dan dimurnikan pada medium *International Streptomyces Project* (ISP) 2. Sebanyak 29 isolat aktinomisetes laut tersebut selanjutnya dipelihara serta dikulturkan pada medium ISP2 untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya yaitu seleksi kemampuan menghasilkan senyawa antibakteri.

#### Peremajaan isolat aktinomisetes dan bakteri uji

Aktinomisetes yang telah berhasil diperoleh dari medium isolasi, selanjutnya ditumbuhkan pada medium ISP-2 yang terdiri dari 4 g ekstrak ragi, 10 g ekstrak *malt*, 4 g glukosa, dan 20 g agar dalam 1 liter air pada pH 7,0. Masa inkubasi aktinomisetes jenis jarang pada medium ini adalah antara 7-14 hari pada suhu ruang. Medium yang digunakan untuk meremajakan bakteri uji adalah medium NA (Nutrient Agar).

#### Penapisan aktinomisetes laut penghasil senyawa antibakteri

Sebanyak 23 isolat aktinomisetes laut diuji kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme uji. Dalam penapisan ini digunakan 3 bakteri uji yaitu bakteri Gram negatif (*Escherichia coli* NBRC 14237) dan bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus* NBRC 13276 dan *Bacillus subtilis* NBRC 13276). Suhu inkubasi untuk *E. coli* NBRC 14237, *S. aureus* NBRC 13276, dan *B. Subtilis* NBRC 13276 adalah 30 °C.

Untuk mendeteksi aktivitas antimikroba, digunakan metoda difusi keping agar. Potongan agar dari media kultur aktinomisetes berumur 10

hari dengan diameter 9 mm diletakkan di atas cawan agar yang telah diinokulasi dengan 1% suspensi bakteri uji (sekitar 10<sup>8</sup> sel ml<sup>-1</sup>). Selanjutnya cawan agar diinkubasikan pada suhu optimal masing-masing bakteri uji. Zona bening yang terbentuk disekeliling keping agar menunjukkan adanya aktivitas antimikroba. Aktivitas penghambatan diukur dengan mengukur diameter zona bening dalam millimeter.

Diameter zona hambat aktinomisetes terhadap bakteri uji ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar potongan agar. Pengamatan percobaan dilakukan dengan pengukuran zona hambat pertumbuhan bakteri uji oleh aktinomisetes. Indeks penghambatannya dihitung dengan mengacu pada rumus: (Wahyuni *et al.*, 2014).

$$\text{Indeks hambat} = \frac{(\text{diameter zona bening} - \text{diameter zona koloni})}{\text{diameter zona bening}}$$

#### Identifikasi isolat berdasarkan gen 16S rRNA

Isolat aktinomisetes terpilih selanjutnya diidentifikasi berdasarkan pada kesamaan gen 16S rRNA dengan spesies aktinomisetes terdekat yang ada dalam database. DNA genom untuk sekuen gen 16S rRNA disiapkan berdasarkan pada metoda dari Saito and Miura (1963). Gen 16S rDNA di-amplifikasi dengan PCR menggunakan pasangan primer 9F (forward: 5'-GAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' posisi 9-27) dan 1541R (Reverse: 5'-AAGGAGGTGATCCAGCC-3' posisi 1541-1525). Produk PCR selanjutnya digunakan dalam reaksi sekuen menggunakan BigDye Terminator Version 3.1 Cycle Sequencing Kit. Produk sekuen selanjutnya dianalisis menggunakan DNA Sequencer ABI Prism 3700 (Applied Biosystem) berdasarkan protocol pembuatnya. Analisis DNA menggunakan program BioEdit dan dilakukan analisis BLAST pada Bank Gen NCBI dataLibrary. Analisis filogenetik menggunakan program multiple alignment Clustal X versi 1.83. Konstruksi pohon filogenetik berdasarkan jarak kekerabatan genetik dengan metode Neighbor joining. Konstruksi jarak evolusi dalam derajat kepercayaan menggunakan bootstrap value pada program NJ plot.

## Hasil

### Isolasi dan keragaman aktinomisetes laut dari hutan bakau Banjarsari, Pulau Enggano

Sebanyak 29 isolat aktinomisetes laut berhasil diisolasi dari hutan bakau Pulau Enggano menggunakan metoda pengenceran berseri dan ditumbuhkan pada medium 802, dari 3 sampel sedimen dari hutan bakau Banjarsari, namun hanya 23 isolat aktinomisetes laut dari Pulau Enggano yang berhasil diisolasi dan disekuon gen 16S rRNA-nya. Dari 23 isolat aktinomisetes laut yang berhasil diidentifikasi tersebut didominasi oleh marga *Streptomyces* yaitu sebanyak 22 isolat dan 1 isolat dari marga *Dermaococcus*.

Medium NBRC 802 dapat digunakan untuk mengisolasi aktinomisetes laut dari Pulau Enggano. Banyak aktinomisetes laut yang dapat tumbuh pada medium tersebut, namun kurang bervariasi keragaman genus aktinomisetes yang diperoleh, karena umumnya hanya didominasi oleh salah satu jenis aktinomisetes yaitu dari genus *Streptomyces*.

Sebagian besar isolat aktinomisetes laut yang diperoleh dalam penelitian ini memiliki kesamaan urutan gen 16S rRNA yang berkisar antara 99 atau 100% dengan spesies bakteri yang telah diketahui di dalam data base GenBank (Tabel 1) yang tersebar luas di lingkungan darat dan laut.

Berdasarkan pohon filogenetik dari sekuen gen 16S rRNA, beberapa jenis aktinomisetes Pulau Enggano merupakan kandidat jenis baru (Gambar 1), karena membentuk kelompok ataupun percabangan yang berbeda dengan spesies aktinomisetes dari genus *Streptomyces* yang telah diketahui. Walaupun demikian, masih memerlukan studi lebih mendalam untuk memastikan hal tersebut.

### Penapisan aktinomisetes laut penghasil senyawa antibakteri

Hasil penapisan dari 29 isolat aktinomisetes laut terhadap mikroba uji, menunjukkan bahwa dari 29 isolat, terdapat tujuh isolat yang mempunyai

**Tabel 1.** Hasil identifikasi aktinomisetes laut dari Pulau Enggano berdasarkan kekerabatan gen 16S RNA-nya (*Identification of marine actinomycetes of Enggano based on 16S RNA gene similarity*).

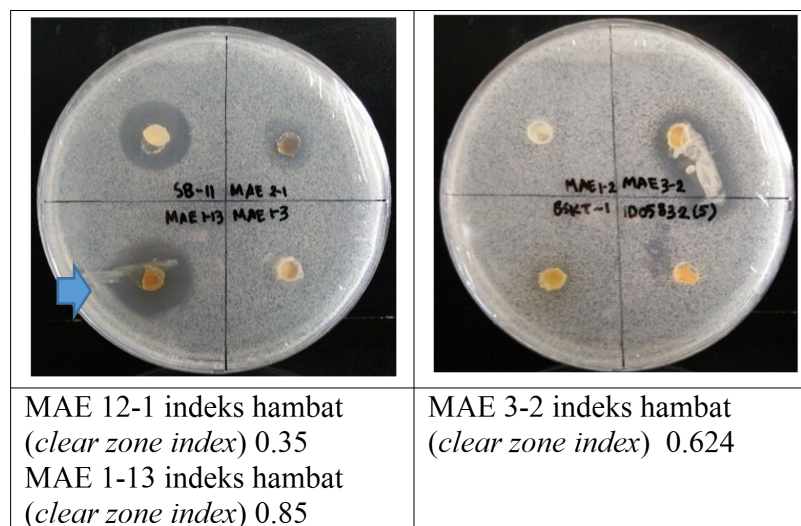
No	Scientific Name	BLAST Identity
1	MAE 1-1 <i>Streptomyces qinglanensis</i>	1398/1399(99%)
2	MAE 1-2 <i>Streptomyces griseorubens</i>	1388/1390(99%)
3	MAE 1-3 <i>Streptomyces variabilis</i>	1324/1333(99%)
4	MAE 1-4 <i>Streptomyces flavogriseus</i>	1371/1377(99%)
5	MAE 1-5 <i>Streptomyces phaeofaciens</i>	1345/1361(99%)
6	MAE 1-6 <i>Streptomyces variabilis</i>	1327/1342(99%)
7	MAE 1-7 <i>Streptomyces xylophagus</i>	1392/1394(99%)
8	MAE 1-8 <i>Streptomyces griseorubens</i>	1391/1393(99%)
9	MAE 1-9 <i>Streptomyces qinglanensis</i>	1378/1381(99%)
10	MAE 1-10 <i>Streptomyces albidoflavus</i>	1374/1376(99%)
11	MAE 1-12 <i>Streptomyces cavourensis</i>	1190/1195(99%)
12	MAE 1-13 <i>Streptomyces carpinensis</i>	1337/1346(99%)
13	MAE 2-2 <i>Streptomyces prasinopilosus</i>	1340/1356(99%)
14	MAE 2-3 <i>Streptomyces flavofungini</i>	1396/1411(99%)
15	MAE 2-4 <i>Streptomyces lateritius</i>	1112/1120(99%)
16	MAE 2-6 <i>Streptomyces albidoflavus</i>	1398/1398(100%)
17	MAE 2-7 <i>Streptomyces griseus</i>	1390/1395(99%)
18	MAE 2-8 <i>Streptomyces cavourensis</i>	1391/1405(99%)
19	MAE 3-2 <i>Streptomyces prasinopilosus</i>	1369/1371(99%)
20	MAE 3-3 <i>Streptomyces rameus strain NBRC 3782</i>	1379/1386(99%)
21	MAE 3-5 <i>Dermaococcus profundi</i>	1368/1376(99%)
22	MAE 3-6 <i>Streptomyces griseorubens</i>	1087/1099(99%)
23	MAE 3-7 <i>Streptomyces griseorubens</i>	1388/1396(99%)



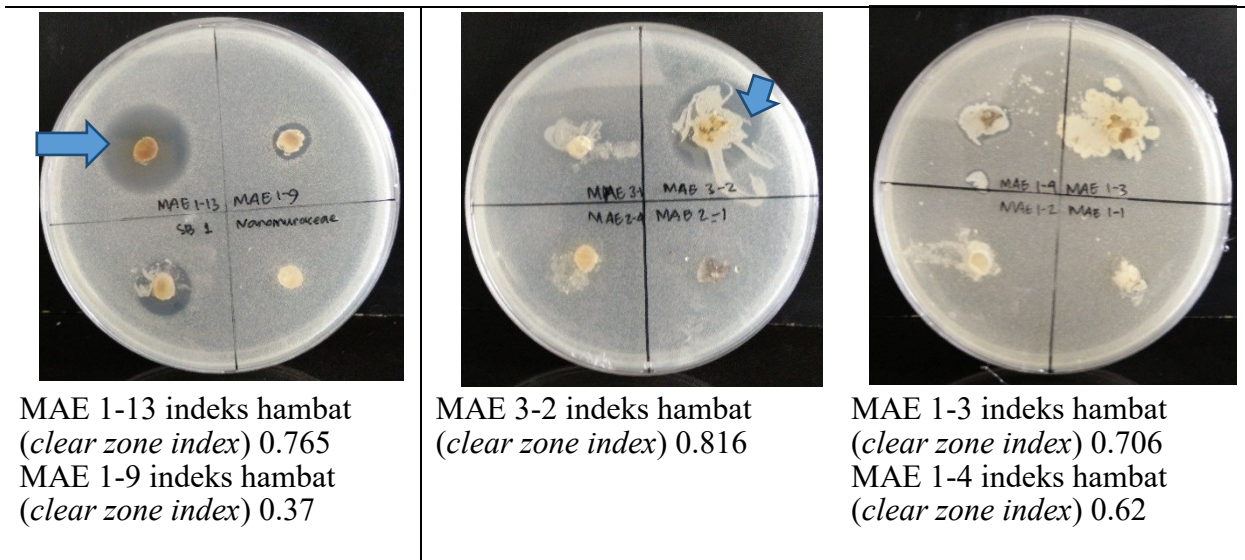


**Tabel 2.** Aktivitas antimikroba isolat aktinomisetes laut terhadap bakteri uji (*Antimicrobial activity of marine actinomycetes against several test bacterial isolates*).

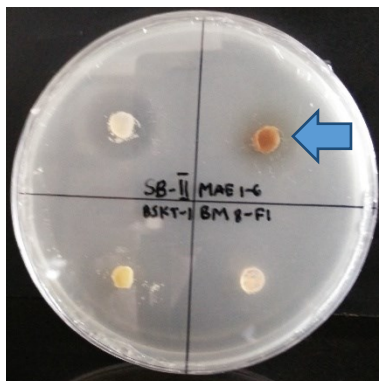
No	Kode Isolat (Isolates code)	Hasil Skrining anti bakteri ( <i>The result of screening anti bacteria</i> )						Keterangan ( <i>Explanation</i> )
		<i>B. subtilis</i>		<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>		
		Zona bening ( <i>Clear zone</i> ) (mm)	CZI	Zona bening ( <i>Clear zone</i> ) (mm)	CZI	Zona bening ( <i>Clear zone</i> ) (mm)	CZI	
1	MAE 1-3	0	-	15.5	0.71	0	-	Antibakteri Gr+ ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )
2	MAE 1-4	0	-	12.5	0.62	0	-	Antibakteri Gr+ ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )
3	MAE 1-6	0	-	0	-	5.6	0.29	Antibakteri Gr- ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )
4	MAE 1-9	0	-	8.1	0.37	0	-	Antibakteri Gr ( <i>Antibacterial against Gr+</i> ) +
5	MAE 1-13	20	0.85	21.4	0.77	0	-	Antibakteri Gr+ ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )
6	MAE 2-1	5.9	0.35	0	-	0	-	Antibakteri Gr+ ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )
7	MAE 3-2	12.3	0.63	0	-	0	-	Antibakteri Gr+ ( <i>Antibacterial against Gr+</i> )



**Gambar 2.** Zona hambat antimikroba yang dihasilkan oleh aktinomisetes (A) *Streptomyces carpinensis* MAE1-13 dan isolat (B) *Streptomyces prasinopilosus* MAE 3-2 terhadap bakteri uji *B. subtilis*. (*Antimicrobial inhibition zone produced by actinomycetes isolates (A) Streptomyces carpinensis MAE1-13, (B) Streptomyces prasinopilosus MAE 3-2 against a test bacteria B. subtilis*).



**Gambar 3.** Zona hambat antimikroba yang dihasilkan oleh aktinomisetes isolat (A) *Streptomyces carpinensis* MAE1-13, (B) *Streptomyces prasinopilosus* MAE 3-2 dan isolat (C) *Streptomyces carpinensis* MAE 1-3 dan *Streptomyces flavogriseus* MAE 1-4 terhadap bakteri uji *S.aureus* [Antimicrobial inhibition zone produced by actinomycetes isolates (A) *Streptomyces carpinensis* MAE1-13, (B) *Streptomyces prasinopilosus* MAE 3-2 (C) *Streptomyces carpinensis* MAE 1-3 and *Streptomyces flavogriseus* MAE 1-4 against a test bacteria *S. aureus*].



**Gambar 4.** Zona hambat antimikroba yang dihasilkan oleh aktinomisetes laut isolat *Streptomyces variabilis* MAE1-6 terhadap bakteri uji *Escherichia coli*. (Antimicrobial inhibition zone produced by marine actinomycetes isolate *Streptomyces variabilis* MAE1-6 against a test bacteria *Escherichia coli*).

**PEMBAHASAN**

Ekosistem laut seperti hutan bakau dan lamun dikenal sebagai sumber dari berbagai senyawa organik dengan berbagai komposisi unik yang memelihara kehidupan dan ekosistem di dalamnya, seperti sebagai habitat, makanan, dan tempat bertelur untuk sejumlah besar tanaman dan hewan laut. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem laut memiliki keanekaragaman hayati yang besar dan merupakan ekosistem yang sangat produktif dan penting secara biologi (Manivasagan *et al.*, 2014). Lokasi Pulau Enggano yang merupakan daerah pantai yang langsung menghadap samudera Hindia dengan ombak yang besar sedikit banyak mempengaruhi keragaman aktinomisetes laut.

Aktinomisetes merupakan salah satu bakteri yang sangat penting, karena kemampuannya untuk menghasilkan berbagai senyawa kimia yang memiliki aktivitas biologis seperti antibiotik, insektisida, antioksidan, fungisida, dan antiparasit (Stewart, 2012), oleh karena itu dalam penelitian penapisan terhadap kemampuan antibakteri dari aktinomisetes yang diisolasi dari daerah pantai di Pulau Enggano penting untuk dilakukan untuk

mengungkap potensi dari kekayaan hayati di Indonesia.

Lebih dari 90% aktinomisetes yang terisolasi adalah dari kelompok marga *Streptomyces*. Dari 23 isolat yang telah berhasil diidentifikasi berdasarkan sekuen gen 16S RNANYa, sebanyak 22 isolat termasuk dalam marga *Streptomyces* yang terdiri dari 16 jenis (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis aktinomisetes laut dari marga *Streptomyces* di Pulau Enggano cukup tinggi. Diantara 23 isolat aktinomisetes laut dari Pulau Enggano yang berhasil diidentifikasi, 3 isolat (13%) menunjukkan aktivitas antibakteri tertinggi terhadap *B. subtilis*, 4 isolat (17.4%) dan 1 isolat (0.04%) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E.coli*. Zona bening inhibisi terbesar adalah sebesar 21.4 mm terhadap *S. aureus*.

Aktinomisetes yang memiliki pengaruh antibakteri terhadap bakteri uji pada penelitian ini teridentifikasi termasuk dalam marga *Streptomyces*. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh Patil *et al.*, (2001) Dharmaraj, (2010), Ozcan *et al.*, (2015). Penelitian tersebut melaporkan bahwa *Streptomyces* banyak ditemukan di daerah perairan dangkal, dibandingkan dengan marga aktinomisetes lainnya. *Streptomyces* yang menghasilkan senyawa antibakteri juga banyak diisolasi dari material yang membusuk di daerah mangrove (Sosovele *et al.*, 2012),

Menurut Todar (2011), ruang lingkup antibakteri dibagi menjadi 3 bagian. Pertama, antibiotika spektrum luas (*broad spectrum*) yaitu senyawa antibiotika yang dapat menghambat berbagai macam mikroba. Kedua, antibiotika berspektrum terbatas (*limited spectrum*) apabila zat antibiotika tersebut efektif menghambat organisme tunggal atau penyakit tertentu. Ketiga, antibiotika berspektrum sempit (*narrow spectrum*) yang hanya efektif menghambat sebagian Gram negatif atau bakteri Gram positif. Berdasarkan hasil uji antimikroba, isolat yang menghasilkan senyawa antibakteri dengan spektrum sempit yaitu isolat dengan kode MAE 1-3, MAE 1-4, MAE 1-6, MAE 1-9, MAE 2-1, dan MAE 3-2, sedangkan isolat yang

menghasilkan antibakteri dengan spektrum terbatas yaitu isolat dengan kode, MAE1-13.

Mekanisme penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri uji dapat diasumsikan sebagai akibat adanya senyawa antibakteri yang di-sekresikan oleh aktinomisetes pada media agar. Semakin banyak senyawa antibakteri yang disekresikan ke media, semakin besar diameter zona hambatnya. (Susilowati *et al.*, 2007). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa isolat aktinomisetes yang diisolasi dari lahan basah mangrove memiliki kapasitas yang baik untuk menghasilkan senyawa antibakteri yang potensial dan unik.

## KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa lahan basah mangrove di daerah pesisir Pulau Enggano merupakan sumber aktinomisetes yang mampu menghasilkan senyawa bioaktif antibakteri. Dalam penelitian ini telah diperoleh isolat aktinomisetes laut dari Pulau Enggano yang mampu memproduksi senyawa antibiotik dengan jumlah sekitar 24% dari aktinomisetes yang diuji. Senyawa antimikroba yang dihasilkan memiliki tipe spektrum terbatas terhadap bakteri uji *Bacillus subtilis* dan *Streptococcus aureus* (Gram +) atau terhadap bakteri uji *E. coli* (Gram -). Penelitian lebih lanjut mengenai pemurnian, karakterisasi dan identifikasi metabolit sekunder aktif dari isolat aktinomisetes laut Pulau Enggano yang potensial perlu dilakukan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh Program Unggulan Kedeputian Ilmu-Ilmu Hayati, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dalam Ekspedisi Enggano Tahun 2015.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berdy J. 2012. Thoughts and Facts about Antibiotics: Where We are Now and Where We are Heading. *The Journal of Antibiotics* 65, 385–395.
- Busti E, P Monciardini, L Cavaletti, R Bamonte, A Lazzarini, M Sosio and S Donadio. 2006. Antibiotic Producing Ability by Representatives of a Newly Discovered Lineage of Actinomycetes. *Microbiology* 152, 675–683.

- Dharmaraj S.** 2010. Marine *Streptomyces* as a Novel Source of Bioactive Substances. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **26**, 2123–2139.
- Ellaiah P and Reddy APC.** 1987. Isolation of Actinomycetes from Marine Sediments of Visakhapatnam, East Coast of India. *Indian Journal of Marine Science* **16**, 34–135.
- Fenical W and PR Jensen.** 2006. Developing a New Resource for Drug Discovery: Marine Actinomycete Bacteria. *Nature Chemical Biology* **2**, 666–73.
- Hamada M, T Iino, T Tamura, T Iwami, S Harayama and K Suzuki.** 2009. *Serinibacter salmoneus* gen. nov, sp. nov., an Actinobacterium Isolated from the Intestinal Tract of Fish, and Emended Descriptions of the Families Beutenbergiaceae and Bogoriellaceae. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* **59**, 2809-2814.
- Hodges TW, M Slattery, JB Olson.** 2012. Unique Actinomycetes from Marine Caves and Coral Reef Sediments Provide Novel PKS and NRPS Biosynthetic Gene Clusters. *Marine Biotechnology* **14**, 270–280.
- Holguin G, P Vazquez, and Y Bashan.** 2001. The Role of Sediment Microorganisms in the Productivity, Conservation, and Rehabilitation of Mangrove Ecosystems: An Overview. *Biology and Fertility of Soils* **33**, 265–278.
- Jensen PR, TJ Mincer, PG Williams and W Fenical.** 2005. Marine Actinomycete Diversity and Natural Product Discovery. *Antonie van Leeuwenhoek* **87**, 43–8.
- Lam KS.** 2006. Discovery of Novel Metabolites from Marine Actinomycetes. *Current Opinion in Microbiology* **9**, 245–51.
- Lane AL and BS Moore.** 2011. A Sea of Biosynthesis: Marine Natural Products Meet the Molecular Age. *Natural Product Reports* **28(2)**, 411–428.
- Manivasagan P, KH Kang, K Sivakumar, Li ECY -Chan, HM Oh and SK Kim.** 2014. Marine Actinobacteria: An Important Source of Bioactive Natural Products. *Environmental Toxicology and Pharmacology* **38**, 172–188.
- Ozcan K, A Uzel, E Bedir.** 2015. Anti-Microbial Activity of Chloramphenicol from *Streptomyces* sp.10CM9. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **195**, 1736 – 1739.
- Ramesh S and Mathivanan N.** 2009. Screening of Marine Actinomycetes Isolated from the Bay of Bengal, India for Antimicrobial Activity and Industrial Enzymes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **25**, 2103–11.
- Saito H and KI Miura** 1963. Preparation of Transforming DNA by Phenol Treatment. *Biochimica et Biophysica Acta* **72**, 619-629.
- Sosovele ME, KM Hosea and TJ Lyimo.** 2012. In Vitro Antimicrobial Activity of Crude Extracts from Marine *Streptomyces* Isolated from Mangrove Sediments of Tanzania. *Journal of Biochemical Technology* **3(4)**, 431-435.
- Stewart EJ.** 2012. Growing Unculturable Bacteria. *Journal of Bacteriology* **194**, 4151–4160
- Susilowati DN, RD Hastuti and E Yuniarti.** 2007. Isolasi dan Karakterisasi Aktinomisetes Penghasil Antibakteri Enteropatogen *Escherichia coli* K1. 1, *Pseudomonas pseudomallei* 02 05, dan *Listeria monocytogenes* 5407. *Jurnal Agro Biogen* **3(1)**, 15-23.
- Terahara T, T Kobayashi, C Imada.** 2013. An Effective Method Based on Wet-Heat Treatment for the Selective Isolation of Micromonospora from Estuarine Sediments. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* **29**, 1677–1684.
- Todar K.** 2011. *Staphylococcus aureus* and Staphylococcus Diseases <http://www.textbookofbacteriology.net/staph.html>. (Diunduh 2 Agustus 2015).
- Wahyuni DS, MB Sudarwanti, and P Lisdiyanti.** 2014. Screening of Antibacterial Activities of Actinomycetes Isolates from Indonesia. *Global Veterinaria* **13 (2)**, 266-272
- Weber T, P Charusanti, EM Musiol-Kroll, X Jiang, Y Tong, HU Kim and SY Lee.** 2015. Metabolic Engineering of Antibiotic Factories: New Tools for Antibiotic Production in Actinomycetes. *Trends in Biotechnology* **33 (1)**, 15-26.
- Zotchev SB.** 2012. Marine Actinomycetes as an Emerging Resource for the Drug Development Pipelines. *Journal of Biotechnology* **158**, 168–175.

# Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

**Berita Biologi** adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput, diharuskan menampilkan aspek atau informasi baru.

## Tipe naskah

- 1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**

Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up-to-date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
- 2. Komunikasi pendek (*short communication*)**

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil teremuan yang menarik, spesifik dan baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Artikel yang ditulis tidak lebih dari 10 halaman. Hasil dan pembahasan boleh digabung.
- 3. Tinjauan kembali (*review*)**

Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

## Struktur naskah

- 1. Bahasa**

Bahasa yang digunakan adalah bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
- 2. Judul**

Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah diikuti oleh nama dan alamat surat menyurat penulis. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).
- 3. Abstrak**

Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam bahasa Inggris merupakan terjemahan dari bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
- 4. Pendahuluan**

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Sebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan.
- 5. Bahan dan cara kerja**

Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metoda harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasi dan apabila ada modifikasi harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan apa yang dimodifikasi.
- 6. Hasil**

Sebutkan hasil-hasil utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada tabel/grafik/diagram atau gambar uraikan hasil yang terpenting dan jangan menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata harus menyebutkan standar deviasi.
- 7. Pembahasan**

Jangan mengulang isi hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan apa arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, bandingkan hasil penelitian ini dengan membuat perbandingan dengan studi terdahulu (bila ada).
- 8. Kesimpulan**

Menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, dan penelitian berikut yang bisa dilakukan.
- 9. Ucapan terima kasih**
- 10. Daftar pustaka**

Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review. Apabila harus menyitir dari "Laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers*. Penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

## Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Word Processor, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan bahasa Indonesia, angka desimal menggunakan koma (,) dan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi merujuk kepada aturan standar termasuk yang diakui. Untuk tumbuhan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Sedangkan penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel  
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah. Paragraf pada isi tabel dibuat satu spasi.
- Gambar  
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi.
- Daftar Pustaka  
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al*. Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis

maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995).

- a. Jurnal  
Nama jurnal ditulis lengkap.  
**Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992.** Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* **43**, 1559-1576.
- b. Buku  
**Kramer PJ. 1983.** *Plant Water Relationship*, 76. Edisi ke-(bila ada). Academic, New York.
- c. Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.  
**Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995.** Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Sepioteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
- d. Makalah sebagai bagian dari buku  
**Leegood RC and DA Walker. 1993.** Chloroplast and Protoplast. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurllock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
- e. Thesis dan skripsi.  
**Keim AP. 2011.** Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].
- f. Artikel online.  
Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.  
**Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009.** Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. <http://www.fwi.or.id>. (Diunduh 7 Desember 2012).

#### **Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah**

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah, yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan sedang diterbitkan di tempat lain.

#### **Penelitian yang melibatkan hewan**

Untuk setiap penelitian yang melibatkan hewan sebagai obyek penelitian, maka setiap naskah yang diajukan wajib disertai dengan 'ethical clearance approval' terkait *animal welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

#### **Lembar ilustrasi sampul**

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah. Oleh karena itu setiap naskah yang ada ilustrasi harap mengirimkan ilustrasi dengan kualitas gambar yang baik disertai keterangan singkat ilustrasi dan nama pembuat ilustrasi.

#### **Proofs**

Naskah *proofs* akan dikirim ke author dan diwajibkan membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah *proofs* harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

#### **Naskah cetak**

Setiap penulis yang naskahnya diterbitkan akan diberikan 1 eksemplar majalah Berita Biologi dan reprint. Majalah tersebut akan dikirimkan kepada *corresponding author*.

#### **Pengiriman naskah**

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911

Telp: +61-21-8765067

Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066

Email: [jurnalberitabiologi@yahoo.co.id](mailto:jurnalberitabiologi@yahoo.co.id)

[berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)

# BERITA BIOLOGI

Vol. 15 (3)

Isi (Content)

Desember 2016

## MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

- DIVERSITY OF XYLOSE ASSIMILATING YEAST FROM THE ISLAND OF ENGGANO, SUMATERA, INDONESIA [Keragaman Khamir Pengguna Xilose yang Diisolasi dari Pulau Enggano, Sumatera, Indonesia]**  
*Atit Kanti and I Nyoman Sumerta* ..... 207–215
- KERAGAMAN AKTINOMISETES ASAL SERASAH, SEDIMEN, DAN TANAH PULAU ENGGANO, BENGKULU [Diversity of Actinomycetes From Soil, Sediment, and Leaf Litter Samples of Enggano Island, Bengkulu]**  
*Ade Lia Putri dan Arif Nurkanto* ..... 217–225
- SKRINING BEBERAPA JAMUR ENDOFIT TUMBUHAN DARI PULAU ENGGANO, BENGKULU SEBAGAI ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN [Screening of Plant Endophytic Fungi from Enggano Island, Bengkulu for Antibacterial and Antioxidant Activities]**  
*Dewi Wulansari, Aldho Pramana Putra, Muhammad Ilyas, Praptiwi, Ahmad Fathoni, Kartika Dyah Palupi dan Andria Agusta* ..... 227–235
- VARIASI DAN DEGRADASI SUARA PANGGILAN KODOK JANGKRIK [HYLARANA NICOBARIENSIS (STOLICZKA, 1870)] (ANURA: RANIDAE) ASAL PULAU ENGGANO [Variation and degradation on advertisement calls of Cricket Frog, Hylarana nicobariensis (Stoliczka, 1870) (Anura: Ranidae) from Enggano Island]**  
*Hellen Kurniati dan Amir Hamidy* ..... 237–246
- KEANEKARAGAMAN KHAMIR YANG DIISOLASI DARI SUMBER DAYA ALAM PULAU ENGGANO, BENGKULU DAN POTENSINYA SEBAGAI PENDEGRADASI SELULOSA [Diversity of Yeasts Isolated from Natural Resources of Enggano Island, Bengkulu and Its Cellulolytic Potency]**  
*I Nyoman Sumerta dan Atit Kanti* ..... 247–255
- KEANEKARAGAMAN JAMUR ARBUSKULA DI PULAU ENGGANO [Diversity of Arbuscular Fungi in Enggano Island]**  
*Kartini Kramadibrata* ..... 257–265
- EVALUASI ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN EKSTRAK SMILAX spp. DARI PULAU ENGGANO [Evaluation of Antibacterial and Antioxidant of Smilax spp. Extracts Collected from Enggano]**  
*Praptiwi, Kartika Dyah Palupi, Ahmad Fathoni, Ary P. Keim, M. Fathi Royani, Oscar Effendi dan Andria Agusta* ..... 267–274
- AKTIVITAS ANTIBAKTERI AKTINOMISETES LAUT DARI PULAU ENGGANO [Antibacterial activity of marine actinomycetes from Enggano Island]**  
*Shanti Ratnakomala, Pamela Apriliana, Fahrurrozi, Puspita Lisdiyanti dan Wien Kusharyoto* ..... 275–283
- POTENSI ANTIBAKTERI TIGA SPESIES BAKTERI ASAM LAKTAT ASLI ENGGANO TERHADAP BAKTERI PATOGEN DAN PEMBUSUK MAKANAN [Antibacterial Potential of Three Indigenous Lactic Acid Bacteria Species from Enggano Against Pathogenic and Food Spoilage Bacteria]**  
*Sulistiani dan Tatik Khusniati* ..... 285–293
- KUALITAS NUTRISI ANEKA TEPUNG DAN KUE TALAM BERBASIS BAHAN PANGAN PULAU ENGGANO DENGAN PENAMBAHAN *Lactobacillus plantarum* B110 [Nutritional Quality of Various Flour and Talam Cake Based on Enggano Island Food Material Additional *Lactobacillus plantarum* B110]**  
*Tatik Khusniati, Sulistiani, Abdul Choliq, Dhea Loka Nanta, Dita Kusuma Wardani, dan Dahniar Saraswati* ..... 295–302
- PERTUMBUHAN, PRODUKSI DAN POTENSI GIZI TERONG ASAL ENGGANO PADA BERBAGAI KOMBINASI PERLAKUAN PEMUPUKAN [The growth, production and nutrition potential of Enggano eggplant on various combinations of fertilizer treatments]**  
*Titi Juhaeti dan Peni Lestari* ..... 303–313
- ## KOMUNIKASI PENDEK
- ANALISIS FRONT SALINITAS BERDASARKAN MUSIM DI PERAIRAN PANTAI BARAT SUMATERA [Analysis of Salinity Front by Season in the Coastal West of Sumatra]**  
*Supiyati, Suwarsono dan Nissa Astuti* ..... 315–319