

# 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.

**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**

\*Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI,  
Jalan Raya Jakarta-Bogor km 46, Cibinong 16911  
email: sulis\_lipi@yahoo.com

**ABSTRACT**

Lactic acid bacteria (LAB) strains have been known for their antimicrobial compounds that are important for food industry, including extension of expired time for food products. In this study, LAB isolates were isolated anaerobically from coconut sap using MRSA medium. Antibacterial analysis was carried out using microdilution method on microplate. The antibacterial assay showed that 85 isolates of LAB exhibit antibacterial activities against *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, and *Bacillus cereus*. Molecular identification of 13 physiologically characterized LAB strains based on 16S rDNA sequence determined three species, namely, *Leuconostoc mesenteroides* (strain EN17-1, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46, EN38-34), *Lactobacillus fermentum* (strain EN17-2, EN38-44) and *L. satsumensis* strain EN38-32. The strong and wide broad spectrum antibacterial activity was produced by *L. satsumensis* strain EN38-32.

**Key words:** antibacterial activity, lactic acid bacteria, spoilage and pathogenic bacteria, Enggano.

**ABSTRAK**

Bakteri asam laktat (BAL) telah dikenal sebagai penghasil senyawa antibakteri penting di industri makanan, sebagai agensia untuk memperpanjang masa simpan produk makanan. Dalam studi ini, BAL diisolasi dari nira kelapa secara anaerob dengan menggunakan medium MRSA. Uji antibakteri dilakukan dengan menggunakan metode mikrodilusi dalam microplate. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa 85 isolat BAL memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes*, dan *Bacillus cereus*. Hasil identifikasi molekuler berdasarkan sekuens 16S rDNA menunjukkan bahwa 13 strain BAL unggul termasuk ke dalam tiga spesies, yaitu *Leuconostoc mesenteroides* (strain EN17-1, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46, EN38-34), *Lactobacillus fermentum* (strain EN17-2, EN38-44) dan *L. satsumensis* strain EN38-32. Aktivitas antibakteri yang kuat dan berspektrum luas dihasilkan oleh *L. satsumensis* strain EN38-32.

**Kata kunci:** aktivitas antibakteri, bakteri asam laktat, bakteri patogen dan pembusuk, Enggano.

**PENDAHULUAN**

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan kelompok bakteri gram positif berbentuk batang dan kokus, non-aerob tetapi *aero*-toleran, katalase negatif, dapat memfermentasikan karbohidrat menjadi asam laktat sebagai produk utamanya dan umumnya dianggap aman untuk dikonsumsi karena termasuk ke dalam kategori GRAS (*Generally Recognized as Safe*) (Djadouni dan Kihal, 2012; Galvez *et al.*, 2014). Beberapa strain BAL menghasilkan senyawa antibakteri yang penting bagi industri makanan terutama untuk pengawetan atau memperpanjang masa simpan produk makanan dan pakan (Saranya dan Hemashenpagam, 2011).

Efek antibakteri pada BAL, terutama asam laktat yang dihasilkan, dapat menurunkan derajat keasaman (pH). Selain itu, BAL memproduksi berbagai macam senyawa antibakteri seperti hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>),

diasetil (2,3-butanedione) dan bakteriosin. Semua senyawa tersebut bersifat antagonis terhadap pertumbuhan beberapa bakteri patogen dan pembusuk makanan (Saranya dan Hemashenpagam, 2011).

Nira kaya akan mikroflora endogen yang terdiri dari BAL, khamir dan bakteri asam asetat (BAA) (Manel *et al.*, 2011). Penyadapan nira kelapa tradisional telah menjadi tradisi atau kebiasaan yang umum di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu, Indonesia. Namun demikian, eksplorasi BAL dari nira di pulau Enggano dan kajian potensi aktivitas antibakterinya belum pernah dipelajari dan dilaporkan. Sehingga nira kelapa dari pulau Enggano menjadi potensi sumber daya alam yang menarik untuk dikaji, terutama dalam kaitannya dengan eksplorasi mikroba indigenus penghasil senyawa antibakteri yang dapat dimanfaatkan untuk pengawetan bahan makanan dan pakan.

## BAHAN DAN CARA KERJA

### Isolasi BAL dari nira kelapa

Sampel nira kelapa dikoleksi dari Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu, Indonesia pada tanggal 19 April 2015. Sampel disimpan dalam kotak es sampai tiba di laboratorium. Medium MRS (*deMan, Rogosa, Sharpe*) Agar digunakan untuk isolasi dan penghitungan populasi BAL dalam sampel. Teknik isolasi dan penghitungan BAL dalam nira dilakukan dengan cara pengenceran berseri menggunakan medium garam fisiologis cair 0,85% NaCl (w/v) pada tabung reaksi dengan mengencerkan 1 mL sampel nira dalam 9 ml medium (pengenceran  $10^{-1}$  sampai pengenceran  $10^{-8}$  mL/mL). Sampel yang telah diencerkan diambil sebanyak 100  $\mu$ l kemudian ditumbuhkan pada medium MRSA menggunakan teknik tebaran permukaan kemudian diinkubasi secara anaerob dalam *anaerobic jar* selama 4 hari pada temperatur 37°C. Bakteri yang membentuk zona bening diduga sebagai BAL yang merupakan bakteri penghasil asam yang mampu melarutkan  $\text{CaCO}_3$  (Cai *et al.*, 1999).

Untuk memastikan bahwa koloni yang menunjukkan zona bening adalah isolat-isolat BAL, maka uji katalase dan KOH (kalium hidroksida) dilakukan. Uji katalase dilakukan dengan menambahkan satu tetes reagen  $\text{H}_2\text{O}_2$  3% ke atas gelas objek kemudian ditambahkan satu koloni bakteri (Hassan, 2006). Uji KOH dilakukan dengan menambah satu tetes KOH 3% ke atas gelas objek kemudian ditambahkan satu koloni bakteri dan dihomogenkan (Purwohadisantoso *et al.*, 2009). Kelompok BAL ditandai dengan hasil uji katalase negatif dan KOH 3% negatif. Bakteri asam laktat selanjutnya diuji aktivitas antibakteri dan diidentifikasi secara molekuler. Semua isolat BAL yang digunakan dalam penelitian ini disimpan di Laboratorium Mikrobiologi Industri, Pusat Penelitian Biologi LIPI dengan kode isolat EN38-1 - EN17-55 (Tabel 1 dan 2).

### Uji aktivitas antibakteri

Uji aktivitas antibakteri BAL terhadap bakteri pembusuk dan patogen dilakukan menggunakan metode mikrodilusi di microplate. Bakteri uji yang digunakan terdiri dari bakteri patogen: *Salmonella enterica* (SE), *Escherichia coli*

(EC), *Pseudomonas aeruginosa* (PS), *Staphylococcus aureus* (SA), *Listeria monocytogenes* (LM) dan bakteri pembusuk makanan: *Bacillus cereus* (BC). Kultur bakteri uji ditumbuhkan selama 24 jam menggunakan media cair *brain heart infusion* (BHI). Suspensi bakteri dimasukkan ke dalam medium Mueller-Hinton (MH) *broth* sehingga diperoleh suspensi bakteri indikator  $\pm 10^6$  sel/ mL. Isolat BAL ditumbuhkan pada medium cair MRS selama 24 jam pada temperatur 37°C, selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 9000 g selama 15 menit. Supernatan yang digunakan dalam analisis dipisahkan dari pelet/sel. Suspensi bakteri uji sebanyak 150  $\mu$ L dimasukkan ke dalam *well* (sumur) pada microplate dan ditambahkan 50  $\mu$ L supernatan BAL. Inkubasi dilakukan selama 24 jam kemudian diukur *optical density* (OD) pada temperatur 37°C pada 595 nm. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali sebagai pengulangan. Kekuatan antibakteri dari setiap strain BAL dihitung dalam presentase (%), rumus penghitungan sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} \text{ aktivitas antibakteri} = \frac{(A-B) - (C-B)}{A-B} \times 100\%$$

A. OD kontrol positif; B. OD kontrol negatif; C. OD sampel

### Karakterisasi fisiologi

Isolat-isolat BAL unggul (ditunjukkan dengan aktivitas antibakteri terhadap bakteri uji) kemudian dikarakterisasi secara fisiologi dengan menganalisa pertumbuhannya pada temperatur 8°C, 37°C dan 45°C, medium dengan pH 3,5; 4,5; 6,74; 7,28; 7,82 dan NaCl 4%, 6,5%, 10% dalam medium cair MRS (Agaliya and Jeevaratnam, 2013).

### Identifikasi molekuler

Identifikasi bakteri dilakukan secara molekuler dengan mengamplifikasi sekuen 16S ribosomal DNA (16S rDNA) (Stackebrandt and Goebel, 1994; Stackebrandt and Ebers, 2006). Amplifikasi daerah 16S rDNA bakteri dilakukan menggunakan metode *colony PCR*. Amplifikasi PCR dilakukan pada 30 mL reaksi menggunakan primer 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') posisi 8-27 pada kromosom *E. coli* dan primer 1492R (5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3') posisi 1510-1492 pada kromosom *E. coli* (Nikolova *et al.*, 2009). Komposisi reaksi PCR terdiri atas: 15 mL Go Taq<sup>Q</sup>

Green Master Mix 2x (Promega), 2,4 mL primer 27F 10 mM, 2,4 mL primer 1492R 10 mM, 1 mL cetakan DNA dan 9,2 mL *ultrapure water DNA/RNAse free*. Reaksi PCR menggunakan mesin PCR (Eppendorf German) dengan predenaturasi pada temperatur 95°C selama 90 detik, dilanjutkan dengan 30 siklus yang terdiri dari denaturasi pada temperatur 95°C selama 30 detik, penempelan primer pada temperatur 50°C selama 30 detik dan ekstensi pada temperatur 72°C selama 90 detik. Setelah 30 siklus selesai, diikuti fase pemanjangan pada temperatur 72°C selama 5 menit dan pendinginan pada temperatur 4°C selama 20 menit.

Hasil amplifikasi PCR (produk PCR) dielektroforesis menggunakan agarose gel 1%, dan didokumentasi menggunakan *gel documentation system*. Hasil amplifikasi PCR sekuen 16S ribosomal DNA bakteri menghasilkan pita DNA tunggal dengan ukuran  $\pm 1500$  bp.

Produk PCR selanjutnya dipurifikasi dan di *cycle sequencing* dengan primer 27F dan 1492R. Analisis sekuensing dilakukan di laboratorium First Base (Malaysia). Data hasil sekuensing selanjutnya *trimming* dan di *assembling* dengan program BioEdit dan selanjutnya dikonversi dalam bentuk FASTA. Selanjutnya dilakukan analisis BLAST/homologi

Analisis filogenetik dilakukan dengan menyajajarkan sekuen DNA yang dianalisis dengan sekuen DNA homolog yang diunduh dari GenBank. Penyejajaran dilakukan menggunakan MUSCLE (*Multiple Sequence Comparison by Log-Expectation*) dalam *software* MEGA (*Molecular Evolutionary Genetics Analysis*) versi 6 (Tamura *et al.*, 2013). Rekonstruksi pohon filogenetik dilakukan menggunakan metoda *Neighbor Joining* (NJ), program MEGA versi 6 dengan 1000 kali ulangan (*bootstrap*). Parameter-parameter statistik dalam merekonstruksi pohon filogenetik dengan metode NJ berdasarkan setelan standar dari program MEGA versi 6. Nilai *bootstrap* > 50% ditampilkan pada percabangan pohon filogenetik.

## HASIL

### Jumlah isolat BAL dari nira kelapa

Sebanyak 35 isolat BAL diperoleh dari nira kelapa tinggi dan 55 isolat BAL dari nira kelapa

hibrida (Tabel 1). Jumlah BAL pada nira kelapa tinggi adalah  $25 \times 10^7$  cfu/mL dan BAL pada nira kelapa hibrida adalah  $52 \times 10^7$  cfu/mL. Tingkat keasaman (pH) nira kelapa tinggi 4,0, sedangkan pH nira kelapa hibrida 3,6.

### Aktivitas antibakteri BAL terhadap bakteri uji

Hasil uji antibakteri menunjukkan aktivitas antibakteri isolat-isolat BAL terhadap *E. coli* sebesar 0-97%, *S. enterica* (0-100%), *S. aureus* (0-93%); *P. aeruginosa* (0-97%), *L. monocytogenes* (0-100%) dan *B. cereus* (0-100%) (Tabel 1). Isolat BAL yang mempunyai aktivitas antibakteri kuat (BAL unggul) yaitu strain EN38-6, EN38-32, EN38-44 dari sampel nira dari kelapa tinggi (Tabel 1) dan strain EN17-1, EN17-2, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46 dari sampel nira kelapa hibrida (Tabel 2) (ditulis tebal).

### Karakter fisiologis BAL unggul

Hasil karakterisasi fisiologi pertumbuhan BAL unggul ditampilkan pada Tabel 3. Semua isolat tumbuh pada temperatur 37°C, hanya 2 isolat (EN38-32, EN38-44) yang mampu tumbuh pada temperatur 45°C. Semua isolat tumbuh pada pH netral (6,74; 7,28) sedangkan 3 isolat (EN38-32, EN38-34, EN38-44) mampu tumbuh pada pH asam (3,5) dan 2 isolat (EN38-34, EN38-44) mampu tumbuh pada pH basa (7,82). Semua isolat tahan terhadap garam 4% dan terhambat pertumbuhannya dengan garam 6,5%. Sebanyak 12 isolat memproduksi gas dan 1 isolat (EN38-32) tidak memproduksi gas.

### Hasil amplifikasi PCR sekuen 16S ribosomal DNA BAL unggul

Produk PCR sampel divisualisasi menggunakan *gel documentation system* (Gambar 1).

### Analisis filogenetik BAL unggul berdasarkan sekuen 16S rDNA

Hasil identifikasi secara molekuler menggunakan analisis filogenetik menunjukkan bahwa sebanyak 10 strain BAL unggul (EN17-1, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46, EN38-34) termasuk kedalam *Leu. mesenteroides* dengan nilai *bootstrap*

**Tabel 1.** Aktivitas antibakteri (%) BAL indigenus Enggano dari nira kelapa tinggi (*antibacterial activity (%) of indigenous LAB from tall coconut sap on growth of pathogenic and food spoilage bacteria*).

No.	Kode strain (strain code)	Aktivitas antibakteri ( <i>antibacterial activity</i> ) (%)					
		EC	SE	BC	SA	PS	LM
1	EN38-1	30	13	57	0	31	76
2	EN38-2	27	9	54	0	5	0
3	EN38-3	13	11	39	0	0	81
4	EN38-5	34	32	94	0	3	91
5	<b>EN38-6</b>	<b>42</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>100</b>
6	EN38-7	0	17	95	0	0	94
7	EN38-8	0	0	34	0	21	79
8	EN38-9	18	12	29	0	0	83
9	EN38-14	18	21	23	0	9	76
10	EN38-15	12	10	37	0	0	78
11	EN38-17	0	0	47	20	32	0
12	EN38-18	31	23	39	0	10	84
13	EN38-20	0	0	39	28	6	0
14	EN38-22	0	0	54	9	0	0
15	EN38-24	21	30	93	0	11	88
16	EN38-26	37	26	41	0	2	87
17	EN38-31	3	7	56	7	0	0
18	<b>EN38-32</b>	<b>97</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>93</b>
19	EN38-34	39	92	44	0	12	97
20	EN38-35	41	23	61	0	7	85
21	EN38-37	45	41	35	0	11	60
22	EN38-38	50	29	7	0	27	100
23	EN38-39	28	16	28	0	0	0
24	EN38-40	41	22	36	0	10	84
25	EN38-41	34	17	56	0	0	0
26	<b>EN38-44</b>	<b>51</b>	<b>62</b>	<b>85</b>	<b>83</b>	<b>86</b>	<b>85</b>
27	EN38-46	44	42	72	0	0	96
28	EN38-48	0	15	49	0	10	88
29	EN38-49	44	47	36	0	0	100
30	EN38-50	0	0	43	10	0	90
31	EN38-51	34	17	36	0	3	0
32	EN38-52	37	57	29	0	0	0
33	EN38-53	12	17	58	0	0	0
34	EN38-54	3	3	39	0	0	0
35	EN38-55	36	46	67	0	15	95

Keterangan (Notes): EC (*Escherichia coli*), SE (*Salmonella enterica*), BC (*Bacillus cereus*), SA (*Staphylococcus aureus*) PS, (*Pseudomonas aeruginosa*), LM (*Listeria monocytogenes*)



**Tabel 2.** Aktivitas antibakteri (%) BAL indigenus Enggano dari nira kelapa hibrida (*antibacterial activity (%) of indigenous LAB from hybrid coconut sap on growth of pathogenic and food spoilage bacteria*).

No.	Kode strain (strain code)	Aktivitas antibakteri ( <i>antibacterial activity</i> ) (%)					
		EC	SE	BC	SA	PS	LM
1	<b>EN17-1</b>	<b>67</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>100</b>
2	<b>EN17-2</b>	<b>67</b>	<b>70</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>93</b>	<b>86</b>
3	EN17-3	41	0	68	0	9	81
4	EN17-4	0	37	36	15	17	0
5	EN17-5	50	28	40	7	34	81
6	EN17-6	55	0	68	0	0	82
7	EN17-7	41	0	70	0	13	80
8	<b>EN17-8</b>	<b>73</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100</b>
9	EN17-9	38	2	74	0	19	79
10	EN17-10	54	31	95	0	10	91
11	EN17-11	55	68	96	0	19	89
12	<b>EN17-12</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>97</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>97</b>
13	EN17-13	49	16	68	6	14	87
14	EN17-14	34	21	64	0	0	92
15	<b>EN17-15</b>	<b>56</b>	<b>85</b>	<b>96</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>96</b>
16	EN17-16	43	8	93	0	2	85
17	EN17-18	34	21	29	5	0	84
18	EN17-20	37	0	0	0	19	82
19	EN17-21	43	6	65	0	10	82
20	EN17-22	0	0	43	13	3	0
21	EN17-23	22	24	35	0	19	96
22	EN17-24	42	9	73	3	28	88
23	EN17-25	48	29	57	3	29	88
24	EN17-26	51	5	25	0	20	86
25	EN17-27	32	9	39	0	18	81
26	EN17-28	38	26	40	0	0	0
27	EN17-29	77	98	89	49	87	100
28	EN17-30	32	17	43	0	9	83
29	EN17-31	42	14	66	0	24	79
30	EN17-33	0	0	47	19	5	0
31	<b>EN17-34</b>	<b>53</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>96</b>
32	EN17-35	42	33	65	5	17	89
33	EN17-36	0	0	9	20	27	0
34	EN17-37	36	38	34	8	0	91
35	EN17-38	53	45	98	0	18	87
36	EN17-39	22	15	39	0	16	84
37	EN17-40	41	30	93	0	13	84
38	<b>EN17-41</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>99</b>
39	EN17-42	34	0	66	0	0	79
40	<b>EN17-43</b>	<b>56</b>	<b>85</b>	<b>97</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>99</b>
41	EN17-44	0	0	29	7	1	0
42	<b>EN17-45</b>	<b>59</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>97</b>
43	<b>EN17-46</b>	<b>52</b>	<b>91</b>	<b>98</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>96</b>
44	EN17-47	24	0	17	0	28	77
45	EN17-48	44	17	43	0	13	86
46	EN17-49	38	51	85	0	31	93
47	EN17-50	21	19	51	0	23	85
48	EN17-53	30	4	49	0	21	86
49	EN17-54	18	0	26	1	24	76
50	EN17-55	19	0	59	0	7	85

Keterangan (Notes): EC (*Escherichia coli*), SE (*Salmonella enterica*), BC (*Bacillus cereus*), SA (*Staphylococcus aureus*), PS, (*Pseudomonas aeruginosa*), LM (*Listeria monocytogenes*)

**Tabel 3.** Hasil karakterisasi fisiologi BAL unggul [*physiological characterization results of selected LAB*].

No.	Nama Isolat [isolate name]	Kode strain [strain code]	Temperatur [temperature] (°C)			pH					Garam [salt] (%)			Produksi Gas [gas production]
			8	37	45	3,5	4,5	6,74	7,28	7,82	4	6,5	10	
1	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-1	-	+	-	-	+-	+	+	-	+	+-	-	+
2	<i>L.fermentum</i>	EN17-2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+-	-	+
3	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-8	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+-	-	+
4	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-12	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+-	-	+
5	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-15	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+-	-	+
6	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-34	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+-	-	+
7	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-41	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+-	-	+
8	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-43	-	+	-	-	+-	+	+	-	+	+-	-	+
9	<i>Leu. mesenteroides</i>	EN17-45	-	+	-	-	+-	+	+	-	+	+-	-	+
10	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN17-46	-	+	-	-	-	+	+	-	+	+-	-	+
11	<i>L.satsumensis</i>	EN38-32	-	+	+	+-	+	+	+	-	+	+	-	-
12	<i>Leu.mesenteroides</i>	EN38-34	-	+	-	+-	-	+	+	+-	+	+-	-	+
13	<i>L.fermentum</i>	EN38-44	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+-	-	+

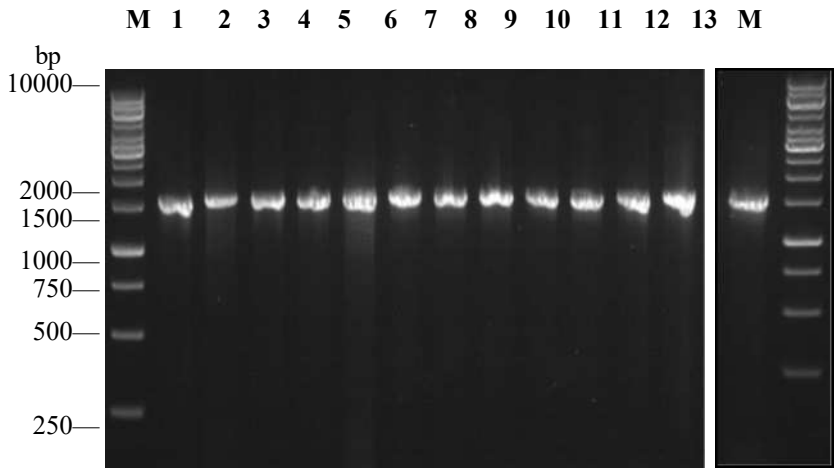
Keterangan: +: tumbuh baik; +-: tumbuh sedikit; -: tidak tumbuh; *Leu.*: *Leuconostoc*; *L.*: *Lactobacillus*.  
[note: +:good growth ; +-: poor growth; -:no growth; *Leu.*: *Leuconostoc*; *L.*: *Lactobacillus*]

99% (khususnya subspecies *suionicum* dengan nilai bootstrap 60%), dua isolat termasuk kedalam *L. fermentum* (strain EN17-2 dan EN38-44) dengan nilai bootstrap 99%, dan satu isolat termasuk ke dalam *L. satsumensis* (strain EN38-32) dengan nilai bootstrap 99% (Gambar 2). Semua isolat *Leu. mesenteroides* kemungkinan merupakan subspecies *Leu. mesenteroides* subsp. *suionicum*. Hal tersebut disebabkan kesepuluh strain BAL berada satu klade dengan spesies tipe *Leu. mesenteroides* subsp. *suionicum* LMG 8159<sup>T</sup> (AB680075) dengan nilai bootstrap 60%.

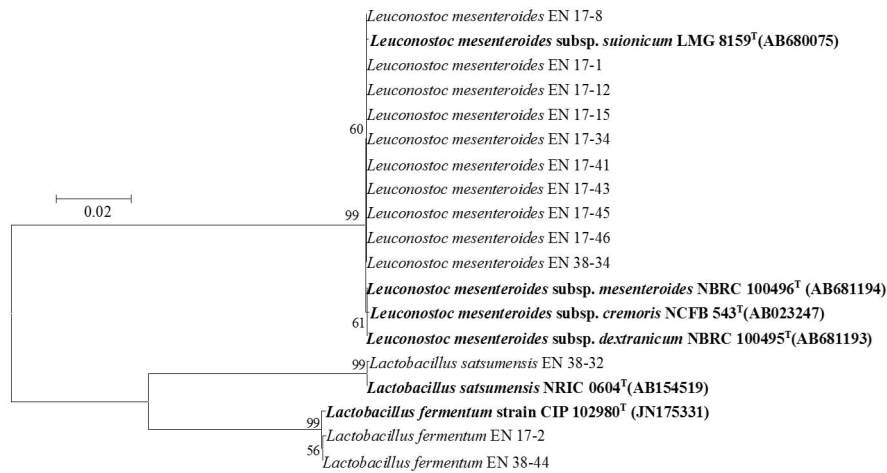
## PEMBAHASAN

Nira kelapa diketahui mengandung banyak nutrisi yang mendukung pertumbuhan berbagai mikroorganisme seperti bakteri mesofilik aerob, BAL, dan khamir (Manel *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan populasi BAL indigenus Enggano cukup tinggi dengan populasi sel  $25 \times 10^7$  cfu/mL dalam nira kelapa tinggi dan  $52 \times 10^7$  cfu/mL dalam nira kelapa hibrida. Adanya aktivitas populasi BAL tersebut menurunkan pH nira sebagai akibat

aktivitas metabolisme isolat-isolat BAL yang menghasilkan asam organik sebagai hasil konversi glukosa menjadi asam laktat (Leroy and de Vuyst, 2004). Analisis antibakteri dari 85 isolat menunjukkan aktivitas antibakteri yang bervariasi terhadap bakteri patogen dan pembusuk. Aktivitas antibakteri BAL mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk makanan *E. coli* (0-97%), *S. enterica* (0-100%), *S. aureus* (0-93%), *P. aeruginosa* (0-97%), *L. monocytogenes* (0-100%), dan *B. cereus* (0-100%). Aktivitas penghambatan BAL disebabkan oleh adanya kombinasi beberapa faktor seperti produksi asam laktat yang dapat menurunkan pH medium dan beberapa senyawa bioaktif lainnya (Ishola and Adebyo-Tayo, 2012). Asam yang dihasilkan oleh BAL dapat berdifusi ke dalam sel bakteri patogen dan pembusuk. Di dalam sel, asam akan terdisosiasi (terpecah) menjadi proton dan anion. Keberadaan proton di dalam sel akan mengganggu sistem transport nutrisi, oleh sebab itu proton harus dikeluarkan. Untuk mengeluarkan proton dibutuhkan energi yang besar. Apabila keadaan ini terus terjadi, maka bakteri tersebut akan



**Gambar 1.** Hasil amplifikasi PCR sekuen 16S ribosomal DNA dari isolat-isolat BAL unggul. *Ladder DNA 1Kb (M): No. 1: EN17-1; 2: EN17-2; 3: EN17-8; 4: EN17-12; 5: EN17-15; 6: EN17-34; 7: EN17-41; 8: EN17-43; 9: EN17-45; 10: EN17-46; 11: EN38-32; 12: EN38-34; 13: EN38-44* [The results of PCR amplification of 16S ribosomal DNA sequences of selected LAB isolates. *Ladder DNA 1Kb (M): No. 1: EN17-1; 2: EN17-2; 3: EN17-8; 4: EN17-12; 5: EN17-15; 6: EN17-34; 7: EN17-41; 8: EN17-43; 9: EN17-45; 10: EN17-46; 11: EN38-32; 12: EN38-34; 13: EN38-44*].



**Gambar 2.** Pohon filogenetik BAL unggul berdasarkan data sekuen 16S rDNA menggunakan metoda *Neighbor Joining (NJ)* menunjukkan kekerabatan sekuen-sekuen BAL unggul dengan strain tipe (*Phylogenetic tree of superior BAL based on 16S rDNA sequence data using the Neighbor Joining (NJ) shows the sequence relationship of selected BAL with type strain*).

mati (Indriati *et al.*, 2006). Bakteri asam laktat selain menghasilkan asam laktat dan asam organik lainnya, juga menghasilkan senyawa metabolit lain yang mempunyai efek antibakteri terhadap bakteri pembusuk dan patogen. Senyawa metabolit tersebut berupa bakteriosin, hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), diasetil (Rachmawati *et al.*, 2005).

Aktivitas antibakteri yang kuat ditunjukkan oleh BAL unggul, yaitu *Leu. mesenteroides* (EN17-1, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46, EN38-34), *L. satsumensis* strain EN38-32, dan *L. fermentum* (strain EN17-2 dan EN38-44). Aktivitas antibakteri oleh kelompok *Leuconostoc* bisa diakibatkan oleh produksi bakteriosin (*bacteriocin*) contohnya adalah

Leucocin OZ yang dihasilkan *Leu. carnosum* (Osmanağaoğlu, 2007), senyawa peptida atau enzim berukuran kecil (3,66-10 kD) seperti mesenterisin yang dihasilkan oleh *Leu. mesenteroides* (Hasting *et al.* 1994) dan asam organik (Di Cagno *et al.*, 2016). Senyawa antibakteri yang dihasilkan oleh kelompok *Lactobacillus* contohnya adalah plantarisin (Parada *et al.*, 2007) dan asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat, asam suksinat, asam propionat, asam format dan asam butirat (Özcelik *et al.*, 2016). Dalam penelitian ini ditemukan 2 strain *L. fermentum* (EN17-2, EN38-44) dengan aktivitas antibakteri kuat. Selain itu ditemukan 1 isolat *L. satsumensis* strain EN 38-32 dengan aktivitas antibakteri yang kuat dan berspektrum luas. Kemampuan antibakteri yang berspektrum luas dari *L. fermentum* dan *L. satsumensis* belum pernah dilaporkan sebelumnya. *Lactobacillus satsumensis* strain EN 38-32 menghambat EC sebesar 97%, SE 90%, BC 95%, SA 93%, PS 97% dan LM 93%. Mengingat potensi yang cukup besar dari senyawa atau metabolit dari strain-strain *Leu. mesenteroides*, *L. satsumensis* strain EN38-32 dan *L. fermentum* (strain EN17-2 dan EN38-44), perlu dilakukan studi lanjut untuk menganalisis jenis senyawa metabolit yang memiliki aktivitas antibakteri tersebut.

Analisis fisiologi pertumbuhan menunjukkan BAL unggul tumbuh dengan baik pada temperatur 37°C tetapi tidak dapat tumbuh pada temperatur 8°C, dan beberapa isolat seperti *L. fermentum* (strain EN17-2 dan EN38-44) dan *L. satsumensis* strain EN 38-32 mampu tumbuh baik pada temperatur tinggi 45°C. Ketiga strain tersebut berpotensi untuk dikembangkan sampai skala industri karena tahan pada suhu tinggi yang merupakan kondisi produksi yang umum ditemukan pada berbagai industri makanan. Semua strain tumbuh baik pada media yang mengandung NaCl 4% tetapi tidak dapat tumbuh pada NaCl 10% dan tumbuh sedikit pada NaCl 6,5%. Semua strain *Leu. mesenteroides* dan *L. fermentum* bersifat heterofermentatif yaitu menghasilkan asam laktat, asam organik lainnya dan gas CO<sub>2</sub> sebagai produk akhir fermentasi. *Lactobacillus satsumensis* bersifat homofermentasi yang tidak menghasilkan gas pada produk fermentasi (Tabel 4). Kemampuan *L. fermentum* strain EN17-2 dan *L. fermentum strain*

EN38-44 untuk mampu tumbuh dengan baik pada pH asam (pH 3,5) menunjukkan potensinya sebagai bakteri probiotik. Salah satu syarat utama probiotik adalah tahan terhadap pH rendah (Balamurugan *et al.*, 2012).

## KESIMPULAN

Sebanyak 85 isolat BAL berhasil diisolasi dari nira kelapa hibrida dan nira kelapa tinggi asal Enggano. Aktivitas antibakteri kuat dan berspektrum luas dihasilkan oleh *L. satsumensis* strain EN 38-32 asal nira kelapa tinggi. Hasil identifikasi molekuler menunjukkan bahwa 10 strain BAL unggul (EN17-1, EN17-8, EN17-12, EN17-15, EN17-34, EN17-41, EN17-43, EN17-45, EN17-46, EN38-34) adalah *Leu. mesenteroides* subsp. *suionicum*, dua isolat termasuk kedalam *L. fermentum* (strain EN17-2 dan EN38-44) dan satu isolat adalah *L. satsumensis* (strain EN38-32).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dana penelitian ini merupakan bagian dari dana Proyek Unggulan IPH, LIPI dengan Sub-Kegiatan Eksplorasi *Bioresources* Pulau Enggano tahun 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdri. Khairunnisa S.Si atas asistensinya dalam pengambilan sampel nira di Pulau Enggano.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agaliya, PJ and K Jeevaratnam. 2013. Molecular Characterization of *Lactobacilli* Isolated from Fermented Idli Batter. *Brazilian Journal of Microbiology* 44(4), 1199-1206.
- Balamurugan R, AS Chandragunasekaran, G Chellapan, K Rajaram, G Ramamoothi and BS Ramakrishna. 2012. Probiotic Potential of Lactic Acid Bacteria Present in Homemade Curd in Southern India. *Indian Journal of Medical Research* 140(3), 345-355.
- Cai Y, S Kumai, M Ogawa, Y Benno and T Nakase. 1999. Characterization and Identification of *Pediococcus* Species Isolated from Forage Crops and Their Application for Silage Preparation. *Applied and Environmental Microbiology* 65(7), 2901-2906.
- Di Cagno R, P Filannino, O Vincenzini, A Lanera, I Cavoski and M Gobbetti. 2016. Exploitation of *Leuconostoc mesenteroides* Strains to Improve Shelf Life, Rheological, Sensory and Functional Features of Prickly Pear (*Opuntia ficus-indica* L.) Fruit Puree. *Food Microbiology* 59, 176-189.
- Djadouni F and M Kihal. 2012. Antimicrobial Activity of Lactic Acid Bacteria and The Spectrum of Their Bioprotides Against Spoiling Germs in Food. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 55(3), 435-443.
- Galvez AM, MJG Burgos, RL Lopez and RP Pulido. 2014. *Food Biopreservation, Springer Briefs in Food, Health and Nutrition*, 1-14. Springer Science+Business Media. New York.

- Hassan, ZH. 2006.** Isolasi *Lactobacillus*, Bakteri Asam Laktat dari Feses dan Organ Saluran Pencernaan Ayam. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2006*, Bogor 5 - 6 September 2006, 735-742. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Hastings JW, ME Stiles and A Holy. 1994.** Bacteriocins of *Leuconostoc* Isolated from Meat. *International Journal of Food Microbiology* **24**, 75-81.
- Indriati N, IPD Setiawan dan Yulneriwarni. 2006.** Potensi Antibakterial Bakteri Asam Laktat dari Peda, Jambal Roti dan Bekasam. *Jurnal Perikanan* **8(2)**, 153-159.
- Ishola RO and BC Adebyo-Tayo. 2012.** Screening of Lactic Acid Bacteria Isolated from Fermented Food for Bio-molecules Production. *Assumption University Journal of Technology* **15(4)**, 205-217.
- Leroy F and L De Vuyst. 2004.** Lactic Acid Bacteria as Functional Starter Cultures for The Food Fermentation Industry. *Trends in Food Science & Technology* **15**, 67-78.
- Manel Z, M Sana, K Neddia, H Moktar and F Ali. 2011.** Microbiological Analysis and Screening of Lactic Acid Bacteria from Tunisian Date Palm Sap. *African Journal of Microbiology Research* **5(19)**, 2929-2935.
- Nikolova D, Y Evstatieva, R Georgieva, S Danova, V Savov, S Ilieva and P Dalev. 2009.** Molecular Taxonomic Characterisation of Probiotic Strain *Lactobacillus* sp. 50 P1. *Biotechnology & Biotechnology Equipment* **23(1)**, 779-782.
- Osmanagaoglu O. 2007.** Detection and Characterization of Leuconin OZ, a New Anti-Listerial Bacteriocin Produced by *Leuconostoc carnosum* with A Broad Spectrum of Activity. *Food Control* **18**, 118-123.
- Özcelik S, E Kuley and F Özogul. 2016.** Formation of Lactic, Acetic, Succinic, Propionic, Formic and Butyric Acid by Lactic Acid Bacteria. *LWT - Food Science and Technology* **73**, 536-542.
- Parada JL, CR Caron, ABP Medeiros and CR Soccol. 2007.** Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Purification, Properties and Use as Biopreservatives. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **50(3)**, 521-542.
- Purwohadisantoso K, Elok Z dan Ella S. 2009.** Isolasi Bakteri Asam Laktat dari Sayur Kubis yang Memiliki Kemampuan Penghambatan Bakteri Patogen (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* dan *Salmonella thypimurium*). *Jurnal Teknologi Pertanian* **10(1)**, 19-27.
- Rachmawati I, Sunarto dan R Setyaningsih. 2005.** Uji Antibakteri Bakteri Asam Laktat asal Asinan Sawi terhadap Bakteri Patogen. *Bioteknologi* **2(2)**, 43-48.
- Saranya S and N Hemashenpagam. 2011.** Antagonistic Activity and Antibiotic Sensitivity of Lactic Acid Bacteria from Fermented Dairy Product. *Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research* **2(4)**, 528-534.
- Stackebrandt E and BM Goebel. 1994.** Taxonomic Note: a Place for DNA-DNA Reassociation and 16S rRNA Sequence Analysis in The Present Species Definition in Bacteriology. *International Journal of Systematic Bacteriology* **44(4)**, 846-849.
- Stackebrandt E and J Ebers. 2006.** Taxonomic Parameters Revisited: Tarnished Gold Standards. *Microbiology Today* **33**, 152-155.
- Tamura K, G Stecher, D Peterson, A Filipinski and S Kumar. 2013.** MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Molecular Biology & Evolution* **30**, 2725-2729.

# 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 temuan 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 (*Septoteuthis 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