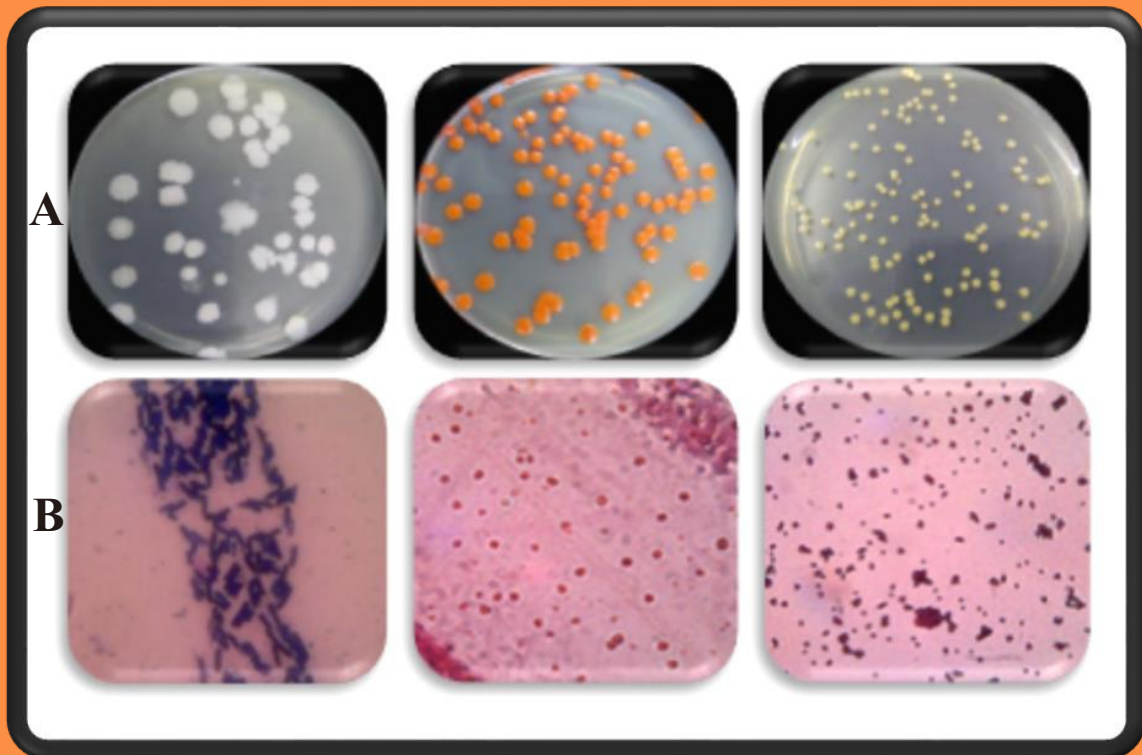


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 16 No. 1 April 2017

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
Dwi Setyo Rini

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Enok, Budiarmo

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
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan (*Notes of cover picture*): Bentuk koloni isolat bakteri Bt, BLSP-4, dan BLSP-3: (A) pada media pertumbuhan NA dan (B) pada pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 100x (*Bacterial colony shapes of Bt, BLSP-4 and BLSP-3, respectively: (A) bacterial colony in growth medium NA (B) bacterial colony on 100 x microscopic magnification*), sesuai dengan halaman 15.



ISSN 0126-1754
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
Volume 16 Nomor 1, April 2017

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol. 16	No. 1	Hlm. 1 - 110	Bogor, April 2017	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	--------------	-------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
16(1) – April 2017

Dr. Heddy Julistiono
Ir. Suciatmih M.Si.
Dr. Nuril Hidayati
Drs. Awit Suwito, M.Si
Dr. Rizkita Rachmi Esyanti
Prof. Dr. Amarila Malik, MSi., Apt.
Ir. I Gusti Bagus Adwita Arsa, MP.
Dra. Shanti Ratnakomala, M.Si.
Dr. Fenny M. Dwivany
Dr. Ir. Barep Sutiyono, M.S.
Dr. I Made Suidiana, M.Sc.
Dr. Tri Muji Ermayanti
Dr. Ika Roostika Tambunan, SP. MSi.
Ucu Yanu Arbi M.Si.
Vani Nur Oktaviany Subagyo SP., Msi

BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGEN BIOKONTROL TERHADAP LARVA *Spodoptera litura* (F.) [Entomopathogenic Bacteria as Biocontrol Agent Against *Spodoptera litura* (F.) Larvae]

Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Bramantyo Wikantyo, Apriwi Zulfitri, dan Deni Zulfiana✉

✉Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Jl Raya Bogor KM 46, Cibinong, 16911, Indonesia
email: zulfiana@yahoo.com

ABSTRACT

Spodoptera litura (F.) (Lepidoptera: Noctuidae) is one of the agricultural pests that attacking almost all kinds of herbaceous plants, especially vegetables. Insect control using entomopathogenic bacteria is an alternative strategy that is effective and has a lower environmental impact than the use of synthetic insecticides. The purpose of this research was to explore entomopathogenic bacteria that have insecticidal activity against *S. litura* larvae at various stages of instars. The result showed that 25% of total number of isolated bacteria have potency as entomopathogenic bacteria. Isolate *Staphylococcus sciuri* strain BLSP-3 and isolate *Serratia sp.* strain BLSP-4 showed the highest larvicidal activity against the first and second instar larvae of *S. litura* 83% and 86%, respectively. The activity against on the third instar larvae however was only by 40%. However, the mortality caused by both isolates was lower than that of *Bacillus thuringiensis* (more than 90% mortality to the first and second instars and 80 % of the third instar larvae). It is suggested that both of isolates are potential to be developed further as a biocontrol agent to control *S. litura* population.

Key words: Biocontrol agent, Larvicidal, *Serratia sp.*, *Staphylococcus sciuri*, *Spodoptera litura*

ABSTRAK

Spodoptera litura F. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan salah satu hama pertanian yang menyerang hampir semua jenis tanaman herba, terutama komoditas sayuran. Pengendalian hayati menggunakan bakteri entomopatogen merupakan salah satu strategi alternatif yang efektif dan ramah lingkungan dibandingkan penggunaan insektisida sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mencari bakteri entomopatogen yang memiliki aktivitas insektisidal terhadap larva *S. litura* pada beberapa stadium instar. Hasil penelitian menunjukkan sebanyak 25% dari total isolat bakteri yang berhasil diisolasi memiliki potensi sebagai bakteri entomopatogen. Isolat *Staphylococcus sciuri* strain BLSP-3 dan isolat *Serratia sp.* strain BLSP-4 menghasilkan aktivitas larvasida tertinggi terhadap larva instar 1 dan 2 hingga 83% dan 86%, berturut-turut. Sedangkan aktivitas terhadap larva instar 3 hanya sebesar 40%. Namun, presentase mortalitas dari kedua isolat ini lebih rendah dibandingkan dengan *Bacillus thuringiensis* (mortalitas lebih dari 90% terhadap larva instar 1, dan 2, serta 80% pada larva instar 3). Berdasarkan penelitian ini, kedua isolat ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai agen biokontrol untuk mengendalikan populasi *S. litura*.

Kata kunci: Agen biokontrol, Larvasida, *Serratia sp.*, *Staphylococcus sciuri*, *Spodoptera litura*

PENDAHULUAN

Spodoptera litura F. (Lepidoptera: Noctuidae) merupakan serangga hama yang banyak menyerang tanaman pangan (kacang tanah, kubis, tomat, tembakau, kentang, kedelai) dan tanaman herba (Higuchi *et al.*, 1994). *Spodoptera litura* menyebabkan kerusakan yang serius pada saat fase pradewasa (larva). Di Indonesia, serangan hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil produksi kedelai lebih dari 80% (Marwoto, 2007). Pada fase vegetatif, larva *S. litura* memakan daun tanaman yang muda sehingga yang tertinggal hanya epidermis atas dan tulang-tulang daun. Mendekati instar akhir, larva telah memasuki masa pembentukan pupa dimana pergerakannya menjadi lamban dan daya makan larva sudah berkurang. Pada fase generatif, serangga dewasa memakan polong-polong muda dari tanaman (Hennie *et al.*, 2003; Trizelia *et al.*, 2011).

Pada umumnya petani menggunakan beberapa

aplikasi insektisida sintetis untuk mengontrol populasi hama ini. Penggunaan insektisida secara terus-menerus telah mengakibatkan timbulnya dampak seperti: meningkatkan jumlah residu yang berbahaya bagi lingkungan, terbunuhnya musuh alami (parasitoid dan predator), dan gangguan kesehatan bagi pengguna (Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura, 2008). Alih teknologi dengan memanfaatkan agen biokontrol untuk mengendalikan serangga hama pertanian merupakan strategi alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan pestisida kimia.

Penelitian pemanfaatan agen biokontrol sebagai agen pengendali hayati serangga hama sampai saat ini masih terus diupayakan, salah satunya adalah penggunaan mikroorganisme entomopatogen. Pemanfaatan mikroorganisme khususnya bakteri entomopatogen untuk mengendalikan populasi larva *S. litura* tidak meninggalkan masalah resistensi dan

resurgensi pada hama sasaran (Adam *et al.*, 2014). Produksi metabolit sekunder ataupun produksi enzim ekstraselular oleh bakteri entomopatogen telah terbukti mampu menekan populasi larva *S. litura* (Chandrasekaran *et al.*, 2012).

Pemanfaatan mikroorganisme terutama bakteri sebagai agen biokontrol terhadap serangan larva *S. litura* telah banyak dilakukan (Polanczyk *et al.*, 2003; Cakici *et al.*, 2013; Timpal *et al.*, 2014), namun jenis bakteri yang diketahui mampu menginfeksi secara langsung terbatas pada jenis *Bacillus thuringiensis*. Oleh karena itu diperlukan pencarian jenis bakteri lain yang memiliki aktivitas insektisidal terhadap larva *S. litura* untuk dikembangkan sebagai agen pengendalian hayati.

BAHAN DAN CARA KERJA

Isolat Bakteri

Bakteri entomopatogen diisolasi dari pupa *S. litura* yang telah mati menggunakan metode serial pengenceran menurut Cakici *et al.* (2013). Sebanyak 10 buah pupa yang mati dan tidak berkembang menjadi imago dewasa digerus dan disuspensikan pada larutan garam fisiologis (NaCl 0,85%). Sebanyak 100 µl suspensi bakteri dikulturkan mulai dari pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-7} . Koloni tunggal bakteri yang diperoleh kemudian dipurifikasi dan diremajakan pada medium pertumbuhan *nutrient agar* (NA).

Proses seleksi isolat bakteri entomopatogen dilakukan melalui pengujian potensi larvasida terhadap larva *S. litura* instar 3. Isolat terpilih kemudian dikarakterisasi secara morfologi mencakup pewarnaan Gram, bentuk koloni, bentuk tepian koloni, warna koloni, dan elevasi (ketinggian koloni). Sebagai bakteri pembanding digunakan isolat *B. thuringiensis* (*Bt*) yang merupakan koleksi Institut Pertanian Bogor *culture collection* (IPBCC).

Analisis Pohon Filogenetik

Identifikasi isolat bakteri BLSP-3 dan BLSP-4 secara molekuler dilakukan di *Indonesian Culture Collection* (InaCC)-LIPI menggunakan metode koloni PCR (Packer *et al.*, 2013) dengan desain primer 27F (5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') dan 1492R (5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3') (Zhang *et al.*, 2009). Hasil sekuensing dianalisis

dengan menggunakan program MEGA 5.0 kemudian disejajarkan dengan 16S rRNA di *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) menggunakan program BLAST-N. Analisis filogenetik dilakukan dengan menggunakan metode *Neighbour Joining* (NJ) dengan nilai *bootstrap* 1000x (Saitou and Nei, 1987).

Perbanyakan dan Pemeliharaan Larva *S. litura*

Telur *S. litura* diperoleh dari Laboratorium Entomologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor kemudian dipelihara dan diperbanyak di Laboratorium Pengendalian Serangga Hama dan Biodegradasi, Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI. Perbanyakan dan pemeliharaan larva *S. litura* mengikuti metode Javar *et al.* (2013) yang di modifikasi. Larva *S. litura* diberi pakan daun talas dan ditempatkan pada kotak plastik (34 cm x 25 cm x 7 cm). Pakan segar selalu diberikan setiap 2 hari. Larva pada stadia akhir dipindahkan ke kotak plastik berisikan serutan kayu untuk pembentukan pupa. Imago *S. litura* dipindahkan dan dipelihara pada kotak plastik berbentuk tabung berukuran (diameter 18 cm x tinggi 26 cm) yang di dalamnya dilapisi dengan kertas sebagai tempat peletakkan telur. Imago diberi pakan larutan madu 10%. Telur yang dihasilkan dikoleksi setiap hari dan ditempatkan pada kotak plastik bersih hingga menetas menjadi larva. Larva yang digunakan untuk *bioassay* adalah larva instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 pada generasi kedua.

Pengujian Efektifitas Bakteri Entomopatogen Terhadap Larva *S. litura*

Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode pencelupan daun uji (*leaf dipping*) (Balfas and Wilis, 2009). Kultur bakteri uji ditumbuhkan pada 250 ml media *nutrient broth* hingga mencapai kerapatan 10^8 CFU/ml. Daun talas dipotong berukuran 4 cm x 4 cm, dicelupkan ke dalam masing-masing kultur bakteri uji berumur 24 jam, dibiarkan terendam selama 10 menit, kemudian dikering anginkan. Daun yang telah diberi perlakuan dimasukkan ke dalam gelas percobaan yang diberi alas kertas buram. Setiap gelas percobaan diinfestasikan sebanyak satu ekor larva uji. Setiap perlakuan bakteri uji menggunakan 3 ulangan dan

tiap ulangan berisikan sepuluh ekor larva uji. Daun yang hanya direndam dengan akuades dijadikan sebagai kontrol negatif. Pakan diganti dengan daun segar setiap hari dan pakan tanpa perlakuan diberikan satu hari setelah pemberian pakan perlakuan. Kelangsungan hidup larva diamati setiap hari dan parameter yang diamati adalah persentase mortalitas larva uji selama 72 jam waktu pengamatan.

HASIL

Isolasi Bakteri Entomopatogen

Isolasi bakteri entomopatogen dilakukan

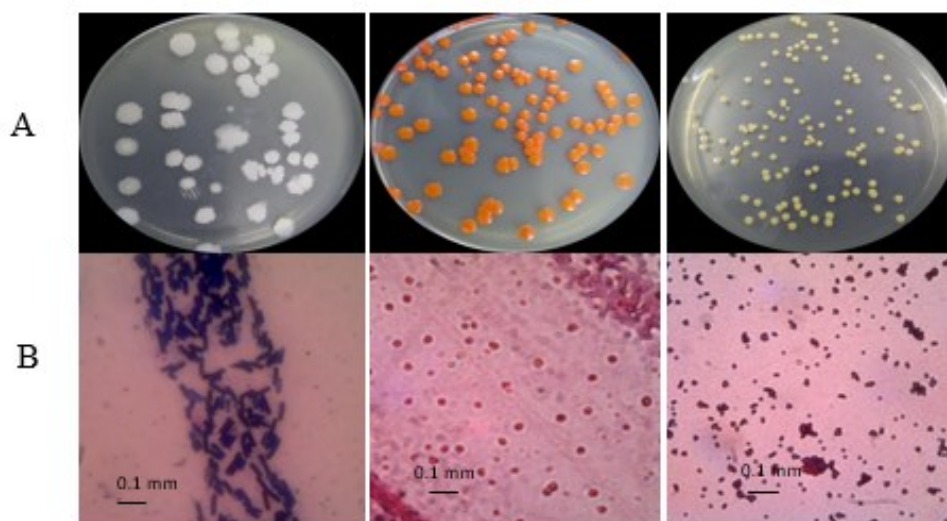
terhadap pupa *S. litura* yang telah mati. Nilai rata-rata kerapatan bakteri berkisar 18×10^6 hingga 56×10^7 CFU/ml. Jumlah isolat yang berhasil diperoleh sejumlah 44 isolat dan sebanyak 11 isolat mampu menyebabkan mortalitas pada larva *S. litura* ketika diberikan bersama pakan. Isolat BLSP-4 dan isolat BLSP-3 dipilih untuk dikarakterisasi lebih jauh karena mampu menyebabkan kematian larva *S. litura* dalam waktu kurang dari 24 jam inkubasi.

Karakteristik Morfologi Isolat Bakteri

Pengamatan morfologi isolat bakteri BLSP-3, BLSP-4, dan *Bt* meliputi bentuk koloni dan

Tabel 1. Karakteristik morfologi isolat bakteri entomopatogen BLSP-3 dan BLSP-4 (*Morphological characteristics of entomopathogen bacteria BLSP-3 and BLSP-4*)

Kode Isolat (<i>Isolate Code</i>)	Karakteristik koloni bakteri (<i>Bacterial colony characteristics</i>)					Morfologi mikroskopis (<i>Microscopic morphology</i>)		
	Ukuran (mm) (<i>Length</i>)	Bentuk (<i>Shape</i>)	Warna (<i>Colour</i>)	Tepian (<i>Margin</i>)	Elevasi (<i>Elevation</i>)	Gram (<i>Gram</i>)	Bentuk sel (<i>Cell shape</i>)	Spora (<i>Spore</i>)
BL SP-3	2	bulat (<i>round</i>)	kuning (<i>yellow</i>)	licin (<i>entire</i>)	cembung (<i>convex</i>)	positif (<i>positive</i>)	kokus (<i>coccus</i>)	tidak (<i>no</i>)
BL SP-4	3	bulat (<i>round</i>)	merah (<i>red</i>)	licin (<i>entire</i>)	cembung (<i>convex</i>)	negatif (<i>negative</i>)	batang (<i>rods</i>)	tidak (<i>no</i>)
<i>Bt</i>	7	bulat (<i>round</i>)	putih (<i>white</i>)	kerut (<i>rhizoid</i>)	kasar (<i>umbonate, rough</i>)	positif (<i>positive</i>)	batang (<i>rods</i>)	ya (<i>yes</i>)



Gambar 1. Bentuk koloni isolat bakteri *Bt*, BLSP-4, dan BLSP-3: (A) pada media pertumbuhan NA dan (B) pada pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 100x. (*Bacterial colony shapes of Bt, BLSP-4 and BLSP-3, respectively: (A) bacterial colony in growth medium NA (B) bacterial colony on 100 x microscopic magnification*)

pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa ketiga isolat tersebut memiliki ciri yang saling berbeda (Tabel 1). Ketiga isolat bakteri dapat tumbuh dengan baik pada medium NA. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa isolat BLSP-3 termasuk ke dalam kelompok Gram positif, sedangkan isolat BLSP-4 termasuk ke dalam kelompok Gram negatif (Gambar 1).

Identifikasi Isolat Berdasarkan Gen 16S rRNA

Kemiripan sekuen gen 16S rRNA dengan data di GenBank melalui program BLAST-N menunjukkan bahwa isolat BLSP-3 memiliki kemiripan dengan *Staphylococcus sciuri*, sedangkan isolat BLSP-4 memiliki kemiripan dengan *Serratia marcescens* (Tabel 2). Analisis filogenetik gen 16S rRNA kedua isolat tersebut dibandingkan dengan

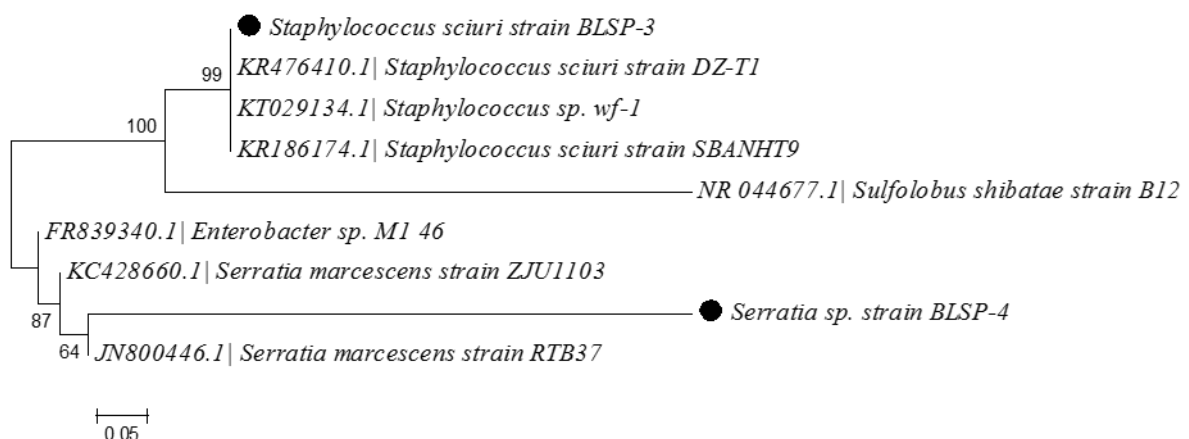
spesies bakteri pada GenBank menunjukkan dua kelompok yaitu golongan Gram positif dan golongan Gram negatif (Gambar 2).

Siklus Hidup *S. litura*

Larva *S. litura* yang diberi pakan dengan daun talas memiliki siklus hidup lengkap sekitar 35 hari, meliputi : fase telur, fase larva hingga mencapai instar stadia 6, fase pembentukan pupa, dan fase imago hingga menghasilkan telur kembali. Telur menetas dalam kurun waktu 2-3 hari, larva instar 1 hingga mencapai instar 6 membutuhkan waktu rata-rata 14 hari, proses pembentukan pupa membutuhkan waktu 2 hari sedangkan masa pupa hingga menjadi imago membutuhkan waktu 6-8 hari. Masa periode imago *S. litura* menghasilkan telur berkisar 3-5 hari.

Tabel 2. Identitas isolat BLSP-3 dan BLSP-4 berdasarkan gen penyandi 16S rRNA dengan menggunakan program analisis BLAST-N. (*Identity of BLSP-3 and BLSP-4 isolates based on gene encoding 16 rRNA by BLAST-N analysis programs*)

Isolat (Isolate)	Identitas (Identity)	Kemiripan (Similarity)	E-value	No. Akses (Accession Number)
BLSP-3	<i>Staphylococcus sciuri</i> strain DZ-T1	99%	0.0	KR476410.1
BLSP-4	<i>Serratia marcescens</i> strain ZJU1103	94%	1e-48	KC428660.1



Gambar 2. Pohon Neighbor Joining (NJ) berdasarakan sekuen 16S rRNA isolat bakteri BLSP-3 dan BLSP-4 yang dibandingkan dengan sekuen gen 16S rRNA beberapa spesies bakteri di GenBank dengan bootstrap 1000x. (*Neighbor Joining tree of 16S rRNA gene of BLSP-3 and BLSP-4 isolates compared to 16S rRNA gene of some other bacterial species in GenBank by with 1000x bootstrap*)

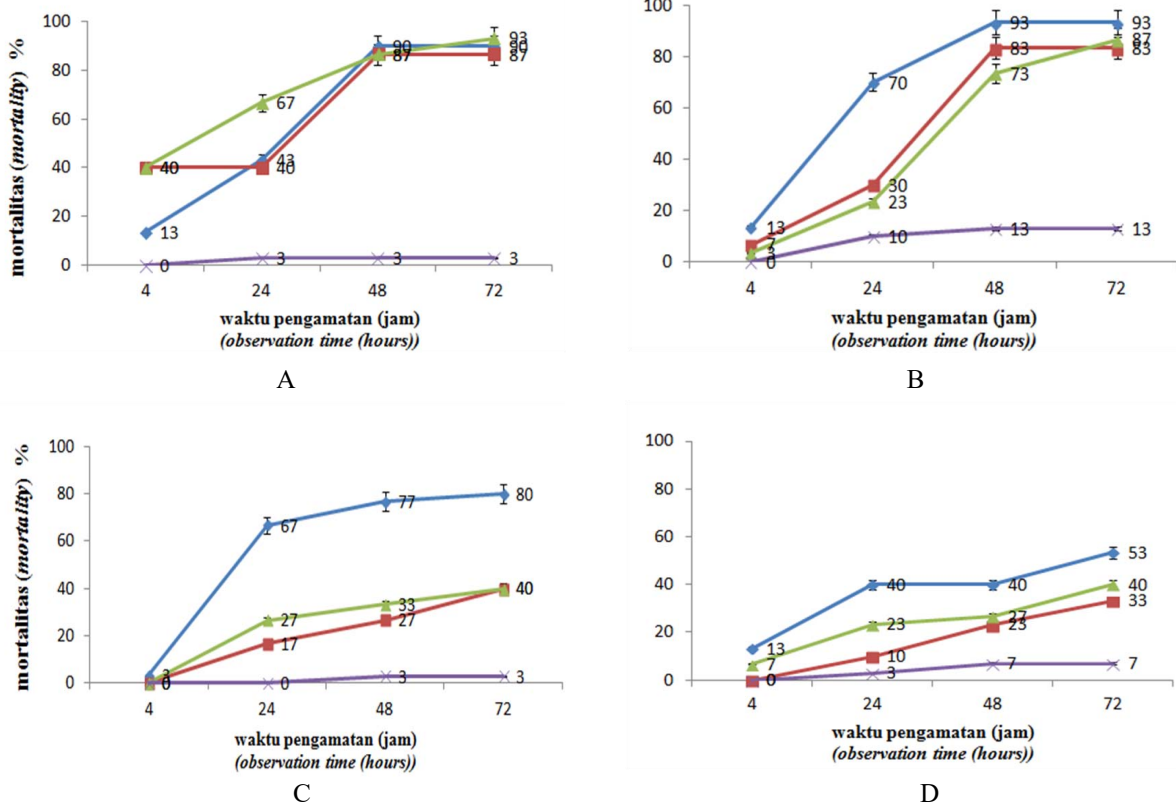
Pengujian Efektifitas Bakteri Entomopatogen Terhadap *S. litura*

Pengujian efektifitas bakteri entomopatogen terhadap larva *S. litura* menunjukkan tingkat mortalitas larva yang beragam pada berbagai stadium instar yang diperlakukan dengan waktu pengamatan 4, 24, 48, dan 72 jam (Gambar 3). Persentase tingkat mortalitas larva *S. litura* pada stadium instar 1, 2, 3, dan 4 disajikan pada Gambar 3.

Tingkat mortalitas tertinggi pada larva instar 1 terlihat setelah 24 jam perlakuan yaitu sebesar 67% oleh isolat BLSP-4. Sementara itu, ketiga isolat (*Bt*, BLSP-3, dan BLSP-4) menunjukkan persentase mortalitas larva lebih dari 80% pada jam ke-48. Pada stadium larva instar 2 dan instar 3, isolat *Bt* memperlihatkan tingkat mortalitas yang paling tinggi

dan semakin lama semakin meningkat seiring dengan waktu pengamatan. Isolat BLSP-3 hanya mampu menghasilkan tingkat mortalitas tertinggi sampai 83% pada larva instar 2 dan 40% pada larva instar 3, sedangkan persentase mortalitas larva akibat perlakuan isolat BLSP-4 mencapai 87% pada larva instar 2 dan 40% pada larva instar 3 dan 4. Semakin tinggi instar larva *S. litura*, presentase mortalitas larva akibat pemberian isolat BLSP-3 dan BLSP-4 semakin kecil. Kedua isolat ini tidak terlalu efektif pada perlakuan larva instar 4 dibandingkan dengan pemberian isolat *Bt* yang mampu menghasilkan persentase mortalitas lebih tinggi.

Larva instar 4 yang mati akibat pemberian isolat BLSP-4 tubuhnya menjadi lunak dan mengeluarkan cairan berwarna kemerahan dan menimbulkan bau



Gambar 3. Tingkat mortalitas larva *S. litura* instar 1 (A), instar 2 (B), instar 3 (C), dan instar 4 (D) pada waktu pengamatan 4 -72 jam setelah perlakuan. Keterangan gambar : -◇- isolat *Bt*, -△- isolat BLSP-4, -□- isolat BLSP-3, dan -x- kontrol (akuades) [The mortality rate of *S. litura* larvae instar 1 (A), instar 2 (B), instar 3 (C), and instar 4 (D) between 4 – 72 hours observation time. Figure description : -◇- isolate *Bt*, -△- isolate BLSP-4, -□- isolate BLSP-3, and -x- control (distilled water).]



Gambar 4. Gejala kematian larva *S. litura* instar 4 pada masing-masing perlakuan dan larva *S. litura* kontrol yang hidup. (A) Pemberian isolat BLSP-3, (B) Pemberian isolat BLSP-4, (C) Pemberian isolat *Bt*, (D) Kontrol dengan akuades steril. (*Mortality visualization of threated *S. litura* instar 4 larvae in comparison with healthy control larvae. (A) BLSP-3 treatment, (B) BLSP-4 treatment, (C) *Bt* treatment, (D) control with distilled water.*)

yang tidak sedap. Pemberian isolat BLSP-3 menunjukkan gejala kematian yang berbeda yaitu tubuh larva menjadi mengeras, kaku, dan larva memendek dari ukuran sebelum perlakuan. Sementara itu, tubuh larva yang telah mati akibat pemberian isolat *Bt* pada awalnya tidak terlalu terlihat banyak perubahan dibandingkan larva yang masih hidup. Namun, seiring hari pengamatan tubuh larva tersebut menjadi lebih kecil, mengkerut, dan menghitam. Beberapa larva yang mati menghasilkan cairan yang berwarna keputihan dan berbau (Gambar 4).

PEMBAHASAN

Penelitian ini telah berhasil mengidentifikasi dampak infeksi dua isolat bakteri *Staphylococcus sciuri* strain BLSP-3, dan *Serratia* sp. strain BLSP-4 terhadap mortalitas larva *S. litura* pada beberapa stadium instar ketika diberikan sebagai racun umpan dengan bakteri *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) sebagai pembanding bakteri entomopatogen yang telah diketahui. Persentase mortalitas larva sangat tinggi dengan pemberian isolat *Bt*, BLSP-3, dan BLSP-4 pada *S. litura* instar 1 dan 2, namun pada instar 3 dan 4 mulai menunjukkan penurunan. Hal ini disebabkan kebugaran tubuh larva instar 1 dan 2 lebih rendah dan rentan mati akibat kondisi lingkungan yang berubah secara cepat, berbanding terbalik dengan larva instar 3 dan 4 yang memiliki tubuh lebih besar, kemampuan hidup yang kuat, dan lapisan dinding sel yang lebih tebal. Perlakuan dengan isolat *Bt*

menghasilkan mortalitas larva tertinggi pada stadium instar 3 yaitu 80%, diikuti dengan mortalitas larva yang diperlakukan dengan isolat BLSP-3 dan BLSP-4 yaitu 40%. Hasil yang sejalan dikemukakan oleh Salaki *et al.* (2013), dimana pemberian isolat *Bt* menyebabkan kematian larva *S. litura* instar 3 sebanyak 76%. Kemampuan *S. marcescens* sebagai larvasida memang tidak lebih bagus dari *Bt* (Asano *et al.*, 1999), namun ketika diberikan bersama dengan *Bt* memberikan efek yang sinergi dan menyebabkan mortalitas lebih tinggi dalam konsentrasi yang lebih rendah (Elsayed and Edrees, 2016).

Pada penelitian ini, pakan daun yang diberi perlakuan hanya satu kali saja diberikan ke larva pada hari pertama, hal ini menyebabkan tingkat mortalitas menurun karena periode larva memakan daun yang diperlakukan singkat. Mortalitas dapat meningkat apabila pemberian perlakuan dilakukan dalam periode yang lama, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Bouda *et al.* (2001), yang memberi perlakuan minyak tanaman obat pada larva *S. zeamais*. Kerusakan ini menyebabkan serangga menjadi tidak makan, dehidrasi, dan mati (Bravo *et al.*, 2007; Sousa *et al.*, 2010).

Efek fisiologi berdasarkan toksisitas isolat bakteri belum dapat dipastikan, namun melalui gejala kematian yang ditimbulkan pada larva *S. litura* instar 4 diketahui bahwa ada interaksi antara toksin bakteri dengan gejala yang ditimbulkan. Gejala kematian larva *S. litura* yang diberi perlakuan isolat *Bt*

menunjukkan gejala yang sama seperti penelitian yang dilakukan oleh Bravo *et al.* (2007) dimana larva yang terinfeksi mengerut, warna tubuh semakin menghitam, dan mengecil. Hal ini disebabkan oleh racun bakteri tersebut merusak sistem pencernaan dari larva sehingga menyebabkan kematian. *Bt* merupakan salah satu bakteri penting dalam entomopatogen karena memiliki kristal parasporal di dalam tubuhnya.

Kristal protein ini terbentuk oleh protein Cry yang dikodekan oleh gen *cry* (Crickmore *et al.*, 1998). Protein Cry yang membentuk kristal yang bersifat toksin terhadap serangga ini dapat larut dalam air dan termasuk ke dalam kelompok δ -endotoksin bakteri. Parasporal kristal *Bt* yang masuk ke dalam tubuh serangga uji akan melewati saluran pencernaan serangga. Kristal protein akan teraktivasi oleh lingkungan basa di dalam saluran pencernaan menjadi protein δ -endotoksin atau protoksin. Protoksin akan menjadi toksin apabila teraktivasi oleh enzim protease serangga dan terikat secara spesifik pada reseptor di saluran pencernaan (Schunemann *et al.*, 2014). Toksin *Cry* yang menempel pada peritropik membran dapat melukai hingga menyebabkan kebocoran sitoplasma sehingga menyebabkan kematian.

Setelah pemberian pakan dengan perlakuan isolat bakteri *Serratia* sp. strain BLSP-4, terjadi perubahan perilaku larva yang teramati setelah 24 jam. Larva menjadi tidak mau makan dan kotoran (feces) lebih cair dibandingkan dengan kotoran pada larva kontrol yang berupa granul. Larva yang terinfeksi dan mati tubuhnya menjadi lunak dan bila kulit disentuh akan pecah dan cairan tubuh keluar berwarna merah kehitaman. Tubuh yang melunak ini dapat disebabkan oleh penipisan kutikula serangga akibat proses enzimatik oleh bakteri yang berada di dalam tubuh serangga uji.

Salah satu enzim yang sangat berperan dalam proses penghancuran dinding sel serangga adalah enzim kitinase. Kitinase merupakan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan β -1,4-glikosidik pada struktur kitin (polisakarida amino-glukosa N-acetyl- β -D-glukosamine) (Matsumoto, 2006). Kitinase akan menginduksi kerusakan pada membran peritropik di dalam saluran pencernaan serangga dan menyebabkan reduksi yang signifikan pada

penyerapan nutrisi (Gilbert *et al.*, 2005). Oleh karenanya, kitinase yang terdapat pada pakan serangga dapat menghambat pertumbuhan serangga. Aktivitas kitinolitik yang dihasilkan oleh *S. marcescens* terbukti mampu mengganggu proses pembentukan larva dan pupa yang teramati melalui penurunan berat larva dan berat pupa (Anggarwal *et al.*, 2015). Pemberian kitinase yang dipurifikasi dapat mengendalikan *S. litura* melalui tingkat mortalitas yang tinggi dan berat larva yang tereduksi. Produksi kitinase yang berlebihan pada agen entomopatogen dapat meningkatkan kematian serangga (Fan *et al.*, 2007).

Selain kitinase, *S. marcescens* mampu menghasilkan toksin atau Lipid A (endotoksin) dalam letal dosis tertentu yang mampu membunuh serangga dalam waktu yang singkat (Lauzon *et al.*, 2003). Pada umumnya, metode yang paling sering digunakan untuk melihat patogenesitas dari *S. marcescens* adalah injeksi bakteri langsung pada serangga target, namun pada penelitian ini dengan menggunakan metode mencerna melalui makanan diketahui bahwa pada larva muda bakteri patogen ini mampu menyebabkan presentase mortalitas yang tinggi terhadap *S. litura*. Sehingga, sangat memungkinkan untuk menggunakan metabolit toksin yang dihasilkan bakteri sebagai strategi untuk mengontrol populasi larva *S. litura*.

Berbeda halnya dengan gejala kematian yang ditimbulkan oleh isolat bakteri *Bt* dan isolat bakteri *Serratia* sp. strain BLSP-4, pemberian bakteri yang termasuk ke dalam kelompok *S. sciuri* strain BLSP-3 ini menunjukkan gejala kematian dengan tubuh larva yang menjadi kaku dan mengecil. Belum banyak literatur yang menyebutkan efek kematian larva seperti ini, namun diduga bahwa toksin yang menyerang serangga uji ini juga menyerang membran peritropik dan dengan cepat membunuh serangga. Walaupun tingkat mortalitas perlakuan isolat BLSP-3 tidak terlalu efektif dalam menyebabkan kematian larva *S. litura* pada instar 3 dan 4, namun dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jenis toksin yang dihasilkannya. *S. sciuri* merupakan salah satu jenis bakteri yang dilaporkan mampu mengemisikan senyawa organik volatil tertentu yang merupakan senyawa penarik serangga. Senyawa volatil propanone, butanone, dan

benzenethanol yang dihasilkan mampu menarik respon serangga ordo Diptera *Episyrphus balteatus* (Leroy *et al.*, 2011). Senyawa volatil penarik serangga ini dapat diujicobakan pada penelitian selanjutnya untuk menarik imago *S. litura* sehingga populasi imago dari *S. litura* dapat dikendalikan.

Berdasarkan data awal yang telah diperoleh, isolat BLSP-4 dan BLSP-3 berpotensi untuk dikembangkan sebagai agen biokontrol karena mampu menyebabkan mortalitas yang tinggi pada larva *S. litura* instar 1 dan 2, sama dengan pemberian perlakuan dengan isolat *Bt*. Kedua isolat bakteri entomopatogen ini akan dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui potensi patogenesisnya berdasarkan toksin yang disekresikannya ataupun proses enzimatik yang terlibat di dalamnya.

KESIMPULAN

Dua isolat bakteri entomopatogen, *Staphylococcus sciuri* strain BLSP-3 dan *Serratia sp.* strain BLSP-4 berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai agen biokontrol untuk mengendalikan populasi *S. litura*, karena kedua isolat ini menghasilkan tingkat mortalitas yang sama efektifnya dengan *Bt* yaitu lebih dari 80% terhadap larva *S. litura* instar 1, dan 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Tematik tahun 2015 Pusat Penelitian Biomaterial – LIPI.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam T, R Juliana, Nurhayati dan R Thalib. 2014. Bioesai Bioinsektisida Berbahan Aktif *Bacillus thuringiensis* asal Tanah Lebak terhadap Larva *Spodoptera litura*. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal* 74, 1-7.
- Anggarwal C, S Paul, V Tripathi, B Paul and MA Khan. 2015. Chitinolytic Activity in *Serratia marcescens* (Strain SEN) and Potency Against Different Larval Instars of *Spodoptera litura* with Effect of Sublethal Doses on Insect Development. *Bio Control* 60, 631-640.
- Asano S, K Suzuki, H Hori and T Watanabe. 1999. Synergistic Effects of Supernatants from *Serratia marcescens* Culture on Larvicidal Activity of *Bacillus thuringiensis* Cry1C Toxin against Common Cutworm, *Spodoptera litura*. *Journal Pesticide Science* 24, 44-48.
- Balfas R and M Wilis. 2009. Pengaruh Ekstrak Tanaman Obat terhadap Mortalitas dan Kelangsungan Hidup *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera: Noctuidae). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 2, 148-156.
- Bravo A, SS Gill and M Soberon. 2007. Mode of Action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cry Toxins and Their Potential for Insect Control. *Toxicon* 49, 423-435.
- Bouda H, LA Taponjhou, DA Fontem and YD Gumedzoe. 2001. Effect of Essential Oils from Leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara*, and *Chromolaena odorata* on the Mortality of *Sitophilus zeamays* (Coleoptera, Curculio-nodae). *Journal of Stored Products Research* 37, 103-109.
- Cakici F, A Sevim, Z Demirbag and I Demir. 2013. Investigating Internal Bacteria of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae) Larvae and Some *Bacillus* strains as Biocontrol Agents. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38, 99-110.
- Chandrasekaran R, K Revathi, S Nisha, SA Kirubakaran, SS Narayanam and SS Nathan. 2012. Physiological Effect of Chitinase Purified from *Bacillus subtilis* Against the Tobacco Cutworm *Spodoptera litura* Fab. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 104, 65-71.
- Crickmore N, DR Zeigler and J Feitelson. 1998. Revision of the Nomenclature for the *Bacillus thuringiensis* Pesticidal Crystal Proteins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 62, 807-813.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2008. Pengenalan dan Pengendalian Hama Tanaman Sayuran Prioritas. Jakarta : Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura.
- Elsayed IA and NO Edrees. 2016. Combined Effects of *Bacillus thuringiensis* and *Serratia marcescens* on Cotton Leaf Worm, *Spodoptera littoralis*. *Journal of American Science* 12, 28-31.
- Fan YH, WG Fang, SJ Guo, XQ Pei, YG Zhang, YH Xiao, MJ Bidochka and Y Pei. 2007. Increased Insect Virulence in *Beauveria bassiana* Strains Over Expressing an Engineered Chitinase. *Applied Environmental Microbiology* 73, 295-302.
- Gilbert GI, K Iatrou and SS Gill. 2005. *Biochemistry of Digestion*, in: *Comprehensive Molecular Insect Science Biochemical and Molecular Biology*, 171-224. Elsevier Press, Oxford, UK.
- Hennie J, F Puspita, dan Hendra. 2003. Kerentanan Larva *Spodoptera litura* F terhadap Virus Nuklear Polyhedrosis. *Jurnal Natur Indonesia* 15(2), 1-10.
- Higuchi H, H Yamamoto and Y Suzuki. 1994. Analysis of Damage to Soybeans Infested by the Common Cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius: II. Estimation of Leaf Area Damaged by Young Larvae using Spectral Reflectivity. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology* 38, 297-300.
- Javar S, AS Sajap, R Mohamed and LW Hong. 2013. Suitability of *Centella asiatica* (pegaga) as a Food Source for Rearing *Spodoptera litura* (F) (Lepidoptera: Noctuidae) under Laboratory Conditions. *Journal of Plant Protection Research* 53, 184-189.
- Lauzon CR, TG Bussert, RE Sjogren and RJ Prokopy. 2003. *Serratia marcescens* as a Bacterial Pathogen of *Rhagoletis pomonella* Flies (Diptera: Tephritidae). *Europe Journal of Entomology* 100, 87-92.
- Leroy PD, A Sabri, FJ Verheggen, F Francis, P Thonart and E Haubruge. 2011. The Semiochemically Mediated Interaction Between Bacteria and Insects. *Chemoecology*, 1-10.
- Marwoto. 2007. Dukungan Pengendalian Hama Terpadu dalam Program Bangkit Kedeletai. *Iptek Tanaman Pangan* 1, 79-92.
- Matsumoto KS. 2006. Fungal Chitinases. *Advanced in Agricultural and Food Biotechnology* 6, 289-304.
- Packeiser H, C Lim, B Balagurunathan, J Wu and H Zhao. 2013. An Extremely Simple and Effective Colony PCR Procedure for Bacteria, Yeasts, and Microalgae. *Applied Biochemical Biotechnology* 169, 695-700.
- Polanczyk RA, RFP da Silva and LM Fiuza. 2003. Screening of *Bacillus thuringiensis* Isolates Pathogenic to *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Arquivos do Instituto Biologico* 70, 69-72.
- Salaki CL, D Tarore dan G Manengkey. 2013. Prospek Pemanfaatan Biopestisida Bakteri Entomopatogenik Isolat Lokal Sebagai Agen Pengendali Hayati Hama Tanaman Sayuran. *Eugenia* 19, 1-7.

- Saitou N and M Nei. 1987.** The neighbor-joining method: A new method for reconstruction phylogenetic trees. *Molecular Biology Evolution* **4**: 406-425.
- Schunemann R, N Knaak and LM Fluza. 2014.** Mode of Action and Specificity of *Bacillus thuringiensis* Toxins in the Control of Caterpillars and Stink Bugs in Soybean Culture. *ISRN Microbiology* **2014**, 1-12.
- Sousa MEC, FAB Santos and V Wanderley-Teixeira. 2010.** Histopathology and Ultrastructure of Midgut of *Alabamaargillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed *Bt*-cotton. *Journal of Insect Physiology* **56**, 1913–1919.
- Timpal T, J Warouw, TD Redsway, CL Salaki and W Smits. 2014.** The Exploration of *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Bacillus cereus* Frank at Mount Masarang Forest. *International Refereed Journal of Engineering and Science* **3(9)**, 01-10.
- Trizelia, MY Syahrawati, dan A Mardiah. 2011.** Patogenesis Beberapa Isolat Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* spp. terhadap Telur *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera : Noctuidae). *Jurnal Entomologi Indonesia* **8 (1)**, 45-54.
- Zhang W, Li Zhiyong, X Miao and F Zhang. 2009.** The Screening of Antimicrobial Bacteria with Diverse Novel Nonribosomal Peptide Synthase (NRPS) Genes from South China Sea Sponges. *Marine Biotechnology* **11**, 346–355.

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
berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 16 (1)

Isi (*Content*)

April 2017

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

INDUKSI BIAK KALUS DAN BIAK SUSPENSI SEL *Aquilaria malaccensis* Lam. [Induction of Callus Culture and Cell Suspension Culture of *Aquilaria malaccensis* Lam.]

Aryani Leksonowati, Witjaksono dan Diah Ratnadewi 1 - 11

BAKTERI ENTOMOPATOGEN SEBAGAI AGEN BOKONTROL TERHADAP LARVA *Spodoptera litura* (F.) [Entomopathogenic Bacteria as Biocontrol Agent Against *Spodoptera litura* (F.) Larvae]

Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Bramantyo Wikantyo, Aprivi Zulfitri dan Deni Zulfiana 13 - 21

PENINGKATAN PERTUMBUHAN PADI VAR. CIHERANG SETELAH DIINOKULASI DENGAN *Azospirillum* MUTAN MULTIFUNGSI PENAMBAT N₂, PELARUT P DAN PENGHASIL FITOHORMON INDOLE ACETIC ACID (IAA) [The growth enhancement of rice var. Ciherang after inoculated with *Azospirillum* mutants multifunction capable of N₂-fixation, P solubilization, and producing phytohormone indole acetic acid (IAA)]

Eny Ida Riyanti dan Edy Listanto 23 - 30

KUALITAS SEMEN BEKU DOMBA GARUT (*Ovis aries*) PADA PENAMBAHAN SUKROSA DALAM PENGECER SEMEN TRIS KUNING TELUR [The Quality of Garut Ram (*Ovis aries*) Frozen Semen In Tris Egg Yolk Extender to The Sucrose Supplementation]

Herdis Suharman 31 - 38

PENGELOLAAN AIR, BAHAN ORGANIK DAN VARIETAS ADAPTIF UNTUK MENINGKATKAN HASIL PADI DI LAHAN RAWA PASANG SURUT [Water Management, Organic Matter Application and Using Adaptable Variety to Increase Rice (*Oryza sativa* L.) Productivity on Tidal Swamp Land]

Koesrini dan Khairil Anwar 39 - 46

POTENSI SERAPAN CO₂ PADA BEBERAPA JENIS KANTONG SEMAR (*Nepenthes* spp.) DATARAN RENDAH [Potency of CO₂ Absorption of Lowland Pitcher Plants (*Nepenthes* spp.)]

Muhammad Mansur 47 - 57

CLONING, EXPRESSION, AND PARTIAL PURIFICATION OF PLANTARICIN W LOCUS PRODUCED BY *Lactobacillus plantarum* S34 [Kloning, Ekspresi, dan Purifikasi Parsial Lokus Plantarisin W Diproduksi oleh *Lactobacillus plantarum* S34]

Rifqiyah Nur Umami, Apon Zaenal Mustopa, Linda Sukmarini, Hasim Danuri, Andini Setyanti Putri, and Krisna Dwi Aria Wibowo 59 - 67

MIKROBA ENDOFIT DARI TANAMAN SRIKAYA (*Annona squamosa* L.) SEBAGAI PENGHASIL ANTI-MIKROBA *Staphylococcus aureus* DAN *Candida albicans* [Antimicrobial activity of endophytic microbes from sugar-apple (*Annona squamosa* L.) plant againsts *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans*]

Ruth Melliawati dan Sunifah 69 - 83

KARAKTERISASI PISANG REJANG TETRAPLOID HASIL INDUKSI DENGAN ORYZALIN [Characterization of tetraploid Pisang Rejang induced by oryzalin]

Yuyu S. Poerba, T Handayani dan Witjaksono 85 - 93

KOMUNIKASI PENDEK

CATATAN KEKAYAAN JENIS GASTROPODA DI PESISIR PULAU LETI, KAWASAN BANDA SELATAN [Note on Species Richness of Gastropoda in Coastal Area of Leti Island, Southern Banda]

Muhammad Masrur Islami 95 - 99

KEANEKARAGAMAN KEONG DI PULAU ENGGANO, BENGKULU UTARA [The snails diversity in Enggano Island, Northern Bengkulu]

Heryanto 101 - 110