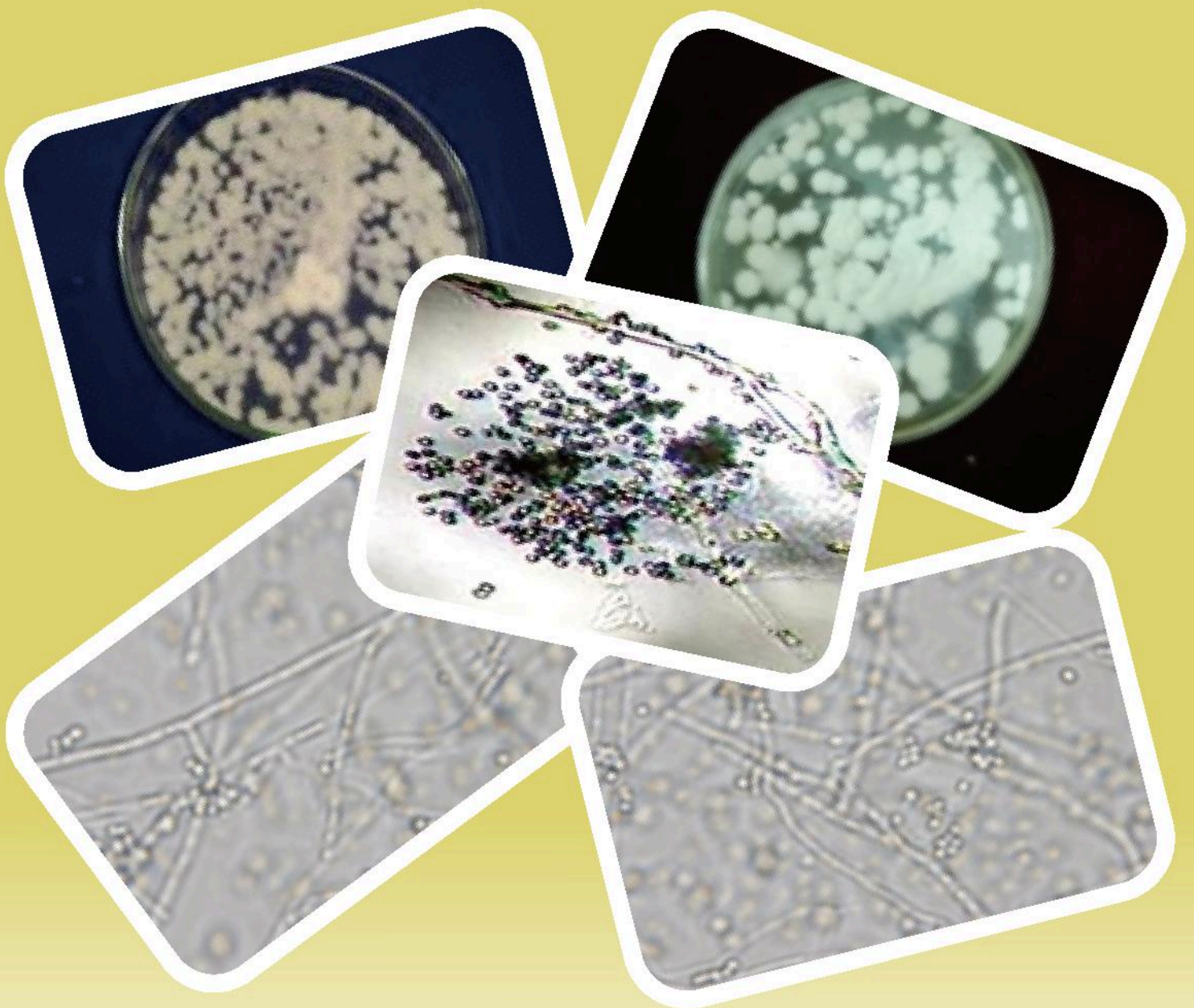


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 2 Agustus 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
Ary P. Keim
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
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: Morfologi jamur *Beauveria* spp. A dan B= koloni *Beuveria* pada agar media, Sesuai dengan makalah pada halaman 175.



Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

ISSN 0126-1754
636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015
Volume 15 Nomor 2, Agustus 2016

Berita Biologi	Vol. 15	No. 2	Hlm. 107 - 206	Bogor, Agustus 2016	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	----------------	---------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
15(2) – Agustus 2016

Dr. Nuril Hidayati
Dr. Atit Kanti, S.Si., M. Sc.
Prof. Dr. Tukirin Partomihardjo
Dr. Kusuma Dewi Sri Yulita
Dr. Tjandra Chrismadha
Dr. Joko Sulistyو
Dr. Dwi Setyo Rini
Dr. Dono Wahyuno
Dr. Ir. Fauzan Ali M. Sc.
Dr. Heddy Julistiono
Waras Nurcholis, SSi, MSi.
Evi Triana S.Si., M.Kes

SELEKSI JAMUR PATOGEN SERANGGA *Beauveria* spp. SERTA UJI PATOGENISITASNYA PADA SERANGGA INANG-WALANG (*Leptocorisa acuta*) [Selection of Entomopathogenic Fungi *Beauveria* spp. and their Pathogenicity Test Against Insect Host-Rice Stink Bug (*Leptocorisa acuta*)]

Wartono^{1*}, Cyntia Nirmalasari², dan Yadi Suryadi¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian,
Jl. Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111

²Departemen Biokimia-FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Jl. Agatis Bogor, 16680
email: war.tono@yahoo.com

Revisi: 29 Juli 2016

ABSTRACT

Rice-stink bug (*Leptocorisa acuta* Thumb) that attack rice crop often causing heavy damage of panicle of rice as well as decreasing either quantity or quality of grain after harvest. The objective of this research was to select 14 entomopathogenic fungi of *Beauveria* spp. isolates, collected from rice stink bug (*L. acuta*) and their pathogenicity assay to insect host *L. acuta*. We also aimed to study diversity of *Beuveria* spp. which was isolated from insect host from Situgede, Bogor. The research was conducted at Laboratory, and Green house of Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research and Development, Bogor, in 2014. Result of the study showed that isolates from Situgede Bogor were successfully isolated as *Beauveria* spp. based on Koch Postulat assay. The identified fourteen isolates were morphologically confirmed as *Beauveria* spp. The pathogenicity test was indicated by symptoms and mortality of rice stink bug after inoculation with these entomopathogenic fungi. The *Beuveria* isolates Stgd2(14)1, Stgd6(14)1, Stgd7(14)2, Stgd8(14)2, and Stgd0113 were the most virulent isolates. Stgd2(14)1 provided the fastest time to kill *L. acuta* with LT50 values of 6.9 days. The 13 isolates of *Beuveria* were well amplified by ITS primers. However, no diversity was found among isolates, presumably due its narrow host range tested.

Key words : Entomopathogen, *Beauveria* spp., *Leptocorisa acuta*, pathogenicity, LT50

ABSTRAK

Walang sangit (*Leptocorisa acuta* Thumb) pada tanaman padi sering menyebabkan kerusakan berat pada bulir padi dan menyebabkan penurunan kuantitas maupun kualitas biji padi saat panen. Tujuan dari penelitian ini untuk menyeleksi 14 isolat jamur entomopatogen *Beuveria*, asal walang sangit serta uji patogenisitasnya terhadap serangga inang *L. acuta*. Penelitian juga bertujuan untuk mengetahui keragaman *Beuveria* spp. yang diperoleh dari serangga inang asal lokasi Situgede, Bogor. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca BB Biogen Bogor pada tahun 2014. Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat yang diperoleh dari Situgede Bogor berhasil dibuktikan dengan uji Postulat Koch. Sebanyak 14 isolat yang teridentifikasi secara morfologi dikonfirmasi sebagai jamur *Beuveria* spp. Isolat-isolat *Beuveria* spp. dengan no kode Stgd2 (14)1, Stgd6 (14)1, Stgd7 (14)2, Stgd8 (14)2, dan Stgd0113 merupakan isolat yang paling virulen. Stgd2 (14)1 menunjukkan waktu tercepat untuk membunuh imago *L. acuta* dengan nilai LT50 sebesar 6.9 hari. Tiga belas isolat *Beuveria* spp. teramplifikasi dengan menggunakan primer ITS. Namun, tidak terlihat keragaman antar isolat. Hal ini diduga karena sempitnya kisaran inang yang diuji.

Kata kunci: Jamur patogen serangga, *Beuveria* spp., *Leptocorisa acuta*, patogenisitas, LT50.

PENDAHULUAN

Salah satu kendala serangga hama pada tanaman padi saat ini adalah serangan hama walang sangit saat memasuki fase matang susu/pengisian bulir. Serangga hama ini banyak menyerang bulir padi sehingga menyebabkan menurun produktivitas secara kuantitatif dan kualitatif saat panen (Kalshoven, 1981). Alternatif pengendalian yang lebih aman perlu dilakukan untuk mengatasi permasalahan hama ini. Mikroorganisme adalah salah satu agen hayati yang digunakan dalam pengendalian hama secara terpadu. Pengendalian hama dengan menggunakan mikroorganisme selain spesifik, murah, juga risikonya lebih rendah terhadap pencemaran lingkungan (Castillo *et al.*, 2000). Agen

hayati umumnya berasal dari golongan virus, bakteri, jamur patogen serangga. Dari golongan jamur, *Beuveria* spp. adalah genus yang banyak dipelajari dan digunakan pemanfaatannya dalam mengendalikan berbagai serangga hama. Tidak seperti golongan virus dan bakteri yang harus masuk kedalam tubuh serangga lewat makanan, jamur *Beuveria* spp. dapat menginfeksi serangga inang secara langsung melalui kutikula.

Hasil-hasil penelitian *Beuveria* sebagai pengendali hayati telah banyak dilaporkan terutama pada tanaman pangan untuk mengendalikan serangga hama *Riptortus linearis*, *Spodoptera litura*, dan *Leptocorisa acuta* (Prayogo, 2006). *Beuveria* juga digunakan untuk pengendalian hama pada tanaman

hias, buah-buahan, sayuran, kacang-kacangan, hortikultura, perkebunan, kehutanan hingga tanaman gurun pasir (Vandenberg, 1996; Cagán dan Švercel, 2001; Kouassi *et al.*, 2003; Tafoya *et al.*, 2004; Bextine dan Thorvilson, 2004). Upaya seleksi untuk mendapatkan isolat *Beauveria* dengan karakter patogenisitas yang tinggi masih perlu dilakukan. Hal ini penting dilakukan untuk mendapatkan isolat entomopatogen unggul yang efektif serta virulen terhadap hama pengganggu tanaman. Jamur *Beauveria* spp. telah dilaporkan efektif dapat digunakan sebagai agen pengendali hama oleh Sheeba *et al.*, (2001) dan Thungrabeab dan Tongma (2007).

Konservasi jamur *Beauveria* telah banyak dilakukan untuk memperkaya sumber pengendali hayati yang virulen terhadap hama sasaran. *Beauveria* adalah jamur entomopatogen yang memiliki keragaman inang terbanyak dibanding jamur entomopatogen lainnya terutama dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera dan Hymenoptera (Tanada dan Kaya 1993). Hingga saat ini banyak isolat *Beauveria* selain potensi patogenisitasnya terhadap hama pengganggu tanaman sudah dikaji, juga sudah teridentifikasi baik secara morfologi maupun molekuler.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi upaya peningkatan hasil pertanian dalam mengatasi serangan hama walang sangit pada padi dengan memanfaatkan potensi isolat *Beauveria* spp. Melalui formulasi dan optimasi produk biopestisida yang dapat digunakan sebagai pengganti pestisida kimia. Penelitian bertujuan untuk menyeleksi 14 isolat jamur entomopatogen *Beauveria*, asal walang sangit serta uji patogenisitasnya terhadap serangga inang *L. acuta*. Selain itu, penelitian bertujuan untuk mengetahui keragaman *Beauveria* spp. yang diperoleh dari lokasi asal inang Situgede, Bogor

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilaksanakan pada 2014 di laboratorium dan Rumah Kaca Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor. Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu: tahap pertama mengambil bangkai serangga walang sangit (*Leptocoris acuta*) yang ditumbuhi jamur pathogen

Beauveria spp. di daerah Situ Gede, Bogor, Jawa Barat, kemudian dilakukan upaya Postulat Koch, baik dengan cara isolasi, inokulasi, dan reisolasi jamur patogen yang menyerang serangga walang sangit. Tahap kedua yaitu melakukan uji patogenisitas terhadap serangga hama *L. acuta*, serta melakukan upaya identifikasi secara morfologi dan molekuler.

Isolasi jamur dan penentuan patogenisitas patogen serangga

Pengambilan contoh. Serangga terinfeksi patogen dilakukan disekitar batang padi pada tanaman padi yang berumur \pm 60hari setelah tanam (HST), selanjutnya serangga dimasukkan ke dalam kantong plastik steril. Penentuan jenis jamur entomopatogen dilakukan dengan uji postulat Koch. Tahap pengujian meliputi isolasi jamur dari hama walang sangit ke media *sabouraud dextrose agar* (SDA), kemudian koloni yang diperoleh diinokulasikan pada walang sangit sehat, dan selanjutnya dilakukan reisolasi ke media SDA.

Isolasi Patogen. Bangkai walang sangit yang terinfeksi patogen yang memiliki perbedaan morfologi luar seperti warna miselia dan bentuk micelia dipisahkan. Isolasi dilakukan untuk mendapatkan biakan biakan murni. Bangkai serangga terinfeksi jamur diletakkan pada bagian tengah media SDA pada cawan petri. Jamur yang tumbuh selanjutnya dipindahkan pada media SDA baru untuk mendapatkan biakan murni dan diidentifikasi di bawah mikroskop binokuler untuk dilihat karakter morfologinya. *Reisolasi patogen.* Dari tubuh walang sangit yang telah mati diambil koloni konidia dan miselia jamur entomopatogen, kemudian dilakukan reisolasi pada media SDA. Hal ini dilakukan untuk membuktikan apakah karakter morfologinya sama dengan hasil isolasi sebelumnya (Samson, 1981; Samson *et al.*, 1995; Poinar dan Thomas, 1984). *Uji patogenisitas.* Uji ini dilakukan untuk mengkonfirmasi sifat jamur entomopatogen dan kemampuannya dalam mematikan serangga *L. acuta* dengan menggunakan metode kontak. Sediaan konidia yang diperoleh dari biakan jamur ditumbuhkan pada media SDA dalam cawan petri yang diinkubasi pada suhu 25° C selama 15 hari. Konidia jamur dipanen dengan cara menambahkan 5 ml akuades steril dan

0.1% Tween 20 sebagai bahan perata ke dalam cawan Petri dan konidia dilepas dari media dengan kuas halus.

Suspensi disaring dan konsentrasi konidia dihitung dengan menggunakan hemositometer. Inokulasi dilakukan terhadap masing-masing 10 ekor walang sangit nimfa instar ketiga, hasil perbanyakannya di rumah kaca. Nimfa kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik yang telah dilapisi kapas dan kertas saring steril yang diberi air sebanyak 5 ml untuk menjaga kondisi kelembaban dalam wadah plastik. Keatas kertas saring ditetesi suspensi konidia jamur sebanyak 2 ml ($\pm 10^8$ cfu/ml) yang telah dicampur 0,1% Tween 20. Selanjutnya sediaan nimfa hasil koleksi rumah kaca satu per satu ditetesi suspensi konidia dan dilepaskan pada wadah plastik yang ditutup kain kasa. Pengamatan gejala dimulai 24 jam setelah inokulasi dengan melihat secara visual gejala infeksi jamur patogen pada tubuh serangga dengan bantuan lensa saku (loop).

Identifikasi secara morfologi dan molekuler

Pengamatan secara makroskopis mengacu pada pedoman Bessey (1979) dan Samson (1981), yang meliputi pengamatan warna koloni, bentuk koloni, tekstur koloni, dan bentuk tepian koloni, sedangkan pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan membuat preparat fungi. Biakan murni sel fungi dioleskan secara aseptis menggunakan jarum ose ke atas permukaan kaca preparat yang telah ditetesi akuades steril. Setelah itu, preparat ditutup dengan gelas penutup (*cover glass*) dan diamati dengan perbesaran rendah hingga tinggi (4x-100x) menggunakan mikroskop. Pengamatan secara mikroskopis meliputi bentuk spora, morfologi konidia, dan hifa. Bentuk konidophore dan warna koloni. Kunci identifikasi jamur yang digunakan adalah Alexopoulos dan Mims (1979), Samson (1981) serta Poinar dan Thomas (1984). Tubuh walang sangit yang telah mati akan terlihat ditumbuhi oleh hifa jamur *Beauveria* spp. yang berwarna putih. Gejala semakin terlihat, ketika ke atas alas kertas saring ditetesi dua tetes air steril sebanyak 2 ml dengan tujuan memberi efek kelembaban yang dapat mempercepat perkembangan koloni miselia dan konidia.

Ekstraksi DNA *Beauveria* spp.

Isolat-isolat kandidat *Beauveria* spp. direma-

jakan dengan cara dipindahkan sebanyak 1 ose ke dalam media SDA dalam cawan, dan diinkubasi selama 2-7 hari pada suhu ruang yaitu 26°C sampai muncul koloni putih. Koloni miselia yang tumbuh dipanen dengan menggunakan tusuk gigi steril, kemudian diletakkan pada kertas aluminium foil dan ditutup. Miselia dikeringkan pada oven dengan suhu 65 °C selama satu malam. Ekstraksi DNA dari miselia *Beauveria* spp. menggunakan metode *CTAB* (Roger dan Benedich, 1993; Ekasari *et al.*, 2012).

Amplifikasi DNA dengan PCR. DNA *Beauveria* spp. selanjutnya dilakukan kuantifikasi untuk melihat konsentrasi dan kemurniaannya menggunakan spektrofotometer Nanodrop pada panjang gelombang 260 nm dan 280 nm, kemurnian DNA dinyatakan dengan satuan ng/ μ L.

Amplifikasi PCR dilakukan mengacu pada metode baku Beeck *et al.*, (2014), dengan menggunakan primer ITS B-F (*forward*) dan primer ITS B-R (*reverse*). Reaksi PCR dijalankan dengan program sebagai berikut; 5 menit pertama untuk denaturasi pada suhu 95°C dan dilanjutkan dengan 30 siklus untuk 1 menit denaturasi pada suhu 95°C; 35 detik *annealing* (penempelan) pada suhu 55°C; dan 30 detik *elongasi* pada suhu 72°C. Visualisasi produk PCR dilakukan dengan menggunakan 1% gel agarosa dalam bufer TAE 0.5X. Sampel DNA hasil PCR *dirunning* dalam gel elektroforesis selama kurang lebih 20 menit, selanjutnya divisualisasi dengan *UV-transluminator* (Sambrook *et al.*, 1982).

HASIL

Morfologi isolat *Beauveria* spp.

Tubuh walang sangit yang telah mati selanjutnya akan terlihat ditumbuhi oleh hifa jamur *Beauveria* spp. yang berwarna putih. Hifa semakin terlihat jelas setelah ditetesi 2 ml air ke atas alas kertas saring dimana perkembangan koloni miselia dan konidia akan lebih cepat tumbuhnya. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh 14 isolat jamur patogen yang diisolasi terindikasi sebagai *Beauveria* spp. Hasil pengamatan secara visual menunjukkan bahwa koloni hifa isolat *Beauveria* spp. berwarna putih bersih. Masa koloni yang terbentuk bila terlihat seperti debu putih (Gambar 1). Jamur patogen serangga yang dikoleksi umumnya miseliana bercabang, bersekat, dan berwarna putih. Sel konidia berbentuk bulat,

berwarna putih (hialin) dan bersel satu, dengan ukuran konidia berkisar antara 2 – 3 μm (Tabel 1).

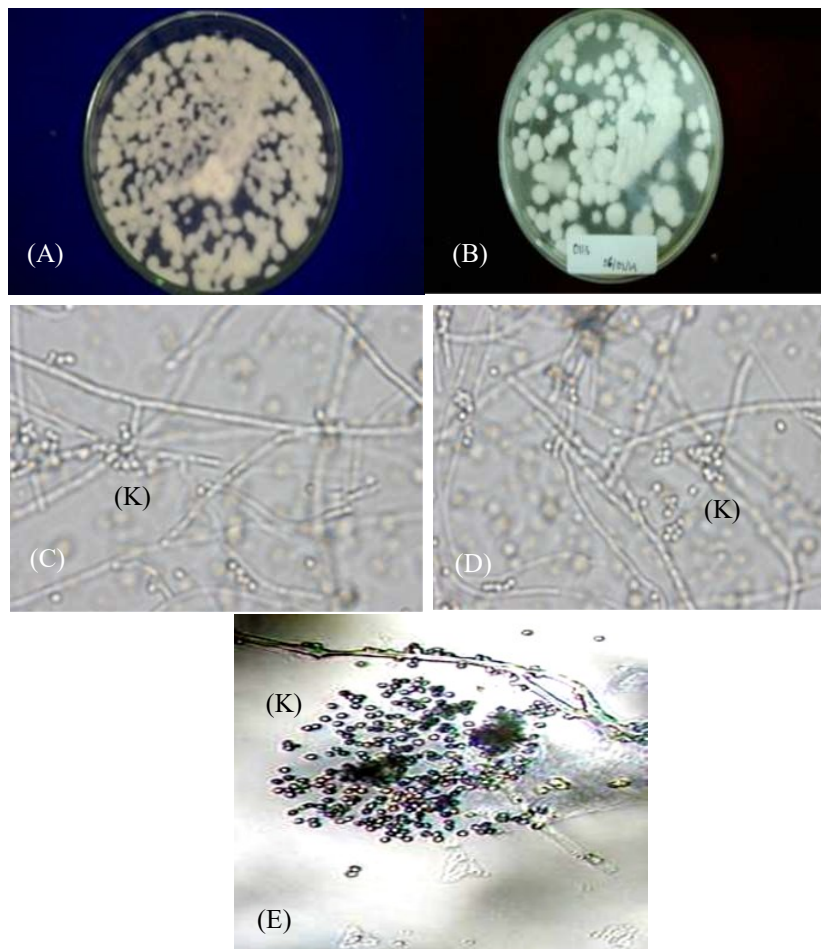
Hasil reinokulasi terhadap nimfa *L. acuta* menunjukkan bahwa, seluruh isolat memberikan respon positif dalam mematikan serangga dengan gejala yang sama seperti pada saat awal jamur entomopatogen diisolasi dari bangkai walang sangit (*L. acuta*) (Gambar 2a). Hasil reisolasi pada media SDA juga memberikan gambaran yang sama seperti saat jamur diisolasi dari bangkai walang sangit dari lapang (Gambar 2 b,c).

Patogenisitas isolat *Beauveria* spp. dan periode mematikan terhadap serangga walang sangit

Pengaruh aplikasi suspensi konidia *Beau-*

veria dengan metode kontak langsung pada bagian tubuh serangga dapat mematikan walang sangit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa secara umum seluruh isolat hasil koleksi menyebabkan kematian walang sangit, dengan mortalitas berkisar antara 30.0 – 60.0% (Tabel 2). Tingkat mortalitas serangga tertinggi ditunjukkan oleh isolat Stgd2(14)1, Stgd6(14)1, Stgd7(14)2, Stgd8(14)2, dan Stgd0113 dengan mortalitas mencapai 60.0%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mematikan walang sangit terlihat beragam. Periode mematikan (*lethal time*) walang sangit dari keempat belas koleksi isolat berkisar antara 6.9 – 12.0 hari. Periode mematikan tercepat terjadi pada isolat Stgd2(14)1 yaitu 6.9 hari.



Gambar 1. Morfologi jamur *Beauveria* spp. A dan B= koloni *Beuveria* pada agar media.

CDE= Pengamatan di bawah mikroskop cahaya (100x). K=konidia
[Morphology of *Beauveria* spp. A B= *Beuveria* colony on agar media; CDE= observation of conidia under light microscope (100x) K=conidia.]

Tabel 1. Karakter morfologi isolat *Beauveria* spp. dan patogenisitasnya terhadap mortalitas *L. acuta*.
(*Morphological characteristic of Beauveria spp. and their pathogenicity to L. acuta. mortality.*)

Kode Isolat (<i>Isolates code</i>)	Warna Koloni (<i>Colony color</i>)	Hifa (<i>hyphae</i>)			Konidia (<i>Conidia</i>)		Respon terhadap <i>L. acuta</i> (<i>Response against L. acuta</i>)
		Warna (<i>color</i>)	Cabang (<i>branch</i>)	Sekat (<i>septae</i>)	Warna (<i>color</i>)	Bentuk (<i>shape</i>)	
Stgd2(14)1	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd2(14)2	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd2(14)3	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd4(14)1	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd5(14)1	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd5(14)2	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd6(14)1	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd6(14)2	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd7(14)2	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd8(14)1	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd8(14)2	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd0113	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd0213	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)
Stgd0313	Putih (<i>white</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bercabang (<i>branched</i>)	Bersekat (<i>septum</i>)	Hialin (<i>hyaline</i>)	Bulat (<i>round</i>)	Mematikan (<i>lethal</i>)

Selebihnya sembilan isolat *Beauveria* spp. membutuhkan waktu 7.0 sampai dengan <10.0 hari, dan empat isolat membutuhkan waktu 10.0 sampai empat isolat membutuhkan waktu 10.0 sampai dengan 12.0 hari.

Identifikasi isolat *Beauveria* spp.

DNA *Beauveria* yang berhasil diamplifikasi yaitu, isolat Stgd7(14)2 pada lajur 1, isolat Stgd2(14)1 pada lajur 3, isolat Stgd0113 pada lajur 4, dan isolat Stgd5(14)2 pada Gambar 3. Sementara DNA yang tidak teramplifikasi kemungkinan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya kegagalan primer menempel pada cetakan DNA akibat reagen PCR yang tidak tepat, adanya metabolit lain saat

proses PCR berlangsung yang dapat menurunkan kemurnian DNA dan menghambat penempelan primer.

Ukuran pita DNA *ITS Region* dari keempat isolat hasil amplifikasi berkisar pada 500 pasang basa (pb). Ukuran pita DNA sebesar itu merupakan salah satu ciri dari spesies *Beauveria* spp. Keragaman keempat isolat *Beauveria* spp. tidak jauh berbeda, hal ini terlihat dari ukuran pita DNA yang seragam.

PEMBAHASAN

Pada kondisi pertumbuhan di laboratorium, pertumbuhan fungi ini relatif sangat cepat. Morfologi makroskopis yang diamati menunjukkan bahwa iso-



Gambar 2. Hasil inokulasi jamur patogen serangga pada *L. acuta* (a) dan koloni jamur *Beauveria* spp. hasil reisolasi (b, c) [Results of inoculation of entomopathogen to *L. acuta* (a) and fungal colony of *Beauveria* spp. from reisolation (b)]

Tabel 2. Patogenisitas dan LT50 isolat *Beauveria* spp. asal walang sangit terhadap serangga (Pathogenicity and LT50 of *Beauveria* spp isolates from rice stink bug to insect)

Kode isolate (Isolates code)	Mortalitas (%) (Mortality %)	LT50 (hari) LT50 (days)	Selang kepercayaan 90% (hari) (Range of probability 90% (days))	
			Terendah (min)	Tertinggi (max)
Stgd2(14)1	60,0	6,9	5,8	9,3
Stgd2(14)2	40,0	8,9	6,8	19,6
Stgd2(14)3	50,0	7,9	6,4	13,8
Stgd4(14)1	30,0	11,6	7,9	68,1
Stgd5(14)1	30,0	12,0	8,1	83,6
Stgd5(14)2	50,0	8,5	6,5	17,2
Stgd6(14)1	60,0	7,1	5,9	10,1
Stgd6(14)2	30,0	11,6	7,9	68,1
Stgd7(14)2	60,0	6,9	5,8	9,3
Stgd8(14)1	50,0	7,9	6,4	13,8
Stgd8(14)2	60,0	7,2	5,9	10,4
Stgd0113	60,0	6,6	5,6	8,6
Stgd0213	50,0	7,8	6,4	11,9
Stgd0313	40,0	10,3	7,4	36,1

lat *Beauveria* spp makroskopis yang diamati menunjukkan bahwa isolat *Beauveria* spp. memiliki kemiripan antara satu isolat dengan isolat lainnya, yaitu memiliki miselium yang berwarna putih pada awal pertumbuhannya dan akan berangsur-angsur berwarna putih gading (sedikit kekuningan) pada bagian tepi pada fungi tua, dengan penampakan seperti tepung dan membentuk gelembung pada pangkalnya serta berkelompok.

Karakteristik morfologi secara mikroskopis

yang diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100×, menunjukkan kemiripan karakter dengan fungi *Beauveria* spp. yang diungkapkan oleh Steinhaus (1963) yaitu memiliki spora hialin berukuran 2-3µm dengan bentuk bundar dan lebih kecil dari fusarium. Struktur morfologi *Beauveria* spp. umumnya mempunyai miselibersekat dan berwarna putih, konidiofor bercabang-cabang dengan pola zig-zag/ sympodial, konidia berbentuk bulat berwarna putih (hialin), bersel satu (tanpa sekat), konidia muncul

daan asal individu inang mempengaruhi patogenisitas *Beauveria* spp. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa perbedaan sifat virulensi *Beauveria* spp. terhadap hama sasaran bisa dipengaruhi oleh asal geografi, dan bisa dipengaruhi asal inangnya (Trizelia *et al.*, 2012). Waktu yang dibutuhkan untuk mematikan walang sangit antar isolat *Beauveria* nampak bervariasi. Keragaman periode mematikan tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan virulensi antar isolat dan perbedaan respon serangga inang. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa waktu kematian serangga bisa dipengaruhi oleh dosis aplikasi dan virulensi dari isolat (Neves dan Alves, 2004). Selain itu, kematian serangga juga dipengaruhi oleh adanya fenomena perbedaan respon serangga inang terhadap patogennya (Tohidin *et al.*, 1993; Sabbahi *et al.*, 2008).

Hasil pengamatan di rumah kaca menunjukkan bahwa tanda awal kematian *L. acuta* adalah tubuh yang kaku serta warna tubuhnya menjadi pucat. Data mortalitas walang sangit sudah dapat teramati sejak hari ke-1 setelah aplikasi suspensi konidium. Proses mortalitas *L. acuta* berlangsung relatif singkat yaitu sejak hari ke-1 hingga hari ke-6. Hal yang sama diungkapkan oleh Indriyati (2009), yaitu setelah aplikasi konidium proses mortalitas serangga berlangsung dalam jangka waktu yang pendek (hari ke-3 hingga hari ke-5). Proses infeksi *Beauveria* spp *Beauveria* spp. yang menimbulkan kematian walang sangit terjadi dalam jangka waktu yang singkat, hal ini diduga terkait dengan konidia yang menempel pada integumen serangga tersebut dalam jumlah yang sangat tinggi.

Kerapatan konidia per mL larutan menunjukkan bahwa suspensi yang digunakan mengandung konidia sebesar 10^8 sel/ml. Selain itu, kemampuan patogen dalam menginfeksi serangga inang ditentukan oleh tiga faktor yaitu patogen, inang atau serangga dan lingkungan (Inglis *et al.*, 2001). Trizelia *et al.* (2007) menyatakan bahwa cara aplikasi dan dosis patogen yang diberikan juga dapat mempengaruhi mortalitas serangga tersebut. Faktor fisiologi dan morfologi inang juga berpengaruh terhadap kerentanan serangga terhadap jamur entomopatogen.

ITS merupakan daerah yang sering digunakan dalam analisis keanekaragaman baik tumbuhan maupun jamur. Sekuensing daerah ITS banyak dimanfaatkan untuk analisis sistematik molekular di tingkat spesies, karena daerah ITS memiliki variasi yang tinggi (Ekasari *et al.*, 2012). Pada penelitian ini primer ITS B-F (*forward*) dan primer ITS B-R (*reverse*) dapat digunakan untuk mengidentifikasi jamur entomopatogen *B. bassiana*. Dari empat belas sampel yang berhasil diisolasi dan amplifikasi dengan PCR, sebanyak 13 isolat terlihat jelas amplifikasi pita DNA-nya.

Jumlah pita DNA yang dapat diamplifikasi oleh primer ITS tergantung pada banyaknya situs penempelan, konsentrasi primer yang digunakan, dan sebaran situs genom yang homolog dengan sekuens primer (Trizelia *et al.*, 2012). Hasil penelitian Kaur dan Padmaja (2008) menunjukkan bahwa pita DNA *B. bassiana* yang diperoleh berkisar pada 320-2300 bp, sedangkan penelitian Trizelia *et al.*, (2012) juga menunjukkan bahwa pita DNA *B. bassiana* yang diperoleh berkisar antara 490-1900 pasang basa (pb). Hasil amplifikasi subunit kecil DNA ribosomal sekuens ITS pada Gambar 3, menunjukkan bahwa seluruh isolate *Beauveria* spp. menghasilkan pita DNA tunggal yang berukuran sekitar 600 bp.

Hal ini sesuai dengan penelitian Brasileiro *et al.*, (2004) yang menyatakan bahwa primer universal ITS yang digunakan untuk mengamplifikasi DNA ribosomal dari segala spesies fungi akan menghasilkan fragmen spesifik yang berukuran di antara 400 hingga 900 bp, sedangkan Beeck *et al.*, (2014) menyatakan bahwa lebar daerah ITS pada jamur biasanya berkisar pada panjang 500 dan 600 pasang basa (pb) untuk kelompok jamur *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes*. Penelitian untuk melakukan sekuensing isolat tersebut perlu dilakukan untuk melihat karakter isolat virulen dan non virulen yang diperoleh dari penelitian ini.

KESIMPULAN

Keempat belas isolat koleksi bersifat patogenik terhadap walang sangit. Isolat-isolat Stgd2(14)1, Stgd6(14)1, Stgd7(14)2, Stgd8(14)2, dan Stgd0113 menyebabkan mortalitas tinggi pada *L. acuta* hingga 60.0%. Periode mematikan (*lethal time*) walang sangit dari keempat belas koleksi isolat



Gambar 3. Amplikon PCR isolat fungi *Beauveria* spp. 1) isolat Stgd 0113; 2) isolat Stgd 0213; 3) isolat Stgd 2 (14)₁; 4) isolat Stgd 2(14)₂; 5) isolat Stgd 2(14)₃; 6) Stgd 4(14)₁; 7) isolat Stgd 5(14)₁; 8) isolat Stgd 5 (14)₂; 9) isolat Stgd 6(14)₁; 10) isolat Stgd 6(14)₂; 11) isolat Stgd 7(14)₂; 12) isolat Stgd 8(4)₂; 13) isolat Stgd 8(14)₂. [PCR amplicon of *Beauveria* spp fungal isolates. lane 1) Stgd 0113; 2) Stgd 0213; 3) Stgd 2(14)₁; 4) Stgd 2(14)₂; 5) Stgd 2(14)₃; 6) Stgd 4(14)₁; 7) Stgd 5(14)₁; 8) Stgd 5(14)₂; 9) Stgd 6(14)₁; 10) Stgd 6(14)₂; 11) Stgd 7(14)₂; 12) Stgd 8(4)₂; 13) Stgd 8(14)₂ isolates.]

dari setiap ujung percabangan konidiofor (Samson,1981).

Konidia hialin berbentuk oval yang terdiri atas satu sel kering dan kecil menonjol. Jamur entomopatogen hasil koleksi dalam penelitian ini secara morfologi mempunyai ciri sebagai jamur *Beauveria* spp. seperti yang dideskripsikan oleh Samson (1981). Ukuran konidia isolat-isolat koleksi berkisar antara 2 – 3 μm . Bila dilihat dari bentuk konidia yang bulat, maka dapat diperkirakan ukuran sel konidiogenus isolat terkoleksi umumnya berkisar antara 2 – 3 x 2 – 3 μm , tidak jauh berbeda dengan yang dideskripsikan oleh penelitian sebelumnya (Utomo *et al*,1988). Jamur *Beauveria* spp. memiliki konidia yang menempel pada ujung dan pada sisi konidiofor atau cabang-cabangnya. jamur ini berkembang biak dengan cara membentuk konidia yang bertipe blatospora yaitu konidia yang dibentuk melalui pertunasan sel somatik dari hifa atau konidiofor.

Isolat-isolat *Beauveria* spp. hasil koleksi mampu menginfeksi serangga inangnya. Gejala awal walang sangit terinfeksi *Beauveria* adalah berkurangnya aktivitas gerak, selanjutnya walang sangit terjatuh ke dasar wadah plastik meskipun belum mengalami kematian. Selanjutnya selang beberapa waktu tubuh walang sangit menjadi kaku dan warna tubuhnya menjadi kusam. Tubuh walang sangit yang telah mati selanjutnya akan terlihat ditumbuhi oleh

hifa jamur *B. bassiana* berwarna putih. Gejala semakin terlihat, ketika ke atas alas kertas saring ditetaskan dua tetes air steril sebanyak 2 ml dengan tujuan memberi efek kelembaban yang dapat mempercepat perkembangan koloni miselia dan konidia (Gambar 2).

Koloni miselium dan konidia yang berwarna putih pada permukaan tubuh serangga menjadi indikasi bahwa isolat-isolat tersebut memiliki karakter yang sama dengan *Beauveria* seperti pada umumnya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya belum menyebutkan bahwa serangga inang yang terinfeksi jamur *Beauveria* spp. umumnya akan menunjukkan beberapa gejala, salah satunya terdapat kumpulan miselia dan konidia jamur pada permukaan kulit serangga yang berwarna putih (Ferron, 1981).

Hasil uji menunjukkan bahwa patogenitas isolat *Beauveria* spp. hasil koleksi memberikan reaksi yang bervariasi dalam mematikan walang sangit. Namun, tingkat mortalitas serangga tertinggi ditunjukkan oleh isolat Stgd2(14)₁, Stgd6(14)₁, Stgd7(14)₂, Stgd8(14)₂, dan Stgd0113 dengan mortalitas mencapai 60.0% yang berarti bahwa ke lima isolat tersebut cukup virulen mematikan serangga inang *L. acuta*. Perbedaan tingkat mortalitas kemungkinan disebabkan perbedaan daya virulensi dari asal isolat tersebut.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbe-

berkisar antara 6,9 – 12,0 hari. Periode mematikan tercepat terjadi pada isolat Stgd2(14)1 yaitu 6,9 hari.

Struktur morfologi dari keempat belas isolat jamur patogen serangga terkoleksi memberikan ciri yang sama dengan karater *Beauveria*. Primer ITS berhasil digunakan untuk mengidentifikasi 13 jamur entomopatogen *B. bassiana*. Isolat Stgd 0113; Stgd 0213; Stgd 2(14)₁; Stgd 2(14)₂; Stgd 2(14)₃; Stgd 4(14)₁; Stgd 5(14)₁; Stgd 5(14)₂; Stgd 6(14)₁; Stgd 6(14)₂; Stgd 7(14)₂; Stgd 8(4)₂; dan Stgd 8(14)₂ adalah isolat yang teramplifikasi dengan baik oleh primer ITS yang serupa dengan karakter molekuler *Beauveria*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos CJ and CW Mims. 1979. Introductory Mycology. 561. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc.USA.
- Beeck MOD, B Lievens, P Busschaert, Declerck, J Vangronsveld, and JV Colpaert. 2014. Comparison and validation of some ITS primer pairs useful for fungal metabarcoding studies. DOI: 10.1371/journal.pone.0097629.
- Bessey EA. 1950. *Morphology and Taxonomy of Fungi*. 791. The Blakiston Co. Philadelphia.
- Bextine BR and HG Thorvilson. 2004. Novel *Beauveria bassiana* delivery system for biological control of the red imported fire ant. *Southwestern Entomologist* 29(1), 47-53.
- Brasileiro TRVB, MRM Coimbra, MJr Antonio de Morais, and N Tinti de Oliveria. 2004. Genetic variability within *Fusarium solani* species as revealed by PCR-fingerprinting based on PCR markers. *Brazilian Journal of Microbiology* 35, 205–210.
- Cagán L and IM Švercel. 2001. The influence of ultraviolet light on pathogenicity of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin to the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* HBN. (Lepidoptera: Crambidae). *Journal Central European Agriculture* 2(3-4), 227-234.
- Castillo MA, P Moya, E Hernández and E Primo-Yúfera. 2000. Susceptibility of *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) to entomopathogenic fungi and their extracts. *Biological Control* 19, 274-282.
- Ekasari TWD, A Retnoningsih dan T Widiyanti. 2012. Analisis keanekaragaman kultivar pisang menggunakan penanda PCR-RFLP pada *internal transcribed spacer* (ITS) DNA ribosom. *Jurnal MIPA*. 35(1), 21-29.
- Ferron P. 1981. Pest Control by the Fungi *Beauveria* and *Metarrhizium*. In: Microbial control of insect and plant diseases. H.D. Burges and N.W. Hussey. 265- 482. Academic Press London.
- Gaitan A, AM Valderrama, G Saldarriaga, P Velez and A Bustillo. 2002. Genetic variability of *Beauveria bassiana* associated with the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* and other insects. *Mycological Research* 106.1307-1314.
- Indriyati. 2009. Virulensi jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes) terhadap kutu daun (*Aphis* spp.) dan kepik hijau (*Nezara viridula*). *Jurnal Hama penyakit Tumbuhan Tropika*. 9(2), 92-98.
- Inglis GD, MS Goettel, TM Butt, and H Strasser. 2001. Use of hypomycetous fungi for managing insect pest. In: *Fungi as biocontrol agents, progress, problems, and potential*. Butt TM, Jackson CW, dan Magan N. (eds). 23-70. London (UK): CABI Publishing.
- Kalshoven LGE. 1981. *Pests of Crops in Indonesia*. 701. Van der Laan PA, Penerjemah. Jakarta: Ichtiar Baru-Van Hoeve. (Terjemahan dari: DePlagen van de Cultuurgewassen in Indonesie).
- Kaur G and V Padmaja. 2008. Evaluation of *Beauveria bassiana* isolates for virulence against *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera:Noctuidae) and their characterization by RAPD-PCR. *African Journal of Microbiology Research*. 2, 299-307.
- Kouassi M, D Coderre and SI Todorova. 2003. Effect of plant type on the persistence of *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology* 13(4), 415-427.
- Neves PMOJ and SB Alves. 2004. External events related to the infection process of *Comitermes cumulans* (Kollar) (Isoptera: Termitidae) by the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Neotropical Entomology* 33(1),051-056.
- Poinar JrGO and GM Thomas. 1984. *Laboratory Guide to Insect Pathogens and Parasites*. 379. New York: Plenum Pres.
- Prayogo Y. 2006. Upaya Mempertahankan ke Efektifan Cendawan Entomopatogen untuk Mengendalikan Hama Tanaman Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian* 25(2), 47-54
- Rogers SO and AJ Bendich. 1994. Extraction of DNA from plant, fungal and algal tissues. In: *Plant Molecular Biology Manual*. Gelvin SB, Schilperoort RA (eds). 1-8. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers
- Sabbahi R, A Merzouki and C Guertin. 2008. Efficacy of *Beauveria bassiana* against the strawberry pest, *Lygus lineolaris*, *Anthonomus signatus* and *Otiorthynchus ovatus*. *Journal Applied Entomology* 132(2),151-160.
- Sambrook J, EF Fritsch and T Maniatis. 1982. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 545. Cold Spring harbor Laboratory Press.
- Samson RA. 1981. *Identification – Entomopathogenic Deuteromycetes*. In: *Microbial Control of Pests and Plants Diseases 1970–1980*. Burges H.D. (ed.). 93–106. Acad. Press, London.
- Samson RA, ES Hoekstra, JC Frisvad, and Filtenborg. 1995. *Introduction to Food Borne Fungi*. p:322. Ed 4. Netherlands, Ponsen and O Looyen.
- Sheeba G, S Seshardi, N Raja, S Janarthanan, and S Ignacimutha. 2001. Efficacy of *Beauveria bassiana* for control of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology* 36, 117-120.
- Steinhaus EA. 1963. *Insect Pathology*.661.vol I. New York (US): Academic Press.
- Sambrook J, EF Fritsch and T Maniatis. 1982. *Molecular cloning: a laboratory manual*. Cold Spring harbor Laboratory Press. 545
- Samson RA. 1981. *Identification – Entomopathogenic Deuteromycetes*. In: *Microbial Control of Pests and Plants Diseases 1970–1980*. Burges H.D. (ed.). 93–106. Acad. Press, London.
- Samson RA, ES Hoekstra, JC Frisvad, and Filtenborg. 1995. *Introduction to Food Borne Fungi*. 322. Ed 4. Netherlands. Ponsen and O Looyen.
- Sheeba G, S Seshardi, N Raja, S Janarthanan, and S Ignacimutha. 2001. Efficacy of *Beauveria bassiana* for control of the rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Applied Entomology and Zoology* 36, 117-120.
- Steinhaus EA. 1963. *Insect Pathology*.vol I. 661. New York (US): Academic Press.

- Tafoya F, M Zuniga-Delgadillo, R Alatorre, J Cibrian-Tovar and D Stanley. 2004.** Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Deuteromycota: Hyphomycetes) against cactus weevil, *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory conditions. *Florida Entomologist* **87(4)**, 533-536.
- Tanada Y and HK Kaya. 1993.** *Insect Pathology*. 666. New York: San Diego Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich.
- Trizelia, T Santoso, S Sosromarsono, A Rauf dan L Sudirman. 2007.** Patogenisitas jamur entomopatogen *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) terhadap telur *Crocidolomia pavonana* (Lepidoptera: Pyralidae). *Jurnal Agrin*. **11(1)**, 52-59
- Trizelia, T Santoso, S Sosromarsono, A Rauf dan L Sudirman. 2012.** Keragaman genetik berbagai isolat *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuil. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) dan virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana*. *Jurnal Natur Indonesia* **14(3)**, 176-183.
- Thungrabeab M and S Tongma. 2007.** Effect of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* (Balsamo) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch). *KMITL. Science Technology*. **7 (S1)**, 12-17.
- Vandenberg JD.1996.** Standardized bioassay and screening of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* against the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). *Journal Economic Entomology* **89(6)**, 1418-1423.

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 (*Sepioteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Aru, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Litaay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
- d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. In: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurllock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
- e. Thesis dan skripsi.
Keim AP. 2011. Monograph of the genus *Orania* Zipp. (Arecaceae; Oraniinae). University of Reading, Reading. [PhD. Thesis].
- f. Artikel online.
Artikel yang diunduh secara online mengikuti format yang berlaku misalnya untuk jurnal, buku atau thesis, serta dituliskan alamat situs sumber dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review* atau artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Forest Watch Indonesia[FWI]. 2009. Potret keadaan hutan Indonesia periode 2000-2009. <http://www.fwi.or.id>. (Diunduh 7 Desember 2012).

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

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

Penelitian yang melibatkan hewan

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

Lembar ilustrasi sampul

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

Proofs

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

Naskah cetak

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

Pengiriman naskah

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

Alamat kontak: Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067
Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066
Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 15(2)

Isi (Content)

Agustus 2016

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

NILAI HETEROSIS DAN PERANAN INDUK PADA KARAKTER PERTUMBUHAN HASIL PERSI-LANGAN INTERSPESIFIK <i>Tor soro</i> DAN <i>Tor douronensis</i> [Growth Heterosis Values and The Role of Parent <i>Tor soro</i> and <i>Tor douronensis</i> in Interspecific Crossed] <i>Deni Radona, Jojo Subagja, Irin Iriana Kusmini dan Rudhy Gustiano</i>	107-112
IDENTIFIKASI GEN / QTL (Quantitative Trait Loci) SIFAT TOLERAN CEKAMAN ALUMINIUM PADA GALUR-GALUR PADI GOGO [Identification of Gene / QTL (Quantitative Trait Loci) for Aluminium Stress Tolerant in Upland Rice Lines] <i>Dwinita W Utami, I Rosdianti, S Yuriyah, AD Ambarwati, I Hanarida, Suwarno dan Miftahudin</i>	113-124
RESPON GALUR/VARIETAS KAPAS (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) TERHADAP PUPUK DOSIS N dan ZAT PENGATUR TUMBUH PADA SISTEM TUMPANGSARI DENGAN JAGUNG [Responses of Cotton Lines/ Variety (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) to Dosage of Nitrogen Fertiliser and Plant Growth Regulator Under Inter-cropping with Maize] <i>Fitriningdyah Tri Kadarwati dan Prima Diarini Riajaya</i>	125-132
OPTIMASI PRODUKSI SERTA ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA SENYAWA EKSPOLISAKARIDA DARI JAMUR TIRAM PUTIH (<i>Pleurotus ostreatus</i>) PADA MEDIA CAIR [Optimization of Exopolysaccharide Production from <i>Pleurotus ostreatus</i> Growth on Liquid Medium and Analysis of Its Antioxidant and Antimicrobial Activity] <i>Iwan Saskiawan, Misbahul Munir dan Suminar S Achmadi</i>	133-140
COOKING CHARACTERIZATION OF ARROWROOT (<i>Maranta arundinaceae</i>) NOODLE IN VARIOUS ARENGA STARCH SUBSTITUTION [Karakteristik Pemasakan Mie Garut (<i>Maranta arundinaceae</i>) Pada Variasi Substitusi Pati Aren] <i>Miftakhussolikah, Dini Ariani, Erika RNH, Mukhamad Angwar, Wardah, L Lola Karlina, Yudi Pranoto</i>	141-148
PENURUNAN KADAR TANIN DAN ASAM FITAT PADA TEPUNG SORGUM MELALUI FERMENTASI <i>Rhizopus oligosporus</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i> dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> [Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of <i>Rhizopus oligosporus</i>, <i>Lactobacillus plantarum</i> and <i>Saccharomyces cerevisiae</i>] <i>R. Haryo Bimo Setiarto dan Nunuk Widhyastuti</i>	149-157
EVALUASI AKTIVITAS ANTI-INFLAMASI DAN ANTIOKSIDAN SECARA IN-VITRO, KANDUNGAN FENOLAT DAN FLAVONOID TOTAL PADA <i>Terminalia</i> spp. [Evaluation of In-vitro Anti-inflammatory and Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid Content on <i>Terminalia</i> spp.] <i>Tri Murningsih dan Ahmad Fathoni</i>	159-166
OXYGEN CONSUMPTION OF ROCK BREAM <i>Oplegnathus fasciatus</i> IN DIFFERENT SALINITY LEVELS AND TEMPERATURE DEGREES [Konsumsi oksigen Ikan Rock Bream <i>Oplegnathus fasciatus</i> pada tingkat salinitas dan suhu yang berbeda] <i>Vitas Atmadi Prakoso, Jun Hyung Ryu, Byung Hwa Min, Rudhy Gustiano and Young Jin Chang</i>	167-173
SELEKSI JAMUR PATOGEN SERANGGA <i>Beauveria</i> spp. SERTA UJI PATOGENISITASNYA PADA SERANGGA INANG-WALANG (<i>Leptocorisa acuta</i>) [Selection of Entomopathogenic Fungi <i>Beauveria</i> spp. and their Pathogenicity Test Against Insect Host-Rice Stink Bug (<i>Leptocorisa acuta</i>)] <i>Wartono, Cynthia Nirmalasari, dan Yadi Suryadi</i>	175-184
KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL α-AMILASE DAN IDENTIFIKASI ISOLAT C2 YANG DIISOLASI DARI TERASI CURAH SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR [Characterization bacteria Producing α-amylase and Identification of Strains C2 Isolated from bulk shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan] <i>Yati Sudaryati Soeka</i>	185-193
ANALISIS DELIMITASI JENIS PADA <i>Monascus</i> Spp. MENGGUNAKAN SIDIK JARI DNA ARBITRARY PRIMER PCR [Species Delimitation Analysis within <i>Monascus</i> spp. Using Arbitrary Primer PCR DNA Fingerprinting] <i>Nandang Suharna dan Heddy Julistiono</i>	195-200
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI SAMBILOTO (<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wallich ex Nees) [Effect of Seed Storage Duration on Seed Germination of sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> (Burm.f.) Wallich ex Nees)] <i>Solikin</i>	201-206