Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

BERITA BIOLOGI

Vol. 18 No. 1 April 2019

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguatan Riset dan
Pengembangan, Kemenristekdikti RI
No. 21/E/KPT/2018

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
(Sistematika Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gono Semiadi
(Mammalogi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Atit Kanti
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Arif Nurkanto
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kartika Dewi
(Taksonomi Nematoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dwi Setyo Rini
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Liana Astuti

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, 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: Beberapa jenis makrofungi yang dijumpai di Cagar Alam Tangale
(*Notes of cover picture*): (*Some of the macrofungi species were found in Tangale Nature Reserve*) sesuai dengan
halaman 109 (*as in page 109*).

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

Terakreditasi Peringkat 2

21/E/KPT/2018

Volume 18 Nomor 1, April 2019

Berita Biologi	Vol. 18	No. 1	Hlm. 1 – 123	Bogor, April 2019	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	--------------	-------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
18(1) – April 2019

Prof. Dr. Mulyadi
(Pusat Penelitian Biologi-LIPI)

Dr. Dewi Malia Prawiradilaga
(Ekologi Hewan, Pusat Penelitian Biologi-LIPI)

Dr. Hari Sutrisno
(Biosistematik Invertebrata, Pusat Penelitian Biologi-LIPI)

Dr. Joko Ridho Witono, M.Si.
(Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya -LIPI)

Dr. Emy Estiati
(Bioteknologi, Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI)

Dr. Ristiyanto, M.Kes
(Mammalogi, Balai Besar Litbang VRP Salatiga litbang-depkas RI)

Dr. Margaretha Rahayuningsih, M.Si
(Taksonomi Hewan, Universitas Negeri Semarang)

Prof. Dr. Ir. Trizelia, M.Si
(Pengendalian Hayati (Patologi Serangga), Faperta Unand, Kampus Limau Manis, Padang)

Zuliyati Rohmah, S.Si., M.Si., Ph.D.
(Animal Structure and Function, Marine Animal, Marine Natural, Fakultas Biologi UGM)

Dra. Noverita, MSi
(Mikologi, Universitas Nasional Jakarta)

Dr. Ir. Miswar, M.Si
(Bioteknologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Jember)

Dr. Ir. Syahroma Husni M.Si.
(Biologi Perikanan, Pusat Penelitian Limnologi -LIPI)

Dr. Ratu Siti Aliah MSc.
(Biologi Molekuler, Pusat Teknologi Produksi pertanian)

Dr. Wartono Hadie
(Akuakultur, Pusat Riset Perikanan-KKP)

Dr. Nafisah, Msc.
(Genetika dan pemuliaan tanaman, Balai Besar Penelitian tanaman padi)

PATOGENISITAS CENDAWAN *Lecanicillium* sp. PTN01 TERHADAP PENGGEREK TONGKOL JAGUNG *Helicoverpa armigera* (HUBNER) (LEPIDOPTERA: NOC- TUIDAE)

[Pathogenicity of *Lecanicillium* sp. PTN01 Fungus against Corn Earworm
Helicoverpa armigera (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)]

Sempurna Ginting^{1✉}, Teguh Santoso², Yai Munara K², Ruly Anwar², Lisdari Sudirman³

¹. Sekolah Pascasarjana Program studi Entomologi Departemen proteksi tanaman IPB

². Staf pengajar Departemen proteksi tanaman IPB

³. Staf pengajar Departemen Biologi IPB

email: purgint82@yahoo.com

ABSTRACT

Helicoverpa armigera is one of the most important agricultural pests because it has a high reproductive rate and resulted in economic losses. One of the *H. armigera* control techniques that is in accord with IPM principle is the utilizing of entomopathogenic fungus. The aim of this research was to test the pathogenicity of *Lecanicillium* (*Lecanicillium* sp. PTN01) against *H. armigera*. Pathogenicity test was conducted by conidia application of *Lecanicillium* sp. PTN01 on both the larvae and eggs at density of 10^5 , 10^6 , 10^7 conidia/ml. The control group was only treated with steril water. Polymerase chain reaction (PCR) was performed for molecular identification *Lecanicillium* sp. PTN01. The results showed that *Lecanicillium* sp. PTN01 able to inhibit egg hatching 13.75%, and cause mortality of first instar larval survival 98.75%. The result of virulence test to the highest larval mortality at 10^7 conidia/ml density was 41.25%, with the values of $LT_{25, 50, 75}$ were 3.95, 7.12, 12.82 (days) and $LC_{25, 50, 75}$ were 4.6×10^5 , 1.7×10^6 , 4.6×10^9 (conidia/ml). The DNA sequence analysis of ITS 1 and ITS 4 primers showed that *Lecanicillium* sp. PTN01 was similar to fungus species *L. kalimantanense* strain BTCC F23 with 94% homology.

Key words: Conidia density, eggs, identification, larvae, mortality.

ABSTRAK

Helicoverpa armigera merupakan salah satu hama pertanian yang paling penting di dunia karena memiliki laju reproduksi yang tinggi dan mengakibatkan kerugian ekonomi. Salah satu teknik pengendalian *H. armigera* yang sejalan dengan prinsip pengendalian hama terpadu yaitu memanfaatkan agen hayati cendawan entomopatogen. Tujuan penelitian ini adalah menguji patogenesis *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap *H. armigera*. Uji patogenesis dilakukan dengan aplikasi konidia terhadap telur dan larva dengan kerapatan konidia 10^5 , 10^6 , 10^7 konidia/ml, dan kontrol diberi perlakuan air steril. Identifikasi molekuler *Lecanicillium* sp. PTN01 dilakukan dengan PCR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Lecanicillium* sp. mampu menghambat penetasan telur sebesar 13,75%, dan menyebabkan mortalitas keberlangsungan hidup larva instar satu yang baru menetas sebesar 98,75%. Hasil uji virulensi terhadap mortalitas larva, tertinggi pada kerapatan 10^7 konidia/ml sebesar 41,25%, dengan nilai $LT_{25, 50, 75}$ masing-masing sebesar 3,95, 7,12, 12,82 (hari) dan $LC_{25, 50, 75}$ masing-masing sebesar $4,6 \times 10^5$, $1,7 \times 10^6$, $4,6 \times 10^9$ (konidia/ml). Analisis urutan DNA berdasarkan primer ITS 1 dan ITS 4 menunjukkan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 tergolong ke dalam spesies cendawan yang memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan *L. kalimantanense* strain BTCC F23 dengan homologi 94%.

Kata kunci: Identifikasi, kerapatan konidia, larva, mortalitas, telur.

PENDAHULUAN

Helicoverpa armigera (Hubner) merupakan salah satu hama pertanian yang paling penting di dunia. Kerugian akibat serangan *H. armigera* mencapai lebih dari US\$ 2 miliar per tahun di Asia, Eropa, Afrika, dan Australia. *H. armigera* bersifat polifagus, dapat menyerang jagung, kapas, buncis, sorgum, bunga matahari, kedelai, dan kacang tanah (Tay *et al.*, 2013). Di Indonesia *H. armigera* merupakan hama penting pada jagung, hama tersebut menyerang tongkol, pucuk dan malai sehingga bunga jantan tidak terbentuk yang mengakibatkan hasil tanaman berkurang. Infestasi hama ini juga menurunkan kualitas dan kuantitas tongkol jagung.

Penurunan hasil panen akibat serangan penggerek tongkol jagung (*H. armigera*) di Pulau Sulawesi mencapai 51,9–53,4% (Karim *et al.*, 2013). Rata-rata kerusakan tongkol jagung di Provinsi Jawa Timur mencapai 21,5% (Sarwono *et al.*, 2003). Sifat polifagus dan ketersediaan inang secara terus menerus menyebabkan populasi *H. armigera* selalu tinggi sepanjang tahun, disamping itu sifat reproduktif juga tinggi dengan potensi perkembangan yang cepat sehingga dapat menimbulkan tumpang tindih generasi sepanjang siklus tanaman (Pomari-Fernandes *et al.*, 2015). Tingginya prevalensi *H. armigera* menyebabkan kerusakan serius pada tanaman sehingga hama ini

perlu dikendalikan.

Pengendalian secara kimiawi sebaiknya dihindari karena menimbulkan resistensi, resurgensi hama, resiko keracunan terhadap pengguna, biayanya mahal, dampak negatif terhadap lingkungan (mencemari air, udara, dan produk pertanian sehingga membahayakan kesehatan manusia dan organisme lain yang menguntungkan, termasuk musuh alami seperti predator dan parasitoid), sehingga perlunya pengembangan metode alternatif pengendalian hama ramah lingkungan (Aktor *et al.*, 2009). Mengingat meningkatnya kekhawatiran publik atas potensi bahaya kesehatan akibat bahan kimiawi, sehingga upaya pengendalian hama diarahkan pada perlindungan tanaman secara non-kimia dan berkelanjutan (Flexner dan Belnavis, 2000). Sesuai dengan kebijakan pemerintah UU No. 12 tahun 1992 tentang sistem budidaya tanaman dan peraturan pemerintah No. 6 tahun 1995 tentang perlindungan tanaman telah menetapkan bahwa kebijakan dasar perlindungan tanaman di Indonesia adalah dengan sistem Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Komponen utama dalam sistem PHT adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati merupakan alternatif pengendalian hama dengan menggunakan mikroorganisme yang sangat spesifik untuk serangga inang, aman bagi lingkungan dan manusia, meskipun pengendaliannya tidak secepat bahan kimia, tetapi pengendalian hama tersebut bersifat berkelanjutan (McClintock *et al.*, 2000).

Pengendalian hayati dengan menggunakan entomopatogen seperti virus, cendawan, bakteri, dan nematoda telah banyak dilakukan dalam pengendalian hama (Rosell *et al.*, 2008), dibandingkan dengan mikroorganisme lainnya, cendawan entomopatogen telah menjadi perhatian karena menyebabkan kematian serangga hama secara alami dan menimbulkan epizootic. Cendawan entomopatogen merupakan agen potensial untuk pengendalian hama karena bersifat spesifisitas inang, mudah diproduksi dan diaplikasikan, bersifat permanen atau pengendalian hama dalam jangka panjang karena mampu berkembang biak di alam, biaya pengendalian relatif rendah, dan tidak merugikan kesehatan manusia serta serangga menguntungkan non-target seperti lebah, serangga predator, dan parasitoid (Inglis *et al.*, (2001).

Keunggulan lain cendawan entomopatogen karena kemampuannya menyerang semua tahap perkembangan serangga termasuk tahap telur, pupa, dan memiliki kisaran inang yang cukup luas (Anand *et al.*, 2009). Prayogo (2009) melaporkan bahwa *Lecanicillium lecanii* mampu menggagalkan penetasan telur kepik coklat *Riptortus linearis* (Hemiptera: Alydidae) pada kedelai. Agustin (2014) juga melaporkan bahwa *L. lecanii* dapat menyebabkan mortalitas larva dan telur *O. furnacalis* di laboratorium mencapai 71,25% dan 100%.

Penelitian yang telah dilakukan untuk pengendalian *H. armigera* dengan penggunaan cendawan entomopatogen di antaranya *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Nomuraea rileyi*. Menurut Qayyum *et al.*, (2015) *B. bassiana* yang diisolasi dari jaringan daun tanaman tomat, yang diinokulasi dengan metode pencelupan akar pada bibit tomat mampu mengkolonisasi tanaman tomat dan efektif mengurangi serangan *H. armigera*. Khasanah (2008) melaporkan bahwa aplikasi bioinsektisida *B. bassiana* dapat mengakibatkan penurunan jumlah populasi, mortalitas larva *H. armigera* serta tingkat kerusakan tongkol jagung. Indrayani *et al.* (2013) juga melaporkan pada pengujian semi lapang dengan *B. bassiana* juga mampu menyebabkan mortalitas larva *H. armigera* sebesar 46,7%, dan kehilangan bobot larva hidup hingga 59,3%, sementara pengujian di lapangan menurunkan jumlah larva 36-48%. Namun informasi mengenai patogenisitas cendawan *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap penggerek tongkol jagung *H. armigera* belum pernah dilaporkan sehingga penelitian ini perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji patogenisitas cendawan *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap penggerek tongkol jagung *H. armigera*.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Patologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB). *Lecanicillium* sp. PTN01 diisolasi dari *Riptortus linearis* dan merupakan koleksi mikroorganisme Laboratorium Patologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor. Identifikasi cendawan secara molekuler

dilakukan di IPB Collection Center /Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Biologi IPB.

Karakterisasi Morfologi *Lecanicillium* sp. PTN01

Identifikasi cendawan secara morfologi yaitu dengan melihat karakter morfologi yang dimiliki oleh isolat (Barnett dan Hunter, 1972). Pengamatan morfologi dilakukan secara makroskopis dengan mengamati pertumbuhan koloni isolat cendawan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dalam cawan petri meliputi warna koloni, bentuk koloni, tekstur koloni, dan bentuk tepi koloni. Pengamatan dengan mikroskop optik meliputi bentuk konidia dan hifa.

Karakterisasi molekuler

Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA *Lecanicillium* sp. PTN01 dilakukan menurut metode Ramanujam (2013).

Amplifikasi DNA genom dengan PCR

Primer *Internal Transcribed Spacer* (ITS) yaitu ITS1 (5'-TCCGTAGGT-GAACCTGCGG-3') dan ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGA TATGC-3') (White *et al.*, 1990). Reaksi PCR dilakukan pada volume 40 µl terdiri atas 4 µl template, 2 µl masing-masing primer, 4 µl dari 10 x reaksi buffer PCR, 4 µl campuran dNTP, 1 µl *Taq polymerase* dan 23 µl akuadest steril. Reaksi PCR terdiri atas pre-denaturasi selama 2 menit pada suhu 94 °C, diikuti oleh 35 siklus denaturasi pada suhu 94 °C selama 1 menit, *annealing* (penempelan primer) 55 °C selama 1 menit dan ekstensi (proses pemanjangan) 72 °C selama 2 menit, diikuti oleh siklus ekstensi akhir 5 menit pada 72 °C. Produk PCR dikonfirmasi pada 1.2% gel agarose dan divisualisasikan dengan pewarnaan etidium bromida setelah itu produk PCR dimurnikan dan disekuensing (Park dan Kim, 2010). Sekuensing fragmen DNA hasil amplifikasi dilakukan oleh 1st BASE Singapura melalui PT. Genetica Science.

Analisis Pengelompokan

Urutan nukleotida sampel dibandingkan dengan urutan nukleotida spesies *Lecanicillium* lain yang telah dipublikasikan di situs *National Centre for*

Biotechnology Information (NCBI) melalui program BLAST (*Basic Local Alignment Search Tools*). Data urutan nukleotida yang memiliki kesamaan dianalisis menggunakan program penjajaran dan Clustal W dengan program Bioedit ver 7.1.7 untuk mengetahui homologi nukleotida sampel. Analisis filogeni dilakukan berdasarkan pendekatan *Neighbor-Joining* dengan *Bootstrap* 1000x dengan program MEGA-6 (Tamura *et al.*, 2011).

Uji patogenisitas

Penyiapan cendawan *Lecanicillium* sp. PTN01

Lecanicillium sp. PTN01 ditumbuhkan pada media PDA pada suhu 21 °C. Setelah 3 minggu konidia dipanen dengan cara menambahkan 10 ml aquades steril dan 0,1% Triton X-100, kemudian jumlah konidianya dihitung dengan menggunakan haemocytometer Neubauer.

Penyediaan serangga uji *H. armigera*

Perbanyakan telur dan larva *H. armigera* dilakukan dengan cara mengumpulkan larva penggerek tongkol jagung dari lapangan, kemudian dipelihara dalam wadah plastik yang berdiameter 6,5 cm dan tinggi 4,5 cm. Setiap wadah berisi 1 ekor larva. Larva ini diberi pakan berupa pakan buatan hingga larva ini berubah menjadi pupa. Pupa kemudian dipindahkan ke wadah plastik yang baru. Setelah pupa menjadi imago dipelihara dalam kurungan plastik-kasa (diameter 18 cm, tinggi 30 cm) dan diberi pakan cairan madu 10%. Untuk peletakan telur diletakkan sehelai kain kasa ke dalam kurungan. Lembaran kain yang telah diletakkan telur diambil dan ditempatkan ke dalam kotak plastik (panjang 30 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 5 cm) yang dialasi kertas saring.

Larva dipelihara pada pakan buatan sampai menjadi pupa. Pemeliharaan larva dilakukan dalam cangkir plastik diameter 6,5 cm dan tinggi 4,5 cm secara terpisah masing-masing satu larva per wadah. Ketika akan menjadi pupa ke dalam wadah dimasukkan serbuk gergaji steril setebal 2 cm dan wadah ditempatkan ke dalam tempat pemeliharaan imago. Untuk menghindari kematian atau kerusakan akibat mikroorganisme, telur dan pupa disterilkan dengan merendamnya di dalam larutan bleach 3% untuk telur dan 5% untuk pupa selama 5 menit.

Uji Patogenisitas *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap Telur *H. armigera*

Kerapatan konidia yang digunakan untuk perlakuan adalah 10^5 , 10^6 , 10^7 konidia/ml dan kontrol. Telur serangga uji yang digunakan berumur satu hari. Untuk setiap perlakuan diulang empat kali, dengan jumlah 20 telur per ulangan. Aplikasi cendawan dilakukan dengan merendam telur dalam suspensi konidia selama 60 detik mengacu pada metode Tefera dan Pringle (2003), kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri. Telur diamati sampai telur tersebut menetas. Peubah pengamatan adalah persentase telur yang menetas dan persentase larva instar satu yang terinfeksi oleh cendawan.

Uji patogenisitas *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap Larva *H. armigera*

Kerapatan konidia yang digunakan adalah 10^5 , 10^6 , 10^7 konidia/ml dan kontrol. Larva serangga uji yang digunakan instar dua. Untuk setiap perlakuan diulang empat kali, dengan jumlah 20 larva per ulangan. Aplikasi cendawan dilakukan dengan menyemprot larva dengan suspensi konidia sebanyak 10 ml mengacu pada metode Tefera dan Pringle (2003), kemudian larva diberi makan dengan pakan semi sintetik dan ditempatkan pada cawan petri. Peubah pengamatan adalah mortalitas larva yang diamati setiap hari hingga tujuh hari setelah aplikasi.

Analisis data

Data hasil percobaan diolah dan dianalisis menggunakan program SAS, apabila terdapat perbedaan di antara perlakuan maka dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf nyata α 0.05%. Penentuan nilai LC_{25} , LC_{50} , LC_{75} dan LT_{25} , LT_{50} , LT_{75} dilakukan dengan analisis probit (Finney 1971) dengan menggunakan program menggunakan program SAS versi 6.12.

HASIL

Morfologi isolat *Lecanicillium* sp. PTN01

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 memiliki ciri makroskopis miselia berwarna putih, tepian koloni rata, dan hifa tebal. Sementara pengamatan morfologi secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop

Olympus BX51 menunjukkan konidiofor berupa fialid berbentuk seperti huruf V, konidia tidak berwarna (hialin), panjang fialid $14.49 \times 1.15 \mu\text{m}$, dan ukuran konidia $5.18 \times 1.37 \mu\text{m}$ (Gambar 1).

Sekuens DNA

Pengurutan DNA *Lecanicillium* sp. PTN01 dilakukan untuk menentukan persentase kemiripan isolat berdasarkan primer ITS 1 dan ITS 4. Hasil BLASTN pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai *max/total score* dan *query discovery* tertinggi terdapat pada *L. kalimantanense* strain BTCC F23 (No. akses NR121200.1) yaitu 869 dengan *query discovery* 99%. Semakin tinggi nilai *max/total score* dan *query discovery* pada *L. kalimantanense* maka persentase kemiripannya semakin tinggi dengan sampel *Lecanicillium* sp. PTN01.

Filogeni

Pohon filogenik menggambarkan kedekatan antara *Lecanicillium* sp. PTN01 dengan spesies *Lecanicillium* lainnya yang digunakan sebagai pembandingan menunjukkan bahwa spesies terdekat secara homologi dengan cendawan tersebut adalah *L. kalimantanense* strain BTCC F23 dengan nilai kemiripan (*similarity*) sebesar 94% (Gambar 2).

Patogenisitas *Lecanicillium* sp. PTN01

Patogenisitas *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap Telur *H. armigera*

Cendawan entomopatogen *Lecanicillium* sp. mampu menghambat penetasan telur *H. armigera* pada hari ketiga (Tabel 2). Penghambatan tertinggi terjadi pada perlakuan kerapatan 10^7 konidia/ml yaitu sebesar 13,75% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain termasuk pada perlakuan 10^5 konidia/ml, tetapi dari telur yang menetas, larva yang dihasilkan akhirnya mati terinfeksi oleh cendawan *Lecanicillium* sp. pada hari tiga. Mortalitas larva instar satu yang baru menetas juga tertinggi pada kerapatan 10^7 konidia/ml sebesar 98,75% dan tidak berbeda nyata dengan kerapatan 10^6 konidia/ml. Telur yang terinfeksi oleh cendawan tidak menetas dan diselimuti oleh miselium cendawan yang berwarna putih, begitu juga dengan larva instar satu yang baru menetas mati karena terinfeksi oleh cendawan melalui kontak dengan konidia cendawan

Gambar 1. *Lecanicillium* sp. PTN01 menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 40 x. a. Fialid yang sedang berkembang, b. Fialid dengan konidium, c. Konidia. d. Koloni *Lecanicillium* sp. PTN01 (Light microscopic visualization of *Lecanicillium* sp. PTN01 using 40 x magnification (a): Phialid developing; (b): Phialid with conidium; (c) Conidia); koloni *Lecanicillium* sp. PTN01).

Tabel 1. Hasil BLAST ITS 1 dan ITS 4 (www.ncbi.nlm.nih.gov) (BLAST analysis of ITS 1 and ITS 4 genes (www.ncbi.nlm.nih.gov))

Jenis	No. Akses	Ukuran DNA (bp)	Persentase kemiripan (%)	Query discovery (%)	Skor total
<i>L. kalimantanense</i> BTCC F23	NR121200.1	631	94	99	869/869
<i>V. indonesiacum</i> strain BTCC-F36	AB378516.1	1143	93	99	852/852
<i>L. araneicola</i> NBRC 105407	NR121208.1	639	88	99	688/688
<i>L. fungicola</i> var. <i>fungicola</i> CBS 992.69	NR119653.1	559	88	95	662/662
<i>L. fusisporum</i> CBS 164.70	NR111100.1	534	89	91	651/651
<i>L. muscarium</i> IMI 068689	NR111096.1	532	89	91	649/649
<i>L. longisporum</i> IMI 021167	NR111095.1	533	89	91	634/634
<i>L. flavidum</i> CBS 342.80	NR111266.1	539	88	92	638/638
<i>L. dimorphum</i> CBS 363.86	NR111101.1	539	88	91	632/632
<i>L. attenuatum</i> CBS 170.76	NR137685.1	504	89	86	604/604
<i>L. primulinum</i> JCM 18525	NR119418.1	583	86	97	592/592
<i>L. antillanum</i> CBS 350.85	NR111097.1	547	86	91	568/568
<i>T. neorufum</i> strain G.J.S. 96	NR077132.1	606	83	98	497/497

Gambar 2. Pohon pengelompokan *Neighbor Joining* yang menggambarkan kedekatan *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap *Lecanicillium* lain dengan bootstrap 1000x ulangan (*The Neighbor Joining grouping tree that describes the proximity of Lecanicillium sp. PTN01 against other Lecanicillium using 1000x bootstrap replicates*)

yang berada pada cangkang telur, saat larva tersebut keluar (menetas) dari cangkang telur, sehingga konidia menempel pada bagian tungkai, alat mulut dan tubuh larva (Gambar 3).

Patogenisitas *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap larva instar dua *H. armigera*

Aplikasi *Lecanicillium* sp. PTN01 mampu menyebabkan mortalitas pada larva instar dua *H. armigera*. Perbedaan tingkat kerapatan konidia yang diaplikasikan berpengaruh nyata terhadap tingkat infeksi larva *H. armigera*. Mortalitas larva *H. armigera* tertinggi pada kerapatan 10^7 konidia/ml sebesar 41,25% (Tabel 3 dan Gambar 4). Mortalitas larva instar dua lebih rendah dibandingkan dengan mortalitas larva instar satu yang baru menetas.

Kerapatan konidia cendawan menentukan mortalitas *H. armigera*. Berdasarkan hasil analisis probit pada pengamatan hari ke tujuh, *lethal concentration* ($LC_{25,50,75}$) masing-masing sebesar $4,6 \times 10^5$, $1,7 \times 10^6$, $4,6 \times 10^9$ (konidia/ml).

Kemampuan membunuh *Lecanicillium* sp. PTN01 terlihat dari nilai *Lethal Time* (LT). Nilai $LT_{25,50,75}$ *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap larva *H. armigera* pada kerapatan 10^7 (konidia/ml) adalah 3,95, 7,12, 12,82 (hari).

PEMBAHASAN

Hasil pengamatan morfologi menunjukkan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 memiliki ciri makroskopis miselia berwarna putih, tepian koloni rata, dan hifa tebal, sementara pengamatan morfologi secara mikroskopis menunjukkan konidiofor berupa fialid berbentuk seperti huruf V, konidia tidak berwarna (hialin), fialid berjumlah 2-4, berukuran $14,49 \times 1,15 \mu\text{m}$. Konidia berukuran $5,18 \times 1,37 \mu\text{m}$. Soekarno *et al.*, (2009) melaporkan bahwa *Lecanicillium kalimantanense* memiliki karakteristik koloni berwarna putih, tanpa pigmen, fialid berjumlah 2-4, dengan ukuran $12,5-36 \times 1-2 \mu\text{m}$. Konidia agak melengkung dengan ukuran $3,5-12 \times 1-2 \mu\text{m}$.

Tabel 2. Pengaruh aplikasi *Lecanicillium* sp. berdasarkan kerapatan konidia terhadap mortalitas telur dan mortalitas larva instar I yang baru menetas (*Effect of Lecanicillium* sp. based on conidia density on egg mortality and mortality of newly hatched first instar larvae).

Kerapatan konidia (density of conidia) (konidia/ml)	Mortalitas telur pada hari ke tiga (egg mortality on three days) (%) $\pm$ SD	Mortalitas larva instar I yang baru menetas pada hari ke tiga (larval mortality first instar on three days) (%) $\pm$ SD
0 (Kontrol)	0 $\pm$ 0,00 a	0 $\pm$ 0,00 a
10 ⁵	2,5 $\pm$ 0,57 a	87,5 $\pm$ 1,91 b
10 ⁶	3,75 $\pm$ 0,95 a	97,5 $\pm$ 1,00 c
10 ⁷	13,75 $\pm$ 3,20 a	98,75 $\pm$ 0,50 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%. (Description The numbers followed by different letter in the same column do not differ significantly according to the Duncan test at a real 5% level).

Gambar 3. *H. armigera*, a. Telur yang sehat, b. Telur *H. armigera* yang diselimuti oleh miselium *Lecanicillium* sp. c. Larva yang sedang memakan cangkang telur d. Larva terinfeksi *Lecanicillium* sp. PTN01 (*H. armigera*, a. Healthy eggs, b. The eggs of *H. armigera* covered by the mycelium of *Lecanicillium* sp. c. Larvae that are eating an eggshell, d. Larvae are infected with *Lecanicillium* sp. PTN01)

Hasil amplifikasi DNA *Lecanicillium* sp. PTN01 menggunakan primer ITS1 dan ITS4 yang menunjukkan pita tunggal berukuran 578 pb. Hasil penelitian Ramanujam *et al.*, (2011) melaporkan bahwa ukuran pita DNA *Lecanicillium* spp., berkisar 566 pb. Primer universal ITS yang digunakan untuk mengamplifikasi DNA ribosomal pada semua spesies cendawan menghasilkan fragmen berukuran 400 hingga 900 bp (Brasileiro *et al.*, (2004)). Menurut Nilsson *et al.* (2008) nilai rata-rata ukuran ITS1, 5.8 S, dan ITS2 berturut-turut adalah 183, 158 dan 173 pasang basa Berdasarkan ukuran yang diperoleh menunjukkan bahwa daerah

yang teramplifikasi meliputi sebahagian daerah 18S, daerah yang utuh dari ITS1, 5.8S, dan ITS2 serta sebahagian daerah 28S DNA ribosom. White (1990) melaporkan bahwa primer ITS 1 mengamplifikasi daerah DNA ribosom dari daerah ujung 18S kearah kanan menuju daerah 28S, sedangkan primer ITS 4 mengamplifikasi DNA dari daerah ujung 28S kearah kiri menuju daerah 18S.

Hasil analisis BLASTN pada Tabel 1 menunjukkan nilai *max/total score* dan *query discovery* tertinggi terdapat pada *L. kalimantanense* strain BTCC F23 (No. akses NR121200.1) yaitu 869 dengan *query discovery*

Tabel 3. Pengaruh kerapatan konidia *Lecanicillium* sp. PTN01 yang diaplikasikan ke larva *H. armigera* (Effect density of conidia *Lecanicillium* sp. PTN01 applied to *H. armigera* larvae)

Kerapatan konidia (density of conidia) (konidia/ml)	<i>Lecanicillium</i> sp. PTN01
	Mortalitas larva instar dua (larval mortality second instar) (%) $\pm$ SD
0 (Kontrol)	0 $\pm$ 0,00 a
10 ⁵	27,5 $\pm$ 1,73 b
10 ⁶	38,75 $\pm$ 2,50 b
10 ⁷	41,25 $\pm$ 3,72 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf nyata 5%.
(Description The numbers followed by different letter in the same column do not different significantly according to the Duncan test at a real 5% level).

Gambar 4. Mortalitas larva instar dua *H. armigera* setelah aplikasi perlakuan suspensi *Lecanicillium* sp. PTN01 (Mortality of second instar larvae *H. armigera* after application of suspension treatment of *Lecanicillium* sp. PTN01)

99%. Semakin tinggi nilai *max/total score* dan *query discovery* pada *L. kalimantanense* maka persentase kemiripannya semakin tinggi dengan sampel *Lecanicillium* sp. PTN01. Dua sequen DNA dikatakan homolog jika memiliki nilai kesamaan lebih dari 70% (Claverie dan Notredame, 2003). Berdasarkan susunan pohon filogeni pada gambar 2 menunjukkan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 memiliki hubungan kekerabatan yang terdekat dengan isolat *L. kalimantanense* strain BTCC F23 dengan nilai kemiripan sebesar 94% dan 93% dengan *V. indonesiacum* strain BTCC-F36.

Lecanicillium kalimantanense diisolasi dari eksoskeleton (Staphylinioidea: Coleoptera) dari

suspensi tanah *Asplenium nidus* yang tumbuh di hutan hujan tropis, di Kalimantan Timur. *V. indonesiacum* juga berasal dari wilayah yang sama dengan *L. kalimantanense*, tetapi memiliki inang yang berbeda, diisolasi dari laba-laba (Araneae). Karakteristik *V. indonesiacum* adalah koloni berwarna putih, miselium tipis, datar, tanpa pigmen. Fialid berjumlah 3–5 dengan ukuran 9–34 x 1–2 μ m. konidia berbentuk ellips dengan ukuran 3–8,5 x 1–2 μ m (Soekarno *et al.*, 2009).

Isolat yang diperoleh dari lokasi yang sama tetapi dari serangga inang yang berbeda atau isolat dari lokasi yang berbeda tetapi dari serangga inang yang sama berpotensi memiliki karakter yang berbeda baik secara fisiologi maupun genetik

(Varela dan Morales, 1996). Bidochka *et al.* (2000) juga melaporkan bahwa perbedaan serangga inang isolat cendawan dan daerah asal geografis menyebabkan terjadinya keragaman spesies. Keragaman genetik dalam populasi dapat terjadi karena mutasi, rekombinasi gen, reproduksi seksual dan paraseksual, heterokariosis dan heteroploid (McDonald dan Dermott, 1993). Heteroploid berpengaruh terhadap warna hifa, ukuran konidia, virulensi, kecepatan tumbuh, dan aktivitas enzim, sementara Heterokariosis berpengaruh terhadap pembentukan strain atau ras baru (Sugimoto *et al.*, 2003b).

Hasil uji patogenisitas *Lecanicillium* terhadap telur *H. armigera* menunjukkan bahwa cendawan ini bersifat patogen terhadap telur karena mematikan embrio sehingga telur tidak menetas, dan juga mematikan larva instar satu yang keluar dari telur. Kematian pada larva instar satu diduga pada saat *neonate* keluar dari cangkangnya, konidia yang berasal dari aplikasi suspensi, menempel pada bagian bagian tungkai, dan alat mulut sewaktu *neonate* keluar dari cangkang telur sehingga *neonate* terinfeksi. Jayaraj dalam Sigsgaard *et al.* (2002), menyatakan bahwa *neonate* *H. armigera* memakan kulit telur. Tanada dan Kaya (1993) mengemukakan bahwa cendawan patogen berkembang melalui konidia dan menginfeksi serangga melalui kulit, mulut, sistem pencernaan dan pernafasan serangga.

Fase telur merupakan fase terbaik untuk pengendalian hama karena pada fase tersebut belum menimbulkan kerusakan pada tanaman. Rendahnya kemampuan patogen untuk menginfeksi telur disebabkan oleh masa inkubasi telur *H. armigera* yang singkat, umur telur hanya selama tiga hari sehingga konidia *Lecanicillium* sp. PTN01 kurang memiliki waktu yang cukup untuk menembus dan menginfeksi ke bagian dalam telur sehingga telur telah menetas sebelum cendawan menginfeksi telur. Del Prado *et al.* (2008) melaporkan telur *Aleurodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae) tidak berhasil diinfeksi oleh *L. lecanii* pada hari kedua setelah aplikasi dengan kepadatan 10^8 konidia/ml, mortalitas telur tertinggi terjadi pada hari ketujuh setelah aplikasi sebesar 82,5%. Prayogo (2009) juga melaporkan bahwa mortalitas telur

R. linearis pada aplikasi *L. lecanii* dengan kepadatan 10^8 konidia/ml mencapai 91% dengan lama inkubasi telur *R. linearis* adalah 6,37 hari.

Gambar 4 menunjukkan mortalitas larva instar dua *H. armigera* tertinggi pada kepadatan 10^7 konidia/ml sebesar 41,25%, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, dengan nilai $LC_{25,50,75}$ masing-masing sebesar $4,6 \times 10^5$, $1,7 \times 10^6$, $4,6 \times 10^9$ (konidia/ml), dan $LT_{25,50,75}$ *Lecanicillium* sp. PTN01 terhadap larva *H. armigera* pada kepadatan 10^7 (konidia/ml) 3,95, 7,12, 12,82 (hari). Indrayani (2011) melaporkan bahwa, *N. rileyi* strain LG 02 (Lamongan) lebih virulen terhadap larva *H. armigera* dibanding strain MA 01 (Malang) dengan LC_{50} pada LG 02 dan MA 01 adalah $5,2 \times 10^6$ dan $7,2 \times 10^6$ konidia/ml dengan LT_{50} pada kedua isolat 5,9 dan 8,4 hari. Ulya (2014), melaporkan *M. anisopliae* pada kepadatan 10^7 konidia/ml, mengakibatkan mortalitas *H. armigera* sebesar 29,5% dengan LC_{50} sebesar 10^5 konidia/ml. Kisaran LC suatu isolat cendawan tergantung dari strainnya, serangga inang dan metode aplikasi (Baidoo dan Ackuaku, 2011). Agustin (2014) melaporkan bahwa *L. lecanii* pada kepadatan 10^8 konidia/ml, mampu menyebabkan mortalitas larva *O. furnacalis* sebesar 67,62%, sementara pada kepadatan 10^9 konidia/ml mencapai 71,25%. Shinde *et al.* (2010) melaporkan bahwa salah satu faktor penyebab terjadinya infeksi cendawan entomopatogen pada serangga adalah jumlah inokulum.

Berdasarkan nilai LC dan LT mengindikasikan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 mampu menyebabkan mortalitas telur dan larva *H. armigera* sehingga isolat tersebut berpeluang untuk digunakan dalam pengendalian *H. armigera*. Mortalitas larva instar satu *H. armigera* lebih tinggi dibandingkan dengan instar dua. Hal tersebut disebabkan karena larva instar satu memiliki integumen yang lebih tipis dibandingkan dengan instar dua, sehingga lebih mudah dipenetrasi oleh cendawan. Disamping itu juga dipengaruhi oleh jumlah hemosit yang merupakan komponen pertahanan selular, pada instar satu jumlah hemositnya lebih sedikit dibandingkan dengan instar dua sehingga kemampuannya untuk bertahan terhadap patogen lebih rendah. Menurut Chapman

(1998) Larva instar awal memiliki jumlah hemosit yang lebih sedikit dibandingkan dengan larva instar lanjut.

Mortalitas larva *H. armigera* pada penelitian ini masih tergolong rendah karena mortalitas tertinggi hanya mencapai 41,25%, rendahnya mortalitas tersebut terjadi karena serangga inang asal cendawan yang digunakan berbeda dengan serangga uji, *Lecanicillium* sp. PTN01 yang digunakan berasal dari *R. linearis* (ordo, Hemiptera), sedangkan serangga uji yang digunakan *H. armigera*: (ordo Lepidoptera). Sugimoto *et al.* (2013a dan 2003b) melaporkan bahwa perbedaan asal isolat dan serangga inang mempengaruhi tingkat mortalitas serangga akibat infeksi cendawan. Prayogo (2009) juga melaporkan bahwa virulensi isolat *L. lecanii* dipengaruhi oleh asal isolat. Isolat yang diperoleh dari serangga inang yang sama tetapi dari geogafis yang berbeda atau isolat yang diperoleh dari serangga yang berbeda namun dari geogafis yang sama memiliki virulensi yang berbeda (Fatiha *et al.*, 2007). *L. lecanii* yang diisolasi dari *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), diaplikasikan pada spesies yang sama, virulensinya sangat tinggi dan mengakibatkan mortalitas mencapai 100% (Alova *et al.*, 2004).

Keberhasilan pengendalian hama oleh cendawan entomopatogen ditentukan juga oleh kepadatan konidia yang diaplikasikan. Kepadatan konidia yang dibutuhkan untuk mengendalikan hama bergantung pada spesies dan populasi hama yang akan dikendalikan. Kim *et al.* (2001) melaporkan bahwa, aplikasi *L. lecanii* dengan kepadatan 10^4 - 10^7 konidia/ml menyebabkan mortalitas *B. tabaci* dan *Trialeurodes vaporariorum* sebesar 40%, dengan peningkatan kepadatan konidia menjadi 10^8 konidia/ml meningkatkan mortalitas *T. vaporariorum* mencapai 100% pada hari kelima. Pengujian patogenisitas cendawan pada berbagai tingkat kepadatan konidia bertujuan untuk efisiensi penggunaan propagul cendawan secara optimum sebagai agens hayati dalam pengendalian hama sasaran sehingga lebih efisien. Setiap spesies cendawan atau hama akan memiliki dosis optimum tersendiri. Wang *et al.* (2004) menyatakan bahwa tingkat mortalitas serangga

dipengaruhi oleh faktor kepadatan konidia, fase serangga dan virulensi isolat yang digunakan. Pengendalian *H. armigera* perlu diketahui kepadatan konidia tertentu yang dapat menyebabkan mortalitas telur dan larva dalam jumlah dan waktu tertentu sesuai dengan target yang diinginkan. Tingkat mortalitas *H. armigera* yang rendah dapat ditingkatkan dengan peningkatan kepadatan konidia.

Disamping itu banyaknya sub kultur *in vitro* pada cendawan tersebut, virulensi cendawan entomopatogen akan mengalami penurunan jika disimpan terlalu lama atau di sub kultur lebih dari empat kali. Isolat cendawan yang digunakan pada penelitian ini telah disimpan lebih dari tiga bulan, sehingga isolat tersebut mengalami penurunan virulensi. Virulensi *M. anisopliae* merurun setelah di subkultur sebanyak empat kali (Mohammadbeigi, 2013). Adanya pergantian kulit (*molting*) pada larva juga mempengaruhi mortalitas larva, infeksi pada larva akan gagal karena sebelum konidia mempenetrasi larva, konidia terbawa saat molting sehingga aplikasi cendawan entomopatogen perlu dilakukan lebih dari satu kali, apalagi bila serangga hama mempunyai siklus hidup yang terdiri atas beberapa stadia.

Nilai LT berkaitan dengan virulensi isolat dan tingkat kerentanan inang. Semakin cepat isolat mematikan serangga inangnya menunjukkan bahwa isolat tersebut memiliki virulensi yang lebih tinggi. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan bahwa isolat yang bersifat virulen membunuh serangga dalam waktu yang singkat dan isolat yang kurang virulen membutuhkan waktu yang lama untuk dapat menyebabkan infeksi kronik. Lamanya waktu kematian tersebut disebabkan karena cendawan membutuhkan beberapa tahap untuk dapat mematikan serangga. Inglis *et al.* (2001) menyatakan bahwa proses cendawan menginfeksi serangga yaitu mulai dari proses penempelan konidia, perkecambahan, penetrasi, invasi, dan kolonisasi dalam hemosel, jaringan dan organ. Vey *et al.* (2001) mengemukakan bahwa *L. lecanii* memproduksi beberapa jenis toksin yaitu *dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid*, dan *cyclosporin*. Kemungkinan *Lecanicillium* sp.

PTN01 juga mematikan inang dengan cara yang sama dengan menghasilkan toksin.

KESIMPULAN

Cendawan entomopatogen *Lecanicillium* sp. PTN01 mampu menghambat penetasan telur dan mengakibatkan mortalitas larva yang baru menetas. Pada kerapatan 10^7 konidia/ml menghambat penetasan telur sebesar 13,75% dan dari telur yang menetas, larva yang dihasilkan akhirnya mati sebesar 98,75%. Hasil uji virulensi terhadap mortalitas larva juga tertinggi pada kerapatan 10^7 konidia/ml sebesar 41,25%, dengan nilai $LT_{25,50,75}$ sebesar 3,95, 7,12, 12,82 (hari), dan $LC_{25,50,75}$ masing-masing sebesar $4,6 \times 10^5$, $1,7 \times 10^6$, $4,6 \times 10^9$ (konidia/ml). Hal ini mengindikasikan bahwa *Lecanicillium* sp. PTN01 mempunyai peluang yang besar untuk digunakan dalam pengendalian *H. armigera*. Hasil analisis urutan DNA menunjukkan *Lecanicillium* sp. PTN01 memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dengan *L. kalimantanense* strain BTCC F23 dengan tingkat homologi sebesar 94%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Laboratorium Patologi Serangga, Departemen Proteksi Tanaman atas segala fasilitas yang saya gunakan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anand, R., Prasad, B. and Tiwary, B.N., 2009. Relative susceptibility of *Spodoptera litura* pupae to selected entomopathogenic fungi. *Biological Control*, 54, pp. 85–92.

Adnan, A.M., 2009. Teknologi penanganan hama utama tanaman jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia, pp. 454–469.

Agustin, D., 2014. Keefektifan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin dan *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams terhadap Penggerek Batang Jagung Asia *Ostrinia furnacalis* Guenee (Lepidoptera: Crambidae). Tesis. Sekolah Pascasarjana. Program Studi Entomologi. Institut Pertanian Bogor.

Aktar, M.W., Sengupta, D. and Chowdhury, A., 2009. Impact of pesticide use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisc Toxicol*, 2, pp.1–12.

Alavo, T.B.C., Sermann, H. and Bochow, H., 2004. Virulence of strains of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* to Aphids: Strain improvement. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 34(6), pp. 379–398.

Baidoo, P.K. and Ackuaku, S.K., 2011. The effects of spore concentration of entomopathogenic fungi on larval

mortality and development of the maize stem borer, *Eldana saccharina* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Applied Biosciences*, 47, pp.3221–3229.

Barnett, H.L. and Hunter, B.B., 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Ed ke-4. Macmillan Publishing Company. New York.

Bidochka, M.J., Kamp, A.M. and Decroos, J.N.A., 2000. Insect pathogenic fungi: from genes to populations. *Fungal Pathology*, pp. 171–193.

Brasileiro, B.T., Coimbra, M.R., Morais, M.A. and Oliveira, N.T., 2004. Genetic variability within *Fusarium solani* specie as revealed by PCR-fingerprinting based on PCR markers. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35(3), pp. 205–210.

Chapman, F.R., 1998. *The Insects: Structure and Function*. Ed Ke-4. Cambridge University Press.

Claverie, J.M. and Notredame, C., 2003. *Bioinformatics for Dummies*. Wiley Publishing.

Del Prado, E.N., Iannaccone, J. and Gomez, H., 2008. Effect of two entomopathogenic fungi in controlling *Aleyrodicus cocois* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Chilean Journal of Agricultural Research*, 68 (1), pp. 21–30.

Fatiha, L., Ali, S., Ren, S. and Afzal, M., 2007. Biological characteristics and pathogenicity of *Verticillium lecanii* against *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on eggplant. *Pakistan Journal of Entomology*, 29(2), pp. 63–72.

Finney, D.J., 1971. *Probit Analysis*. Cambridge Univ Press, London.

Flexner, J.L. and Belnavis, D.L., 2000. Microbial Insecticides. In: Rechcigl, J.E., Rechcigl, N.A., (eds.). *Biological and Biotechnological Control of Insect Pests*. Lewis Publishers Limited. Boca Raton, pp. 35–62.

Indrayani, I.G.G.A., 2011. Potensi cendawan entomopatogen *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson untuk pengendalian *Helicoverpa armigera* Hubner pada kapas. *Perspektif*, 1(10), pp. 11–21.

Indrayani, I.G., Soetopo, D. dan Hartono, J., 2013. Efektivitas formula *Beauveria bassiana* dalam pengendalian penggerek buah kapas (*Helicoverpa armigera*). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 19(4), pp. 178–185.

Inglis, G.D., Goettel, M.S., Butt, T.M. and Strasser, H., 2001. Use of Hyphomycetous Fungi for Managing Insect Pests. In: Butt, T.M., Jackson, C.W., Magan, N., (eds.) *Fungi as Biocontrol Agents: Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing. London.

Karim, A.I., Iswati, R. dan Zakaria, F., 2013. Tingkat Serangan Hama Penggerek Tongkol (*Helicoverpa armigera* Hubner) pada Jagung Varietas Bisi-2 dan Lokal Motorokiki. <http://helic/2473-2466-1-PB.pdf>. (diakses 26 Januari 2016).

Khasanah, N., 2008. Pengendalian hama penggerek tongkol jagung *Helicoverpa armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) dengan *Beauveria bassiana* strain lokal pada pertanaman jagung manis di Kabupaten Donggala. *Jurnal Agroland*, 15(2), pp. 106–111.

Kim, J.J., Lee, M.H., Yoon, C.S., Kim, H.S., Yoo, J.K. and Kim, K.C., 2001. Control of cotton aphid and greenhouse whitefly with a fungal pathogen. *Biological Control of Greenhouse Pest*, pp.8–15.

Li, Y. P., Yang, B.S., Wang, H., Zia, R.X., Wang, L., Zhang, Z.H., Qil, L. and Liu, Y.Q., 2009. Mitochondrial DNA analysis reveals a low nucleotide diversity of *Caligula japonica* in China. *Africa Journal Biotechnology*, 8(12), pp. 2707–2712.

McClintock, J.T., Van-Beek, Kough, J.L., Mendelsohn, M.L. and Hutton, P.O., 2000. Regulatory Aspects of Biological Control Agents and Products Derived by Biotechnology. In: Rechcigl, J.E., Rechcigl, N.A., (eds.) *Biological and Biotechnological Control of Insect Pests*. Lewis Publishers Limited. Boca Raton, pp. 305–357.

- McDonald, B.M. and Dermott, J.M., 1993. Population genetic of plant pathogenic fungi. Electrophoretic markers given unprecedented precision to analysis of genetic structure of population, *Biological Science*, 43, (5) pp. 311–319.
- Mohammadbeigi, Asghar., 2013. Virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) passage through artificial media and an insect host *Uvarovistia zebra* (Orthoptera: Tettigoniidae). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(16), pp. 1147–1152.
- Nilsson, R.H., Kristiansson, E., Ryberg, M., Hallenberg, N. and Larsson, K.H., 2008. Intraspecific ITS variability in the kingdom fungi as expressed in the international sequence database and its implications for molecular species identification. *Evolution Bioinformatics*, 4, pp. 193–201.
- Park, H. and Kim, K., 2010. Selection of *Lecanicillium* strain with high virulence against developmental stages of *Bemisia tabaci*. *Mycobiology*, 38 (3), pp. 210–214.
- Pomari-Fernandes, Freitas, B. and Sosa-Gomez., 2015. *Helicoverpa armigera*: current status and future perspectives in Brazil. *Current Agricultural Science and Technology*, 21(1), pp. 1–7.
- Prayogo, Y., 2009. Kajian Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare & Gams untuk Menekan Perkembangan Telur Hama Pengisap Polong Kedelai *Riptortus linearis* (F.). *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Program Studi Entomologi. Institut Pertanian Bogor.
- Qayyum, M.A., Wakil.W., Arif, M.J. and Dunlap, C.A., 2015. Infection of *Helicoverpa armigera* by endophytic *Beauveria bassiana* colonizing tomato plants. *Biological Control*, 90, pp. 200–207.
- Ramanujam, B., Balachander, M., Roopa, G., Rangeshwaran, R. and Karmakar, P., 2013. ITS sequencing of Indian isolates of *Lecanicillium* species. *Biological Control*, 25(4), pp. 337–341.
- Rosell, G., Quer, C., Coll, J. and Guerrero, A., 2008. Biorational insecticides in pest management. *Journal of Pesticide Science*, 33, pp.103–121.
- Sarwono, B., Pikukuh, R., Sukarno, E., Korlina dan Jumadi. 2003. Serangan ulat penggerek tongkol *Helicoverpa armigera* pada beberapa galur jagung. *Agrosains*, 5 (2), pp. 23–32.
- Shinde, S.V., Patel, K.G., Purohit, M.S., Pandya, J.R. and Sabalpara, 2010. *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare and Games an important biocontrol agent for the management of insect pests A review. *Agricultural reviews*, 31(4), pp. 235–252.
- Sigsgaard, L., Greenstone, M.H. and Duffield, S.J., 2002. Egg cannibalism in *Helicoverpa armigera* on sorghum and pigeonpea. *Biological Control*, 47(2), pp.151–165.
- Soekarno, N., Kurihara, Y., Park, J. Y., Inaba, S. and Ando, K., 2009. *Lecanicillium* and *Verticillium* species from Indonesia and Japan including three new species. *Mycoscience*, 50(5), pp. 369–379.
- Sugimoto, M., Koike, M., Hiyana, N. and Nagao, H., 2003a. Genetic morphological and virulence characterization of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 82, pp. 176–187.
- Sugimoto, M., Koike, M., Nagao, H., Okumura, K. and Tani, M., 2003b. Genetic diversity of the entomopathogen *Verticillium lecanii* on the basis of vegetative compatibility. *Phytoparasitica*, 31, pp. 450–457.
- Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. and Kumar, S., 2011. *MEGA 6: Molecular Evolutionary*. Cambridge University, Amerika Serikat.
- Tanada, Y. and Kaya, H.K., 1993. *Insect Pathology*. Academic Press, New York.
- Tay, W.T., Soria, M.F., Walsh, T., Thomazoni, D., Silvie, P., Behere, G.T., Anderson, C. and Downes, S., 2013. A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Plos One*, 8 (11), pp.1–7.
- Tefera, T. and Pringle, K.L., 2003. Effect of exposure method to *Beauveria bassiana* and conidia concentration on mortality, mycosis, and sporulation in cadavers of *Chilo partellus* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Invertebrate Pathology*, 84(2), pp. 90–95.
- Ulya, R., 2014. Patogenisitas isolat lokal jamur *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) terhadap *Helicoverpa armigera* Hubner. *Tesis*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Varela, A. and Morales, E., 1996. Characterization of some *Beauveria bassiana* isolates and their virulence toward the coffee berry *Hypothenemus hampei*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 67, pp. 147–152.
- Vey, A., Hoagland, R.E. and Butt, T.M., 2001. Toxic Metabolites of Fungal Biocontrol Agents. In: Butt, T.M., Jackson, C., Magan, N., (eds.) *Fungi as Biocontrol Agents. Progress, Problems and Potential*. CABI Publishing. London.
- Wang, L., Huang, J., You, M. and Liu, B., 2004. Time dose mortality modelling and virulence indices for six strain of *Verticillium lecanii* against sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* (Genadius). *Journal Applied Entomology*, 128 (7), pp.494–500.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S. and Taylor, J., 1990. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J., (eds.) *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. Academic Press. San Diego.
- Xu, X., Yu, Y. and Shi, Y., 2011. Evaluation of inert and organic carriers for *Verticillium lecanii* spore production in solid-state fermentation. *Biotechnology Letter*, 33, pp.763–768.

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 harus 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 termuan 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 diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul ditulis dalam huruf tegak kecuali untuk nama ilmiah yang menggunakan bahasa latin. Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. 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. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

5. Bahan dan cara kerja

Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. 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 sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.

6. Hasil

Hasil memuat data ataupun informasi utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada suatu tabel/grafik/diagram atau gambar, maka hasil yang terdapat pada bagian tersebut dapat diuraikan dengan jelas dengan tidak menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata maka harus menyertakan pula standar deviasinya.

7. Pembahasan

Pembahasan bukan merupakan pengulangan dari hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan studi terdahulu.

8. Kesimpulan

Kesimpulan berisi informasi yang menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, implikasi dari hasil penelitian dan penelitian berikutnya yang bisa dilakukan.

9. Ucapan terima kasih

Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada suatu instansi jika penelitian ini didanai atau didukung oleh instansi tersebut, ataupun kepada pihak yang membantu langsung penelitian atau penulisan artikel ini.

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* dan penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

1. Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak spasi tunggal. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
2. Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. 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.
3. Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
4. Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diakui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAP), *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. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
5. Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
6. Untuk range angka menggunakan en dash (–), contohnya pp.1565–1569, jumlah anakan berkisar 7–8 ekor. Untuk penggabungan kata menggunakan hyphen (-), contohnya: masing-masing.
7. Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
8. 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.

8. **Gambar**
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar 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, untuk *line drawing* minimal 600dpi.
9. **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). Jika sitasi beruntun maka dimulai dari tahun yang paling tua, jika tahun sama maka dari nama penulis sesuai urutan abjad. Contoh: (Anderson, 2000; Agusta *et al.*, 2005; Danar, 2005). Penulisan daftar pustaka, sebagai berikut:
 - a. **Jurnal**
Nama jurnal ditulis lengkap.
Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565–1569.
 - b. **Buku**
Anderson, R.C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates, Their Development and Transmission*. 2nd ed. CABI Publishing, New York. pp. 650.
 - c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**
Kurata, H., El-Samad, H., Yi, T.M., Khammash, M. and Doyle, J., 2001. Feedback Regulation of the Heat Shock Response in *Eschericia coli*. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. Orlando, USA pp. 837–842.
 - d. **Makalah sebagai bagian dari buku**
Sausan, D., 2014. Keanekaragaman Jamur di Hutan Kabungolor, Tau Lumbis Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Dalam: Irham, M. & Dewi, K. eds. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. pp. 47–58. PT. Eaststar Adhi Citra. Jakarta.
 - e. **Thesis, skripsi dan disertasi**
Sundari, S., 2012. Soil Respiration and Dissolved Organic Carbon Efflux in Tropical Peatlands. *Dissertation*. Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo. Japan.
 - f. **Artikel online.**
Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

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 tidak sedang diterbitkan di tempat lain serta bebas dari konflik kepentingan.

Penelitian yang melibatkan hewan

Setiap naskah yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) sebagai obyek percobaan/penelitian, wajib menyertakan '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 yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke penulis dan penulis diwajibkan untuk 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 secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

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: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 18 (1)

Isi (*Content*)

April 2019

P-ISSN 0126-1754

E-ISSN 2337-8751

MAKALAH HASIL RISET (*ORIGINAL PAPERS*)

HUBUNGAN SEBARAN MAMALIA KECIL DENGAN KONDISI LINGKUNGAN DI HULU DAS CITANDUY, JAWA BARAT [Relationship between Small Mammals Distribution and their Environment at Upper Citanduy watershed, West Java] <i>Maharadatunkamsi</i>	1 – 12
PATOGENISITAS CENDAWAN <i>Lecanicillium</i> sp. PTN01 TERHADAP PENGGEREK TONGKOL JAGUNG <i>Helicoverpa armigera</i> (HUBNER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) [Pathogenicity of <i>Lecanicillium</i> sp. PTN01 Fungus against Corn Earworm <i>Helicoverpa armigera</i> (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae)] <i>Sempurna Ginting, Teguh Santoso Yayi Munara K, Ruly Anwar dan Lisdari Sudirman</i>	13– 24
PARAMETER POPULASI IKAN BETOK (<i>Anabas testudineus</i> (BLOCH, 1792)) DI EKOSISTEM PAPARAN BANJIR SUNGAI MUSI, Lubuk Lampam [Population Parameter of (<i>Anabas testudineus</i> (Bloch, 1792)) In floodplains Ecosystem of Musi River, Lubuk Lampam] <i>Syarifah Nurdawati, Zulkarnaen Fahmi dan Freddy Supriyadi</i>	25 – 35
PENGARUH SUGARCANE STREAK MOSAIC VIRUS TERHADAP ANATOMI DAN KADAR KLOROFIL DAUN BEBERAPA AKSESI TEBU (<i>Sacharrum officinarum</i>) [Effect of Sugarcane Streak Mosaic Virus Inoculation on Anatomy and Chlorophyll Level of Leaf Some Accessions Sugarcane (<i>Sacharrum officinarum</i>)] <i>Ruly Hamida dan Cece Suhara</i>	37 – 45
KONDISI PLANKTON PADA TAMBAK UDANG WINDU (<i>Penaeus monodon</i> FABRICIUS) DENGAN SUBSTRAT BERBEDA [Plankton Condition in Tiger Shrimp (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius) Pond with Different Substrates] <i>Erfan A. Hendrajat dan Andi Sahrijanna</i>	47 – 57
PENINGKATAN SINTASAN LARVA IKAN KERAPU SUNU (<i>Plectropomus leopardus</i>) MELALUI MANAJEMEN PEMELIHARAAN YANG SESUAI [Increasing Survival Rate of Coral Trout (<i>Plectropomus leopardus</i>) Larvae by Using Properly Larval Rearing Management] <i>Daniar Kusumawati, Yasmina Nirmala Asih dan Ketut Maha Seti</i>	59 – 70
STRUKTUR TULANG DAN OTOT SIRIP KAUDAL KOMPLEKS <i>Andamia heteroptera</i> Bleeker (IKAN AMFIBI) [Skeleton and Muscular Structure of Caudal Fin Complex <i>Andamia Heteroptera</i> Bleeker (Amphibious Fish)] <i>Gatot Nugroho Susanto</i>	71 – 76
ESTIMASI HERITABILITAS DAN RESPONS SELEKSI IKAN NILA HITAM (<i>Oreochromis niloticus</i>) DI TAMBAK [Heritability Estimates and Response to selection Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) in Brackish Water Pond] <i>Adam Robisalmi, Priadi Setyawan, dan R.R. Sri Pudji Sinarni Dewi</i>	77 – 86
SELEKSI BERBANTUKAN MARKA MOLEKULER UNTUK PEMBENTUKAN CALON VARIETAS PADI TURUNAN ESENSIAL SITU PATENGGANG [Marker Assisted Selection for Developing Candidat Essential Rice Variety of Situ Patenggang] <i>Siti Yuriyah, Dwinita Wikan Utami, Siti Nurani, Anggiani Nasution, Santoso, Puji Lestari, Ahmad Dadang dan Suwarno</i>	87 – 97
VARIASI INTERSPESIFIK JULANG (AVES: BUCEROTIDAE) INDONESIA BERDASARKAN GEN CYTOCHROME-B DNA MITOKONDRIA [Interspecific Variation of Indonesian Hornbill (Aves: Bucerotidae) Based on Mitochondrial DNA Cytochrome-b] <i>Jarulis, Dedy Duryadi Solihin, Ani Mardiatuti, Lilik Budi Prasetyo</i>	99 – 108

KOMUNIKASI PENDEK (*SHORT COMMUNICATION*)

THE MACROFUNGI DIVERSITY AND THEIR POTENTIAL UTILIZATION IN TANGALE NATURE RESERVE GORONTALO PROVINCE [Keragaman Jenis Jamur Makro dan Peluang Pemanfaatannya di Cagar Alam Tangale Provinsi Gorontalo] <i>Diah Irawati Dwi Arini, Margaretta Christita, dan Julianus Kinho</i>	109 – 115
KAJIAN PERSEBARAN DAN POTENSI JATI PASIR (<i>Guettarda speciosa</i> L.) DI INDONESIA [The Study on Distribution and Potential Beach Gardenia (<i>Guettarda speciosa</i> L.) in Indonesia] <i>Inggit Puji Astuti dan Ratna Susandarini</i>	117 – 123