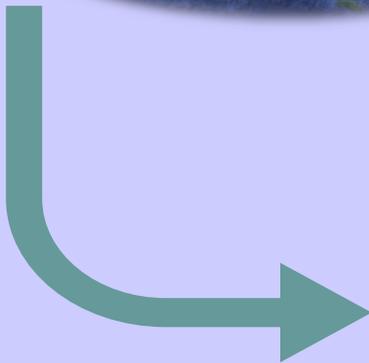


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 3 Desember 2016

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

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

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

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

Alamat (*Address*)

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

Website: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi



ISSN 0126-1754

636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Volume 15 Nomor 3, Desember 2016

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

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

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

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

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

**SKRINING BEBERAPA JAMUR ENDOFIT TUMBUHAN
DARI PULAU ENGGANO, BENGKULU SEBAGAI
ANTIBAKTERI DAN ANTIOKSIDAN
[Screening of Plant Endophytic Fungi from Enggano Island, Bengkulu
for Antibacterial and Antioxidant Activities]**

**Dewi Wulansari, Aldho Pramana Putra, Muhammad Ilyas, Praptiwi,
Ahmad Fathoni, Kartika Dyah Palupi dan Andria Agusta**

✉Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi-LIPI. Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
email: andria.agusta@lipi.go.id

ABSTRACT

Fungal endophytes have been known as sources for bioactives with high chemical structure variability. This study aimed to screen extracts of some endophytic fungi associated with plants from Enggano Island as antioxidant and antibacterial using thin layer chromatography (TLC) bioautography method. Antibacterial activity was performed against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Seventeen out of 22 extracts showed growth inhibition activity against both bacteria, while 16 extracts were active as DPPH free radical scavenging agents. Further determination on IC₅₀ value of four prominent extracts revealed that fungal endophytes AK3018-1, FC-1, KC-4, and SO-3 have IC₅₀ value of 85, 84, 704, and 347 µg/ml, respectively in DPPH radical scavenging method. Extracts of fungal endophytes CR-3, CS-2, and SM-2 showed prominent antibacterial activity among other extracts, indicated by wide clear white zone around the spot. Further evaluation on minimum inhibitory concentration (MIC) of those three extracts by microdilution method showed that CR-3, CS-2, and SM-2 have MICs value of 512, >512, and 64 µg/ml, respectively against *S. aureus*. Fungal endophytes AK3018-1, FC-1, KC-4, SO-3, CR-3, CS-2, and SM-2 were respectively isolated from *Dioscorea bulbifera* tuber, *Fibraurea chloroleuca* twig, *Knema cinerea* twig, *Smilax odoratissima* stem, *Cryptocarya* sp. twig, *Calophyllum soulattri* twig, and *Smilax macrophylla* stem.

Key words: Endophytic fungi, Enggano, antibacterial, antioxidant.

ABSTRAK

Jamur endofit telah diketahui menjadi sumber baru senyawa bioaktif dengan keragaman struktur kimia yang tinggi. Studi ini bertujuan untuk menguji ekstrak beberapa jamur endofit dari tumbuhan di Pulau Enggano sebagai antioksidan dan antibakteri dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT) bioautografi. Aktivitas antibakteri diuji terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sebanyak tujuh belas dari total 22 ekstrak jamur endofit memperlihatkan aktivitas menghambat pertumbuhan kedua jenis bakteri tersebut, sementara 16 ekstrak aktif dalam meredam radikal bebas DPPH pada uji antioksidan. Penentuan lebih lanjut terhadap nilai IC₅₀ dari empat ekstrak yang paling unggul menunjukkan bahwa jamur endofit AK3018-1, FC-1, KC-4, dan SO-3 memiliki nilai IC₅₀ masing-masing sebesar 85, 84, 704, dan 347 µg/ml pada metode peredaman radikal DPPH. Ekstrak jamur endofit CR-3, CS-2, dan SM-2 menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat dibanding yang lain, ditunjukkan dengan diameter zona putih yang cukup luas di sekitar spot. Pengujian lebih lanjut terhadap konsentrasi hambat minimum (KHM) dari ketiga ekstrak tersebut dengan metode mikrodilusi memperlihatkan bahwa CR-3, CS-2, dan SM-2, masing-masing memiliki nilai KHM sebesar 512, >512, dan 64 µg/ml terhadap *S. aureus*. Jamur endofit AK3018-1, FC-1, KC-4, SO-3, CR-3, CS-2, dan SM-2 masing-masing diisolasi dari umbi *Dioscorea bulbifera*, ranting *Fibraurea chloroleuca*, ranting *Knema cinerea*, batang *Smilax odoratissima*, ranting *Cryptocarya* sp., ranting *Calophyllum soulattri*, dan batang *Smilax macrophylla*.

Kata kunci: Jamur endofit, Enggano, antibakteri, antioksidan.

PENDAHULUAN

Pulau Enggano merupakan salah satu pulau terluar di Indonesia yang termasuk ke dalam wilayah Provinsi Bengkulu. Pulau ini memiliki sejarah yang unik karena diyakini daratannya tidak pernah bersatu dengan Pulau Sumatra dan memiliki struktur geologi yang berbeda dari pulau di sekitarnya. Karakteristik tersebut berpengaruh terhadap endemisitas dan kekayaan biodiversitasnya. Eksplorasi sumber daya hayati di Pulau Enggano telah dilakukan pada tahun 2015 dalam rangka mengungkap potensi flora dan fauna di sana (BKSDA Bengkulu, 2011).

Tumbuhan disamping memiliki kandungan

berbagai senyawa kimia, juga merupakan inang bagi berbagai jenis jamur endofit. Jamur endofit telah diketahui dapat memproduksi berbagai macam metabolit sekunder dengan beragam aktivitas biologi termasuk antimikroba, antikanker, antioksidan, antiviral, antituberkulosa, antiparasit, immunomodulator, juga sebagai insektisida (Kaul *et al.*, 2012). Jamur endofit juga diketahui dapat memproduksi senyawa yang selama ini diketahui hanya banyak terdistribusi di suku tumbuhan tertentu seperti halnya jamur *Xylaria* yang diisolasi dari *Ginkgo biloba* yang dapat menghasilkan senyawa kumarin yang umumnya lebih banyak ditemukan di tumbuhan Rutaceae (Liu *et al.*, 2008).

Banyak senyawa antibakteri potensial dilaporkan dihasilkan oleh jamur endofit seperti senyawa javanisin, feosfenondan pleosporon yang dihasilkan jamur dari *Anthyllis vulneraria* (Saleem *et al.*, 2010). Pleosporon diketahui aktif terhadap *Streptococcus pneumoniae* dengan konsentrasi hambat minimum (KHM) sebesar 4,0 µg/mL dan *Haemophilus influenzae* dengan KHM 1,0 µg/mL.

Penelitian mengenai endofit umumnya ditujukan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bahan bioaktif yang dihasilkan oleh jamur endofit (Strobel, 2003; Strobel dan Daisy, 2003). Lebih lanjut penelitian tersebut dilakukan untuk penapisan isolat potensial yang mampu menghasilkan senyawa antibiotik, antivirus, antikanker, immunomodulator, dan antioksidan (Tan dan Zou, 2001). Isolasi dan identifikasi jamur endofit dilakukan sebagai langkah awal untuk menyeleksi isolat endofit unggulan yang mampu menghasilkan senyawa metabolit dan bahan bioaktif.

Pada studi ini telah dilakukan skrining awal potensi dari jamur endofit yang diisolasi dari tumbuhan-tumbuhan di Pulau Enggano, Bengkulu sebagai antibakteri dan antioksidan. Informasi tentang aktivitas sebagai antibakteri berpotensi untuk menjadi informasi awal untuk pengembangan antibiotik baru.

BAHAN DAN CARA KERJA

Tumbuhan

Tumbuhan yang digunakan dalam studi ini dikoleksi dari Pulau Enggano pada bulan April 2015. Sampel tumbuhan tersebut terdiri dari sembilan jenis yaitu *Dioscorea bulbifera*, *Cryptocarya sp.*, *Calophyllum soulattri*, *Fibraurea chloroleuca*, *Knema cinerea*, *Piper sp.*, *Smilax macrophylla*, *Smilax odoratissima*, dan *Smilax zeylanica*. Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong, Bogor.

Isolasi jamur endofit

Isolasi jamur endofit dilakukan berdasarkan metode yang dijelaskan Praptiwi *et al.* (2015). Sampel tumbuhan (umbi, batang atau ranting) dibilas dengan air kran, kemudian disterilisasi

permukaan dengan cara perendaman berturut-turut dalam etanol 70% selama 2 menit, larutan natrium hipoklorit 5,3% selama 5 menit, dan etanol 70% selama 0,5 menit. Sampel kemudian dikeringanginkan pada kondisi aseptis, dipotong kecil (1 x 1 cm²), dan dibelah menggunakan pisau steril sehingga tampak jaringan dalamnya. Sampel kemudian disimpan di atas media *Corn Meal agar* yang telah ditambahkan kloramfenikol 0,05 mg/ml dengan posisi jaringan bagian dalam diekspos pada permukaan media. Selanjutnya sampel diinkubasi pada suhu ruang selama 1 minggu. Koloni jamur endofit yang tumbuh kemudian disubkultur beberapa kali ke *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk mendapatkan koloni tunggal.

Identifikasi isolat jamur endofit

Identifikasi jamur endofit juga mengacu pada Praptiwi *et al.* (2015). Secara singkat, identifikasi dilakukan dengan mengamati morfologi dan karakteristik koloni jamur endofit yang tumbuh pada media PDA baik secara makroskopis maupun mikroskopis.

Kultivasi kultur jamur endofit dan ekstraksi

Koloni tunggal jamur endofit dikultivasi dalam 200 mL media *Potato Dextrose Broth* (PDB) pada suhu ruang. Setelah 3-4 minggu, kultur termasuk biomasanya diekstraksi tiga kali secara maserasi dengan sejumlah volume yang sama etil asetat. Ekstrak disatukan dan pelarutnya dihilangkan menggunakan *rotary evaporator* sehingga didapat ekstrak pekat.

Uji aktivitas antibakteri

Dua puluh dua ekstrak jamur endofit diskriminasi aktivitas antibakterinya menggunakan metode KLT bioautografi (Dewanjee *et al.*, 2015) terhadap bakteri *E. coli* InaCC B-5 dan *S. aureus* InaCC B-4. Isolat bakteri yang digunakan berasal dari koleksi *Indonesian Culture Collection* (InaCC), Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong, Bogor. Ekstrak kemudian disiapkan sebagai larutan dalam aseton dengan konsentrasi 10 mg/mL. Sejumlah 10 µL ekstrak tersebut (mengandung 100 µg ekstrak) ditotolkan pada plat kromatografi lapis tipis (KLT) (Silica gel

GF₂₅₄, Merck) tanpa proses elusi. Plat KLT dikeringanginkan untuk menghilangkan pelarut aseton, kemudian dicelupkan ke dalam suspensi bakteri dalam *Mueller Hinton Broth* (MHB), dan diinkubasi semalam pada 37 °C. Pada keesokan harinya, plat tersebut disemprot dengan larutan *iodonitrotetrazolium chloride* (INT, Sigma). Adanya aktivitas antibakteri ditandai dengan pembentukan zona putih dengan latar belakang ungu pada plat. Kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif pada uji ini.

Untuk menentukan senyawa yang berperan pada aktivitas antibakteri di tiap ekstrak, uji yang serupa dilakukan terhadap hasil elusi KLT ekstrak.

Uji aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan dari ekstrak jamur endofit dinyatakan sebagai aktivitas peredaman radikal DPPH menggunakan metode KLT bio-autografi (Wang *et al.*, 2012). Larutan ekstrak dalam aseton (10 mg/mL) ditotolkan pada plat KLT (100 µg) tanpa dielusi. Plat KLT kemudian disemprot dengan larutan DPPH (Sigma) 2 mg/mL.

Ekstrak dengan aktivitas peredaman radikal DPPH akan mengubah warna ungu dari DPPH menjadi jingga. Untuk mengetahui komponen senyawa pada ekstrak yang bertanggung jawab terhadap aktivitas anti oksidan, uji serupa dilakukan terhadap hasil elusi KLT ekstrak.

Kromatografi lapis tipis

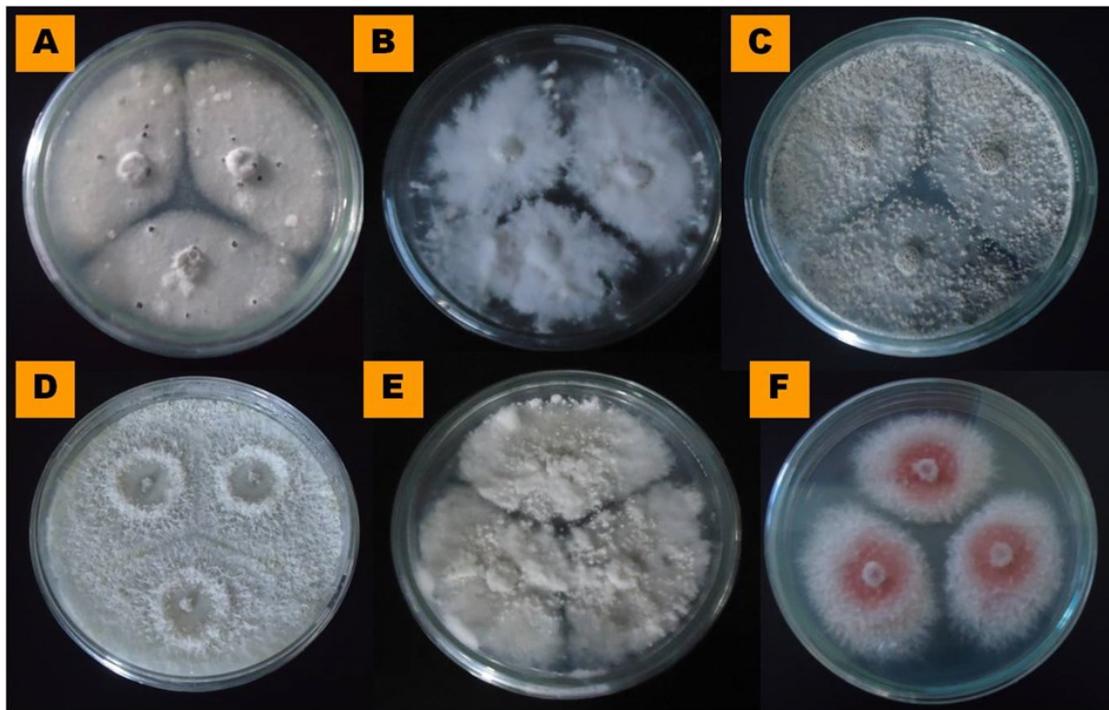
Masing-masing ekstrak dilakukan pemisahan menggunakan KLT. Sejumlah 10 µl ekstrak 10 mg/mL ditotolkan pada plat KLT (Silica gel GF₂₅₄, Merck), kemudian plat dielusi dengan fase gerak diklormetan:methanol (10:1). Hasil KLT diamati dibawah sinar UV 254 dan 366 nm, kemudian disemprot dengan penampak bercak 1% Ce(SO₄)₂/10% H₂SO₄ dan 1% vanillin/H₂SO₄.

Penentuan nilai konsentrasi hambat minimum

Ekstrak yang menunjukkan hasil paling baik dari uji KLT bioautografi antibakteri, yaitu CR-3, CS-2, dan SM-2, kemudian ditentukan nilai KHM nya dengan metode mikrodilusi menggunakan 96-*microwell plate*.

Tabel 1. Jamur endofit yang berasosiasi dengan sembilan spesies tumbuhan yang dikoleksi dari Pulau Enggano (*Endophytic fungi associated with nine plant species collected from Enggano Island*).

No	Isolat jamur endofit (<i>endophytic fungi isolate</i>)	Taksa jamur endofit (<i>endophytic fungi taxa</i>)	Tumbuhan inang (<i>host plant</i>)	Bagian (<i>part</i>)
1	AK3018-1	<i>Pestalotiopsis</i>	<i>Dioscorea bulbifera</i>	Umbi (<i>tuber</i>)
2	AK3018-3	Miselia sterilia		
3	AK3018-4	<i>Phomopsis</i>		
4	CR-1	Miselia sterilia	<i>Cryptocarya</i> sp.	Ranting (<i>twig</i>)
5	CR-2	Miselia sterilia		
6	CR-3	Coelomycetes		
7	CS-2	Sordariomycetes		
8	CS-3	Dematiaceae	<i>Calophyllum soulattri</i>	Ranting (<i>twig</i>)
9	CS-4	<i>Phomopsis</i>		
10	FC-1	Miselia sterilia	<i>Fibraurea chloroleuca</i>	Ranting (<i>twig</i>)
11	FC-2	Miselia sterilia		
12	KC-3	<i>Phomopsis</i>		
13	KC-4	<i>Phomopsis</i>		
14	P-1	<i>Phomopsis</i>	<i>Piper</i> sp.	Ranting (<i>twig</i>)
15	P-2	<i>Phomopsis</i>		
16	P-3	Xylariaceae		
17	SM-2	Miselia sterilia	<i>Smilax macrophylla</i>	Batang (<i>stem</i>)
18	SM-3	<i>Fusarium</i>		
19	SO-1	<i>Phomopsis</i>	<i>Smilax odoratissima</i>	Batang (<i>stem</i>)
20	SO-3	Miselia sterilia		
21	SZ-1	<i>Phomopsis</i>		
22	SZ-2	<i>Phomopsis</i>	<i>Smilax zeylanica</i>	Batang (<i>stem</i>)



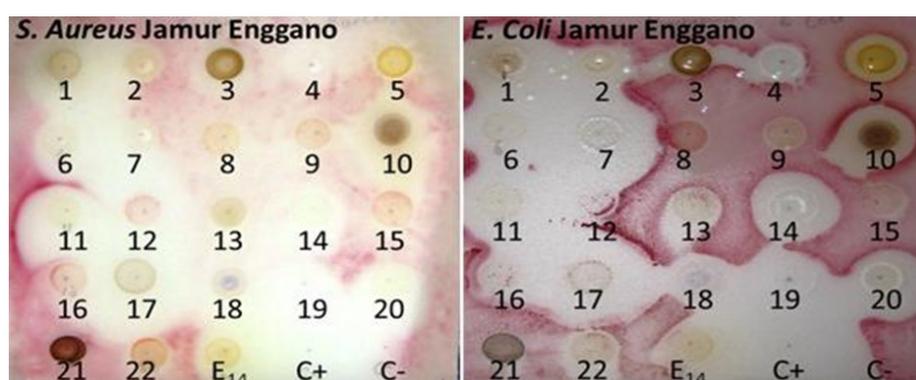
Gambar 1. Penampakan makroskopis beberapa jamur endofit yang berhasil diisolasi dari tumbuhan di Pulau Enggano. *Pestalotiopsis*, AK3018-1, (A) dari tumbuhan *Dioscorea bulbifera*, Coelomycetes, CR3, (B) dari *Cryptocarya* sp., Dematiaceae, CS-3, (C) dari *Calophyllum soulattri*, Phomopsis, KC-3, (D) dari *Knema cinerea*, Xylariaceae, P-3, (E) dari *Piper* sp., dan *Fusarium*, SM-3, (F) dari *Smilax macrophylla*. Jamur endofit tersebut ditumbuhkan pada media PDA selama 2 minggu pada suhu ruang 25°C. [Macroscopic view of several fungal endophytes isolated from plant grow in Enggano Island. *Pestalotiopsis*, AK3018-1, (A) associated with plant *Dioscorea bulbifera*, Coelomycetes, CR3, (B) associated with *Cryptocarya* sp., Dematiaceae, CS-3, (C) associated with *Calophyllum-soulattri*, Phomopsis, KC-3, (D) associated with *Knema cinerea*, Xylariaceae, P-3, (E) associated with *Piper* sp., and *Fusarium*, SM-3, (F) associated with *Smilax macrophylla*. The fungal endophytes were grown on PDA for 2 weeks in room temperature, 25 °C].



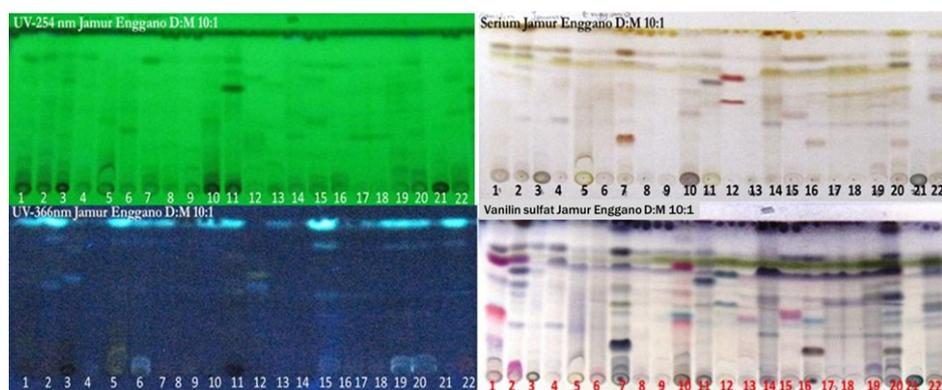
Gambar 2. Penampakan mikroskopis jamur endofit (*Microscopic view of fungal endophytes*) *Pestalotiopsis*, AK3018-1 (A) dan *Fusarium*, SM-3 (B).

Masing-masing ekstrak dibuat larutan dengan konsentrasi 2.048 $\mu\text{g/ml}$ dalam akuades steril. Sebanyak 100 μl larutan sampel dimasukkan kedalam *microwell plate* yang telah berisi 100 μl media *Mueller Hinton Broth* (MHB). Pada arah kolom *microwell plate* kemudian dilakukan pengenceran berseri hingga diperoleh seri pengenceran sampel dengan 8 nilai konsentrasi berbeda di tiap barisnya. Kedalam masing-masing sumur kemudian diambahkan 100 μl suspensi bakteri *S. aureus* 10^5cfu . Rentang konsentrasi akhir

sampel pada tiap sumur adalah 4 – 512 $\mu\text{g/ml}$. Pengujian dilakukan triplo untuk tiap sampel. Antibiotik kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif. Sampel uji dalam *microwell plate* kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama satu malam. Keesokan harinya, kedalam tiap sumur diteteskan 10 μl larutan INT untuk membantu pengamatan secara visual. Adanya pertumbuhan bakteri akan ditunjukkan oleh perubahan warna menjadi merah setelah penambahan INT.



Gambar 3. Bioautogram antibakteri dari ekstrak jamur endofit tumbuhan dari Enggano.No 1-22 adalah ekstrak yang bersesuaian dengan Tabel 1, C+: kloramfenikol, C-: aseton. Tujuh belas ekstrak menunjukkan penghambatan pertumbuhan terhadap bakteri uji yaitu ekstrak no. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, dan 22. (*Bioautogram of antibacterial activity of endophytic fungal extracts from Enggano.No. 1-22 are the extracts correspond to Table 1, C+ : chloramphenicol, C- : acetone. Seventeen extracts showed growth inhibition against tested bacteria i.e. extract no. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, and 22).*



Gambar 4. Profil KLT ekstrak jamur endofit tumbuhan dari Enggano yang dielusi dengan diklorometan:metanol 10:1. No 1-22 adalah ekstrak yang bersesuaian dengan Tabel 1. Kromatogram diamati dengan empat cara deteksi spot yang berbeda yaitu dibawah sinar UV 254, UV 366, penyemprotan dengan serium sulfat, dan penyemprotan dengan vanillin sulfat. (*TLC profile of plant endophytic fungal extracts from Enggano eluted with dichloromethane:methanol 10:1.No. 1-22 are the extracts correspond to Table 1. Chromatogram is observed in four different ways of spot detection i.e. UV light 254 nm, UV light 366 nm, cerium sulphate spray, and vanillin sulphate spray).*

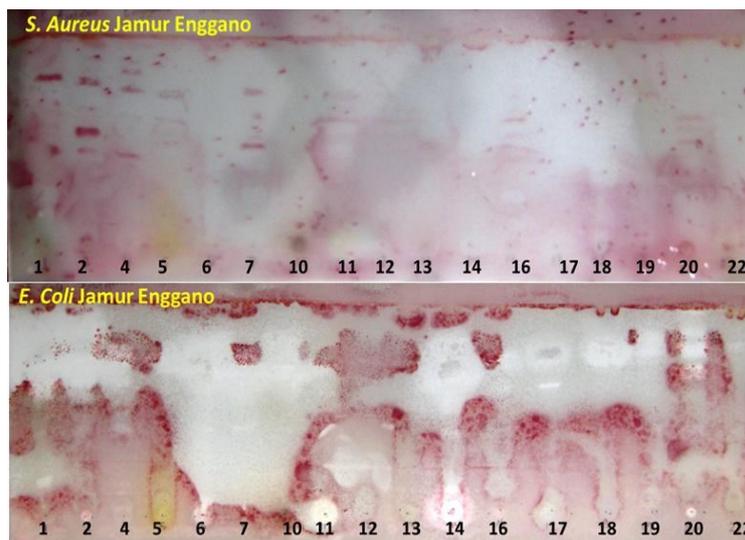
Penentuan nilai IC₅₀ untuk peredaman radikal DPPH

Ekstrak yang menunjukkan hasil paling baik dari uji KLT bioautografi antioksidan, yaitu AK3018-1, FC-1, KC-4, dan SO-3, kemudian ditentukan nilai konsentrasi hambat 50% nya (IC₅₀) yaitu konsentrasi yang dapat meredam 50% radikal DPPH dengan metode mikrodilusi menggunakan 96-microwell plate. Tiap ekstrak dibuat konsentrasi 1000 µg/ml dalam metanol. Sebagai kontrol positif dibuat larutan katekin 200 µg/ml dalam metanol. Tiap sumur berisi 150 µl larutan uji dengan delapan

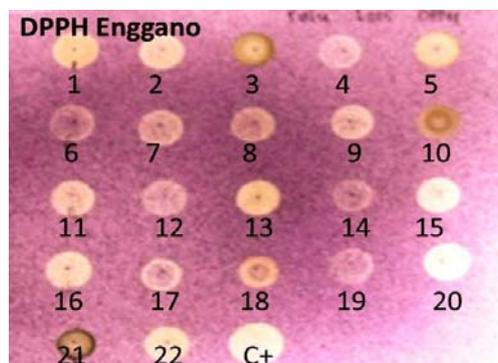
serial pengenceran dan 50 µl DPPH (400 µg/ml). Absorbansi diukur menggunakan alat *microplate reader* Varioskan Flash (Thermo Scientific) pada panjang gelombang 520 nm setelah inkubasi selama 30 menit pada suhu ruang di tempat gelap.

HASIL

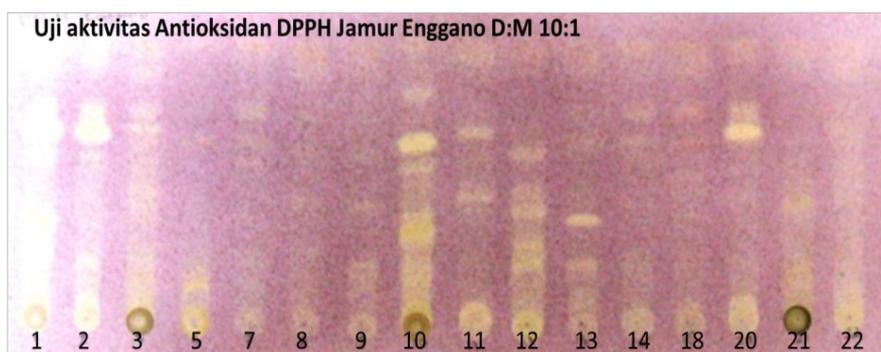
Isolasi jamur endofit dari sembilan spesies tumbuhan di Pulau Enggano menghasilkan dua puluh dua isolat (Tabel 1). Isolat jamur tersebut disimpan di laboratorium mikologi InaCC, Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI,



Gambar 5. Bioautogram antibakteri hasil elusi dari ekstrak jamur endofit tumbuhan dari Enggano. Nomor yang tercantum adalah nomor ekstrak yang bersesuaian dengan Tabel 1. (*Bioautogram of antibacterial activity of eluted endophytic fungal extracts from Enggano. The number represent the extracts number correspond to Table 1*).



Gambar 6. Bioautogram antioksidan ekstrak jamur endofit tumbuhan dari Enggano. Nomor yang tercantum adalah nomor ekstrak yang bersesuaian dengan Tabel 1, C+ : Katekin (*Bioautogram of antioxidant activity of endophytic fungal extracts from Enggano. The number represent the extracts number correspond to Table 1, C+ : Catechin*).



Gambar 7. Bioautogram antioksidan hasil elusi ekstrak jamur endofit tumbuhan dari Enggano. Nomor yang tercantum adalah nomor ekstrak yang bersesuaian dengan Tabel 1 (*Bioautogram of antioxidant activity of eluted endophytic fungal extracts from Enggano. The number represent the extracts number correspond to Table 1*).

Cibinong, Bogor. Penampakan makroskopis dan mikroskopis dari beberapa jamur endofit tersebut seperti pada Gambar 1 dan 2.

Dari dua puluh dua ekstrak yang diuji, tujuh belas menunjukkan aktivitas baik terhadap *S. aureus* maupun *E. coli* pada uji KLT bioautografi dengan diameter zona hambat yang berbeda (Gambar 3). Ketujuh belas ekstrak tersebut kemudian diuji lebih lanjut dengan bioautografi pada KLT yang telah dielusi. Profil KLT ekstrak yang dielusi dengan diklormetan:metanol (10:1) dapat dilihat pada gambar 4. Tiga ekstrak yaitu CR-3, CS-2, dan SM-2 memperlihatkan aktivitas antibakteri yang menonjol diantara ekstrak lainnya (Gambar 5). Nilai konsentrasi hambat minimum (KHM) dari ketiga ekstrak tersebut kemudian ditentukan menggunakan metode mikrodilusi terhadap bakteri *S. aureus*. Hasilnya memperlihatkan bahwa CR-3 memiliki nilai KHM sebesar 512 µg/ml, CS-2 sebesar > 512 µg/ml, sementara SM-2 sebesar 64 µg/ml.

Pengujian aktivitas antioksidan terhadap 22 ekstrak jamur endofit memperlihatkan 16 ekstrak memiliki kemampuan meredam radikal DPPH pada uji KLT bioautografi (Gambar 6). Hasil pengujian pada plat KLT yang telah dielusi menunjukkan beberapa spot senyawa yang bertanggung jawab pada aktivitas antioksidan tersebut (Gambar 7). Beberapa ekstrak dari hasil KLT bioautografi diuji lebih lanjut kemampuannya dalam meredam radikal DPPH melalui penentuan nilai IC₅₀. Ekstrak AK3018-1, FC-1, KC-4, dan SO-3 dipilih untuk

pengujian lebih lanjut karena memperlihatkan pola KLT bioautografi dengan senyawa yang memiliki aktivitas cukup kuat yang ditandai dengan spot warna kekuningan yang terang dengan latar belakang plat berwarna ungu (Gambar 7). Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak AK3018-1, FC-1, KC-4, dan SO-3 masing-masing memiliki nilai IC₅₀ sebesar 85, 84, 704, dan 347 µg/ml.

PEMBAHASAN

Sebagian besar jamur endofit yang terisolasi tidak dapat membentuk struktur reproduksi selama inkubasi dalam media PDA. Tidak terbentuknya struktur reproduksi pada media tumbuh me-nyebabkan minimnya ciri dan karakter morfologi yang dapat diamati untuk identifikasi jamur endofit pada tingkatan takson yang lebih rendah. Hasil identifikasi berdasarkan morfologi dan karakteristik kultur menunjukkan jamur endofit pada sembilan spesies tumbuhan asal Pulau Enggano terdiri dari kelompok taksa Coelomycetes (*Pestalotiopsis*, *Phomopsis*), Hypomycetes (*Fusarium*, Dematiaceae), Sordariomycetes, Xylariaceae, dan beberapa isolat steril (*mycelia sterilia*).

Seluruh taksa jamur endofit yang ter-identifikasi tersebut di atas tergolong ke dalam kelompok Ascomycetes dan jamur imperfekti Deuteromycetes. Dalam banyak kasus, jamur endofit Ascomycetes, Deuteromycetes, dan Basidiomycetes banyak ditemukan dan mampu

tumbuh dengan baik sebagai endofit dalam jaringan tumbuhan (Petrini, 1986; Dayle *et al.*, 2001). Beberapa taksa jamur endofit yang terisolasi di atas seperti genus *Fusarium*, *Pestalotiopsis* dan *Phomopsis* (*Diaphorthe*) secara umum dinyatakan sebagai saprofitik (Ellis, 1971; Boddy and Griffith, 1989), maupun parasitik lemah (Ou, 1985). Namun beberapa spesies dari marga tersebut dapat bertindak sebagai mutualistik endofit (Carrol and Carrol, 1978).

Secara umum, ekstrak jamur endofit yang berasosiasi dengan tumbuhan-tumbuhan yang dikoleksi dari Pulau Enggano memperlihatkan aktivitas sebagai antibakteri dan antioksidan pada uji skrining dengan KLT bioautografi. Ekstrak jamur endofit SM-2 (jamur endofit yang berasosiasi dengan batang *Smilax macrophylla*) menunjukkan aktivitas yang menonjol dibanding ekstrak lainnya terhadap *S. aureus*. Hal ini merupakan informasi baru karena sejauh ini belum dilaporkan adanya studi terhadap jamur endofit dari *S. macrophylla*. Satu studi dilakukan oleh Ramasamy *et al.*, 2010 yang menguji ekstrak jamur endofit dari tumbuhan dengan marga yang sama, *S. myosotiflora*, sebagai antibakteri dan antikanker. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstrak tersebut tidak aktif sebagai antibakteri, tetapi berpotensi sebagai antikanker karena aktif dalam melawan sel kanker MCF-7 dan HCT116 secara *in-vitro*. Studi lain terhadap jamur endofit yang berasosiasi dengan *S. glabra* berhasil mengisolasi jamur *Guignardia mangiferae* A348 yang memproduksi senyawa monoterpenoid baru yaitu guignardiones P-S (Sun *et al.*, 2015). Guignardiones Q dan S memiliki aktivitas yang lemah dalam menghambat proliferasi sel MCF-7.

Dua dari tiga ekstrak endofitik tumbuhan *D. bulbifera* dalam studi ini memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan. Jamur endofit memiliki kemampuan untuk memproduksi senyawa yang juga dihasilkan oleh tumbuhan inangnya (Wang and Dai, 2011). Tumbuhan *D. bulbifera* diketahui aktif terhadap bakteri Gram negatif *E.coli* AG100A dengan nilai KHM sebesar 16 µg/ml dan juga aktif terhadap mikobakteria (Kuete *et al.*, 2012). Bafoudiosbulbins C merupakan senyawa aktif yang diisolasi dari ekstrak *D. bulbifera* dan mempunyai KHM sebesar 8 µg/ml terhadap *M. tuberculosis*

ATCC dan MTCS2 (Kuete *et al.*, 2012). Aktivitas anti-bakteri dari jamur endofit yang berasosiasi dengan *D. bulbifera* belum pernah dilaporkan, akan tetapi beberapa jamur endofit telah dilaporkan diisolasi dari batang, daun, dan akarnya (Ahmed *et al.*, 2012).

Ekstrak dari jamur endofit akar kuning (*Fibraurea chloroleuca*), FC-1 dan FC-2, menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Jamur endofit lain dari akar kuning, *Thievalia polygonoperda*, telah dilaporkan juga aktif terhadap bakteri *Shigella dysentri* dan *Micrococcus luteus* (Prihatiningtias *et al.*, 2005). Senyawa terpenoid diduga merupakan senyawa yang bertanggung jawab pada aktivitas tersebut.

Berbeda halnya dengan jamur endofit dari akar kuning, jamur endofit dari *Calophyllum soulattri* belum dilaporkan baik itu jenisnya maupun aktivitas farmakologinya. Satu studi melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak jamur endofit dari marga yang sama yaitu *Calophyllum inophyllum* (Raju and Victoria, 2015). Studi tersebut menunjukkan bahwa jamur *Colletrichum* sp. berhasil diisolasi dan ekstraknya aktif terhadap bakteri *S. aureus* dan *Bacillus subtilis*.

KESIMPULAN

Ekstrak beberapa jamur endofit yang berasosiasi dengan tumbuhan dari Pulau Enggano memiliki aktivitas antibakteri dan antioksidan dengan tingkat yang berbeda-beda. Beberapa ekstrak memiliki aktivitas yang lebih unggul dibanding yang lainnya, diantaranya ekstrak jamur endofit AK3018-1 dari umbi *Dioscorea bulbifera* dan FC-1 dari ranting *Fibraurea chloroleuca* yang menunjukkan aktivitas antiradikal DPPH yang cukup kuat dengan nilai IC₅₀ masing-masing sebesar 85 dan 84 µg/ml. Sementara itu, ekstrak SM-2 dari batang *Smilaxmacrophylla* menunjukkan aktivitas antibakteri paling kuat dengan nilai KHM sebesar 64 µg/ml terhadap *S. aureus*. Sebagian besar hasil yang diperoleh merupakan informasi baru dan menarik untuk diteliti lebih lanjut tentang senyawa kimia yang dihasilkan dan identifikasi jenis jamurnya, terutama untuk ekstrak yang memperlihatkan aktivitas lebih kuat dibandingkan yang lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Biologi. Penelitian ini didanai oleh Kegiatan Prioritas IPH melalui DIPA Puslit Biologi dan IFS No. F/4613-2.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed M, M Hussain, MK Dhar and S Kaul. 2012. Isolation of Microbial Endophytes from some Ethnomedicinal Plants of Jammu and Kashmir. *Journal of Natural Product and Plant Resources* 2(2), 215-220.
- Boddy L and GS Griffith. 1989. Role of Endophytes and Latent Invasion in the Development of Decay Communities in Sapwood of Angiospermous Trees. *Sydowia* 41, 41-73.
- Dayle ES, NO Polans, DS Paul and RD Melvin. 2001. Angiosperm DNA Contamination by Endophytic Fungi: Detection and Methods of Avoidance. *Plant Molecular Biology Report* 19, 249-260.
- Dewanjee S, M Gangopadhyay, N Bhattacharya, R Khanra and TK Dua. 2015. Bioautography and Its Scope in the Field of Natural Product Chemistry. *Journal of Pharmaceutical Analysis* 5(2), 75-84.
- Ellis MB. 1971. *Dematiaceous Hypomycetes*, 30. Commonwealth Mycology Institute, Kew, Surrey, England.
- Kaul S, S Gupta, M Ahmed and MK Dhar. 2012. Endophytic Fungi from Medicinal Plants: A Treasure Hunt for Bioactive Metabolites. *Phytochemistry Reviews* 11, 487-505.
- Kuete V, RB Teponno, AT Mbaveng, LA Tapondjou, JJM Meyer, L Barboni and N Lall. 2012. Antibacterial Activities of the Extracts, Fractions and Compounds from *Dioscorea Bulbifera*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 12(228), 1-8.
- Liu X, M Dong, X Chen, M Jiang, X Lv and J Zhou. 2008. Antimicrobial Activity of an Endophytic *Xylaria* sp. YX-28 and Identification of Its Antimicrobial Compound 7-amino-4-methylcoumarin. *Applied Microbiology and Biotechnology* 78(2), 241-247.
- Ou SH. 1985. *Rice Diseases*, 380. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, England.
- PEH BKSDA Bengkulu. 2011. *Profil Kawasan Konservasi Enggano*, 58. BKSDA Bengkulu & Enggano-conservation. Bengkulu.
- Petrini O. 1986. Taxonomy of Endophytic Fungi of Aerial Plant Tissues. In: *Microbiology of the phyllosphere*. NJ Fokkema and J van den Heuvel (Eds), 175-187. Cambridge University Press, England.
- Praptiwi, M Ilyas, A Fathoni, D Wulansari and A Agusta. 2015. Antibacterial Screening of the Culture of Endophytic Fungal Extracts Isolated from Cinnamon Stick (*Cinnamomum burmannii* [Nees & T.Nees] Blume). *Jurnal Teknologi Indonesia* 38 (1), 33-41.
- Prihatiningtias W, SM Widyastuti, dan S Wahyuno. 2005. Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit *Thielavia polygonoperda*, Isolat dari Tumbuhan Akar Kuning (*Fibraurea chloroleuca* Miers). *Majalah obat tradisional* 12(41), 1-7.
- Raju DC and TD Victoria. 2015. Isolation, Characterization and Antibacterial Activity of Endophytic Fungi from *Calophyllum inophyllum* L. *Der Pharma Chemica* 7(7), 250-254.
- Ramasamy K, SM Lim, H Abu Bakar, N Ismail, MS Ismail, MF Ali, JFF Weber, ALJ Cole. 2010. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Malaysian Endophytes. *Phytotherapy Research* 24, 640-643.
- Saleem M, M Nazir, MS Ali, H Hussain, YS Lee, N Riaz, and A Jabbar. 2010. Antimicrobial Natural Products: An Update on Future Antibiotic Drug Candidates. *Natural product reports* 27, 238-254.
- Strobel GA. 2003. Endophytes as Source of Bioactive Products. *Microbes and Infections* 5, 535-544.
- Strobel GA and B Daisy. 2003. Endophytes are Sources of Bioactive Products. *Microbes and Infections* 5, 535-544.
- Sun ZH, FH Liang, W Wu, YC Chen, QL Pan, HH Li, W Ye, HX Liu, SN Li, GH Tan, and WM Zhang. 2015. Guignardones P-S, New Meroterpenoids from the Endophytic Fungus *Guignardia mangiferae* A348 Derived from the Medicinal Plant *Smilax glabra*. *Molecules* 20, 22900-22907.
- Tan RX and WX Zou. 2001. Endophytes: A Rich Source of Functional Metabolites. *Natural Product Reports* 18, 448-459.
- Wang J, YD Yue, F Tang, and J Sun. 2012. TLC Screening for Antioxidant Activity of Extracts from Fifteen Bamboo Species and Identification of Antioxidant Flavone Glycosides from Leaves of *Bambusa textilis* McClure. *Molecules* 17, 12297-12311.
- Wang Y and CC Dai. 2011. Endophytes: A Potential Resources for Biosynthesis, Biotransformation, and Biodegradation. *Annals of Microbiology* 61, 207-215.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

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

Tipe naskah

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

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

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

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

Struktur naskah

- 1. Bahasa**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Format naskah

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

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

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

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

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

Penelitian yang melibatkan hewan

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

Lembar ilustrasi sampul

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

Proofs

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

Naskah cetak

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

Pengiriman naskah

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

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

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

Telp: +61-21-8765067

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

Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id

berita.biologi@mail.lipi.go.id

BERITA BIOLOGI

Vol. 15 (3)

Isi (Content)

Desember 2016

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

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