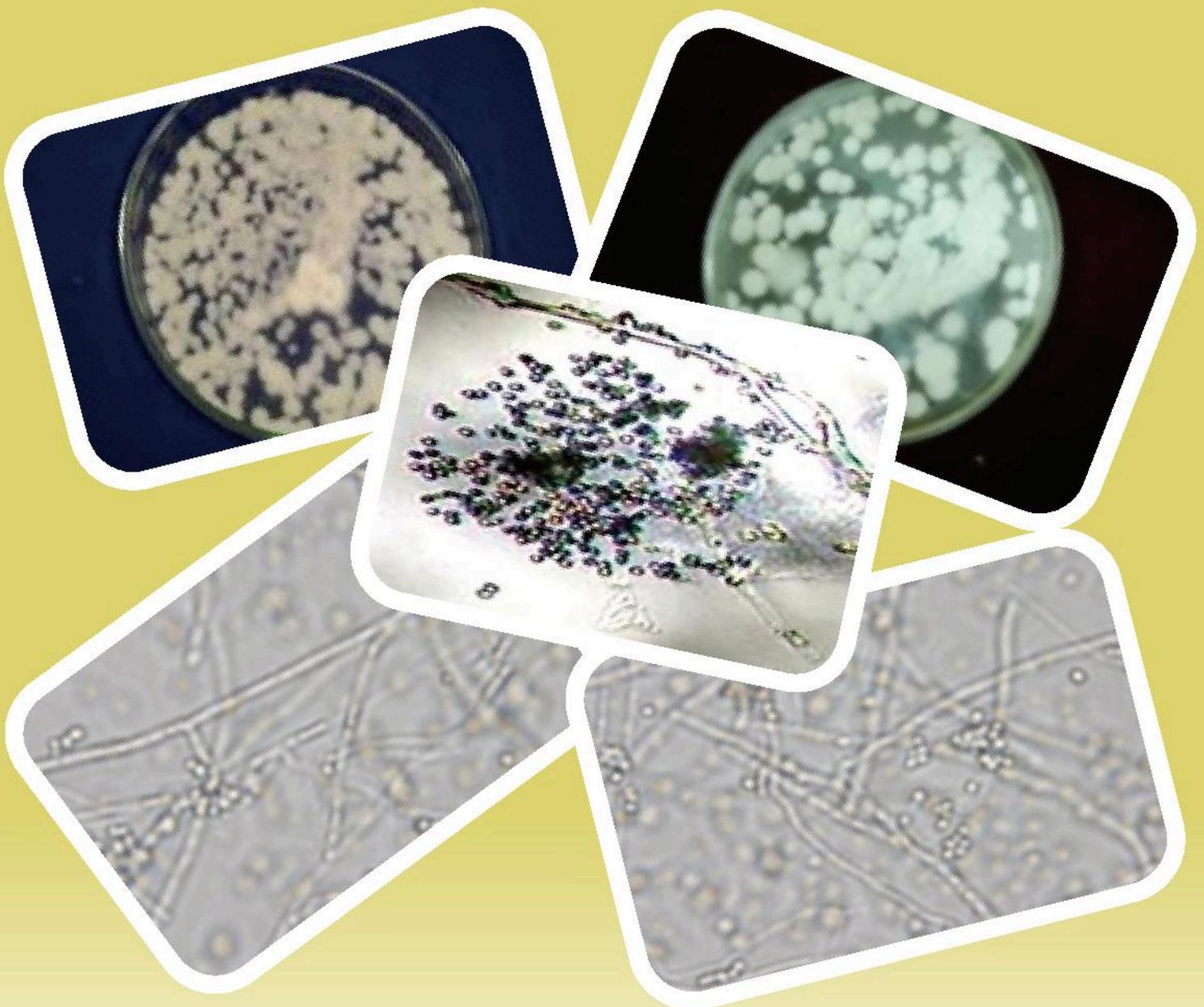


# Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



# BERITA BIOLOGI

Vol. 15 No. 2 Agustus 2016

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

---

## **Tim Redaksi (*Editorial Team*)**

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

## **Desain dan Layout (*Design and Layout*)**

Muhamad Ruslan, Fahmi

## **Kesekretariatan (*Secretary*)**

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

## **Alamat (*Address*)**

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



**ISSN 0126-1754**

636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Volume 15 Nomor 2, Agustus 2016

# **Berita Biologi**

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

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

**Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

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

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

## OPTIMASI PRODUKSI SERTA ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA SENYAWA EKSPOLISAKARIDA DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA MEDIA CAIR [Optimization of Exopolysaccharide Production from *Pleurotus ostreatus* Growth on Liquid Medium and Analysis of Its Antioxidant and Antimicrobial Activity]

Iwan Saskiawan✉, Misbahul Munir, Suminar S Achmadi  
Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)  
Jl. Raya Jakarta Bogor Km. 46 Cibinong 16911  
Departemen Kimia, FMIPA Institute Pertanian Bogor  
email: iwansaskiawan@gmail.com  
Revisi: 29 Juli 2016

### ABSTRACT

*Pleurotus ostreatus* is well known as an oyster mushroom that is very popular because of its high nutritional value and pharmaceutical component. The aim of this research was to study the antioxidant and antibacterial activity of exopolysaccharides from *P. ostreatus* grown on liquid medium. The *P. ostreatus* was grown on Mushroom Complete Medium (MCM) containing various types of Carbon (C) and Nitrogen (N) sources, i.e. glucose, lactose, amylose and sucrose as a Carbon sources and yeast extract, polypeptone, NH<sub>4</sub>Cl, and NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> as a Nitrogen sources. The results showed that sucrose and yeast extract were the best source of Carbon and Nitrogen that produced 208 and 100 mg/L of exopolysaccharides. The exopolysaccharide exhibited antimicrobial activity against *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*. However, it did not have antimicrobial activity against *Saccharomyces cerevisiae*. In addition, the exopolysaccharide indicated to have an antioxidant activity.

**Key words:** antimicrobial, antioxidant, exopolysaccharide, oyster mushroom

### ABSTRAK

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jamur tingkat tinggi dan mengandung senyawa eksopolisakarida yang mempunyai sifat antimikroba dan antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi senyawa eksopolisakarida dari jamur *P. ostreatus* yang ditumbuhkan pada media cair. Media yang digunakan adalah Mushroom Complete Medium (MCM) dengan berbagai sumber Carbon dan Nitrogen. Sumber Carbon yang digunakan adalah glukosa, laktosa, amilosa dan sukrosa, sedangkan yeast ekstrak, polipeptone, NH<sub>4</sub>Cl, dan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> digunakan sebagai sumber Nitrogen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sukrosa dan ekstrak khamir merupakan sumber karbon dan nitrogen yang paling baik dalam produksi eksopolisakarida, yaitu masing-masing 208 dan 100 mg/L. Waktu inkubasi optimum dicapai pada hari ke-15 dengan produksi eksopolisakarida sebanyak 527 mg/L. Eksopolisakarida yang dihasilkan mempunyai aktivitas antimikroba terhadap *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*. Selain itu, eksopolisakarida juga mempunyai aktivitas antioksidan.

**Kata kunci:** anti mikroba, anti oksidan, eksopolisakarida, jamur tiram putih.

### PENDAHULUAN

Eksopolisakarida ialah produk polisakarida yang diekskresi oleh mikroba ke lingkungannya. Kajian tentang eksopolisakarida yang dihasilkan dari jamur dengan aktivitas fisiologi yang beragam pada akhir-akhir ini semakin banyak diminati (Kim *et al.*, 2002; Cho *et al.*, 2002; Hwang *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2007). Eksopolisakarida yang dihasilkan dari jamur merupakan senyawa bioaktif yang penting dan secara ilmiah mempunyai fungsi-fungsi fisiologi tertentu yang bermanfaat bagi kesehatan (Pokhrel dan Ohga, 2007).

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu jamur tingkat tinggi yang dapat ditumbuhkan dengan mudah dan mempunyai kemampuan adaptasi yang luas terhadap lingkungannya (Miles dan Chang 1997). Menurut Cohen *et al.* (2002), jamur tiram mengandung senyawa eksopolisakarida yang mempunyai sifat antimikroba, anti-

tumor, antiradang, dan antioksidan. Untuk mempelajari ciri dari senyawa eksopolisakarida pada jamur tiram putih cukup dengan menumbuhkan kulturnya pada media cair. Menumbuhkan jamur tiram putih pada media cair mempunyai kelebihan di antaranya adalah memerlukan ruangan yang lebih kecil, waktu yang lebih cepat, dan kemungkinan kontaminasi yang lebih kecil (Lin dan Sung, 2006).

Optimisasi media cair masih perlu diteliti lebih lanjut untuk mendapatkan produk eksopolisakarida yang lebih tinggi lagi. Kim *et al.* (2002) melaporkan bahwa jamur tiram putih yang ditumbuhkan pada media cair menghasilkan eksopolisakarida sebesar 865 mg/L dan bobot miselium kering 7.35 g/L dengan waktu inkubasi selama 15 hari. Pada penelitian ini, upaya optimisasi komposisi media cair yang akan digunakan untuk pertumbuhan jamur tiram dan produksi senyawa eksopolisakarida akan dikaji secara lebih mendalam. Salah satu faktor terpenting dalam pembuatan media cair untuk per-

tumbuhan jamur adalah ketersediaan unsur karbon (C) dan nitrogen (N) dalam media tersebut (Lin dan Chen 2007). Kedua unsur tersebut dapat diperoleh dari senyawa-senyawa tertentu yang mengandung C dan N, baik yang berupa senyawa anorganik maupun senyawa organik.

Penelitian ini bertujuan mencari kondisi optimum media cair yang menghasilkan rendemen optimum dengan berbagai macam sumber C dan N yang digunakan untuk pertumbuhan miselium dan produksi senyawa eksopolisakarida dari jamur tiram putih. Selain itu, juga dilakukan pengukuran aktivitas antioksidan dan antimikroba dari senyawa eksopolisakaridatersebut.

## **BAHAN DAN CARA KERJA**

### **Bahan dan Alat**

Bahan-bahan yang digunakan adalah kultur murni *P. ostreatus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae* (koleksi Indonesian Culture Collection, Ina CC), potato dextrose agar (PDA) (Pronadisa 1022.00), pepton (Pronadisa 1616.00), polipepton (Difco 211910), ekstrak daging sapi (Himedia RM002.500G), sukrosa (Merck 1.07687.0250), glukosa (Pronadisa 1900.00), laktosa (Criterion C5951), pati (Merck 1.01252.0250), dan ekstrak khamir (Pronadisa 1702.00).

*Peremajaan Jamur (Pokhrel dan Ohga 2007)*

Kultur murni jamur tiram putih dipindahkan secara aseptis ke dalam cawan petri yang berisi media PDA menggunakan jarum inokulasi. Kultur tersebut diletakkan pada bagian tengah cawan petri, diinkubasi pada suhu 25 °C selama 14 hari.

*Pembuatan Media Cair (Kim et al. 2002)*

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah mushroom complete medium (MCM). Komposisi media MCM ialah 20 g sumber karbon; 0,46 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 1g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ; 0,50 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 2 g pepton, dan 2 g sumber nitrogen. Semua bahan tersebut dilarutkan dalam 1 L akuades. Setelah itu, media disterilisasi menggunakan autoklaf.

### **Pembuatan Bibit Kultur Jamur Tiram Putih pada Media Cair (Pokhrel dan Ohga, 2007)**

Jamur tiram putih yang telah ditumbuhkan pada media PDA dilubangi dengan “cork borer” berdiameter 5 mm, dimasukkan ke dalam erlenmeyer

250 mL yang berisi 50 mL media cair MCM, kemudian diinkubasi di dalam inkubator penggoyang pada suhu 25 °C dengan kecepatan 125 rpm selama 7 hari.

### **Pertumbuhan Miselium dan Produksi Eksopolisakarida (Hwang et al., 2003)**

Sebanyak 5 mL bibit kultur jamur tiram putih dipipet ke dalam erlenmeyer 250 mL yang berisi 70 mL media cair MCM dan diinkubasi di dalam inkubator penggoyang pada suhu 25 °C dengan kecepatan 125 rpm. Untuk menguji pengaruh sumber C (glukosa, laktosa, sukrosa, dan pati) dan N (ekstrak khamir, polipepton,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , dan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) pada media cair, inkubasi dilakukan selama 8 hari. Untuk menentukan pengaruh waktu pertumbuhan dilakukan inkubasi selama 5, 10, 15, 20, dan 25 hari. Setiap perlakuan diulang 3 kali. Media cair yang sudah ditumbuhi miselium jamur tiram putih disaring, kemudian dikeringkan untuk mengukur pertumbuhan. Supernatan yang diperoleh diendapkan dengan menggunakan etanol 96% pada suhu 4 °C selama 24 jam dan disentrifus dengan kecepatan 10000 g selama 20 menit. Eksopolisakarida kasar yang berupa endapan kemudian ditentukan kandungan eksopolisakaridanya dengan metode fenol-asam sulfat, dengan glukosa sebagai standar.

### **Pengujian Konsentrasi Eksopolisakarida (Dubois et al., 1956)**

Sebanyak 2 mL sampel ditambah dengan 0,5 mL fenol 5% dan dikocok. Setelah itu, ditambah dengan 2,5 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, dibiarkan selama 10 menit, dan kemudian ditempatkan pada penangas air dengan suhu 30 °C selama 20 menit. Kadar eksopolisakarida diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum 490 nm. Kurva standar disiapkan dengan mengukur absorbans larutan standar glukosa dengan konsentrasi 100-350 mg/L.

### **Pengujian Aktivitas Antimikroba (Norrel dan Messley, 1997)**

Aktivitas antimikroba diuji dengan menggunakan metode kertas cakram. Kertas cakram yang sudah direndam dengan larutan sampel ditempatkan di lapisan atas media nutrient agar (NA) pada cawan petri yang sudah diinokulasi dengan mikroba

uji, kemudian dimasukkan ke dalam ruang pendingin pada suhu 5 °C selama 12 jam. Setelah itu, materi uji diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Zona bening yang terbentuk menunjukkan aktivitas antimikroba dan diukur diameternya. Dalam uji aktivitas antimikroba ini digunakan kontrol positif, yaitu kloramfenikol, dan kontrol negatif, yaitu aquades.

#### **Pengujian Aktivitas Antioksidan (Handayani dan Sulisty, 2008)**

Aktivitas antioksidan diuji dengan menggunakan metode  $\beta$ -karotena/asam linoleat. Kecepatanwaktu pemucatan warna jingga dari  $\beta$ -karotena menunjukkan tinggi rendahnya aktivitas antioksidan, semakin lama waktu yang diperlukan untuk pemucatan, semakin baik mutu antioksidan tersebut. Larutan  $\beta$ -karotena disiapkan dengan melarutkan 2 mg  $\beta$ -karotena dalam 10 mL kloroform. Dari larutan tersebut dipipet 1 mL ke dalam erlenmeyer 100 mL, lalu diuapkan sampai kering pada suhu 40 °C. Selanjutnya ditambahkan berturut-turut 20  $\mu$ L asam linoleat 50 mM, 184  $\mu$ L Tween 80, dan 50 mL akuades. Kemudian campuran diaduk menggunakan pengaduk magnet sampai terbentuk emulsi. Dengan segera dipipet masing-masing 5 mL emulsi tersebut ke dalam tabung yang berisi 1 mL larutan sampel, kemudian diukur nilai absorbansi waktu ke-0 dan setiap selang 30 menit setelah inkubasi pada 50°C, dibaca pada  $\lambda$  470 nm. Dalam uji

aktivitas antioksidan ini senyawa hidroksitoluena berbutil (BHT) digunakan sebagai kontrol positif dan akuades sebagai kontrol negatif. Nilai aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai persentase sisa pemucatan warna dari  $\beta$ -karotena.

## **HASIL**

### **Pertumbuhan Miselium Jamur Tiram Putih**

Kultur murni jamur tiram putih pada awalnya ditumbuhkan pada media PDA. Miselium yang terbentuk pada media tersebut seperti benang-benang berwarna putih, tumbuh menyebar pada permukaan media PDA (Gambar 1a). Pertumbuhan miselium pada media cair MCM dengan berbagai sumber C dan N menghasilkan kumpulan miselium berupa pelet-pelet yang berukuran 0,5-2,0 cm berbentuk bulat lonjong (Gambar 1b).

### **Pengaruh Sumber Karbon terhadap pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida**

Pertumbuhan miselium dari jamur tiram putih pada media cair dengan berbagai macam sumber karbon menunjukkan bahwa glukosa memberikan hasil dengan bobot miselium kering yang paling tinggi yaitu 7,2 g/L tetapi produksi eksopolisakaridanya rendah. Hasil produksi eksopolisakarida berkisar dari 86 sampai 208 mg/L. Sukrosa merupakan sumber karbon yang baik dalam produksi eksopolisakarida dan memberikan hasil eksopolisakarida yang paling

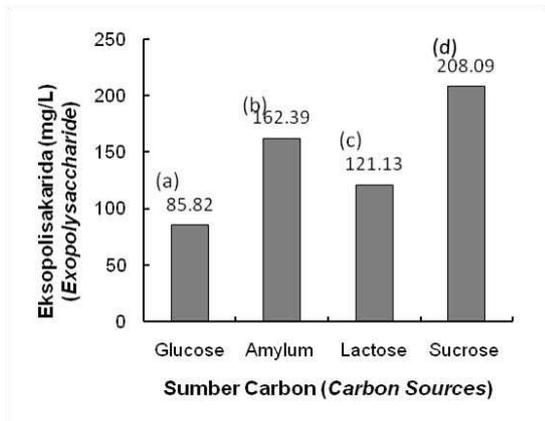


(a)

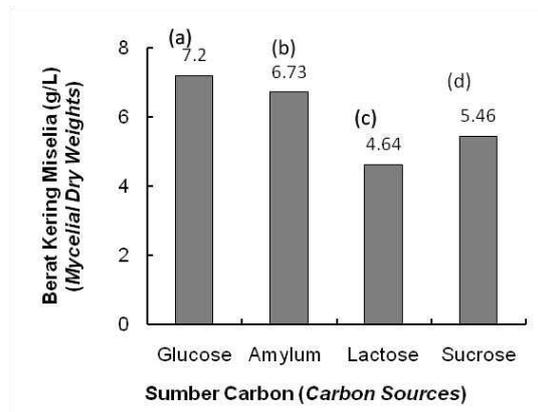


(b)

**Gambar 1.** Pertumbuhan miselium jamur tiram putih pada media PDA (a) dan pada media MCM (b) (*Growth of mycelium of white oyster mushroom on PDA medium (a) and MCM medium (b).*)

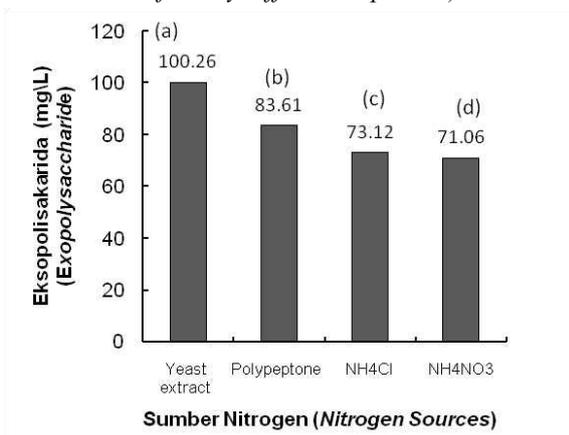


2.a.

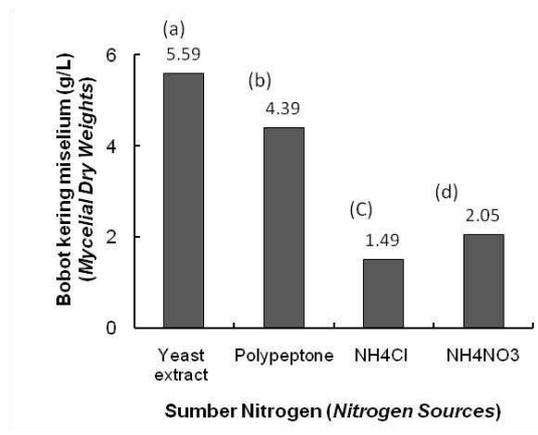


2.b.

**Gambar 2.** Pengaruh sumber karbon pada produksi eksopolisakarida (2.a.) dan pertumbuhan miselium (2.b.). Huruf yang berbeda pada setiap diagram batang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada setiap perlakuan ( $p < 0,05$ ) (Effect of Carbon sources on the exopolysaccharide production (2.a.) and growth of mycelium (2.b.)). Values followed by the different letter on bar diagram showed significantly different at  $p < 0.05$



3.a.



3.b.

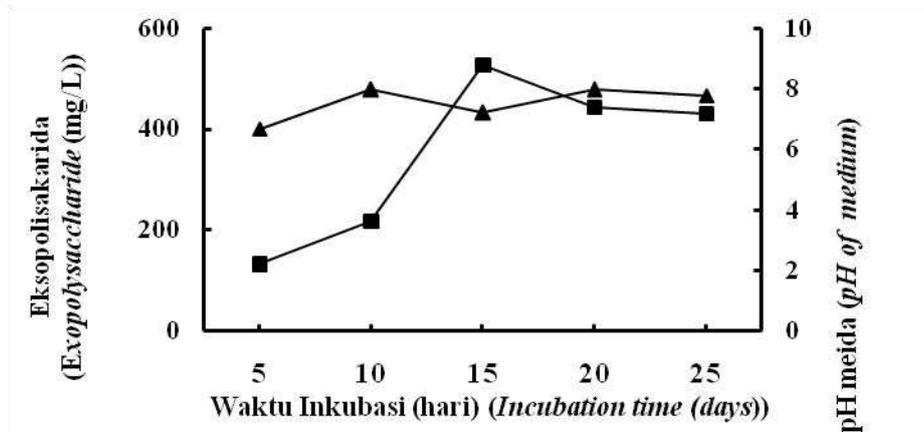
**Gambar 3.** Pengaruh sumber nitrogen pada produksi eksopolisakarida (3.a.) dan pertumbuhan miselium (3.b.). Huruf yang berbeda pada setiap diagram batang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada setiap perlakuan ( $p < 0,05$ ) (Effect of Carbon sources on the exopolysaccharide production (2.a.) and growth of mycelium (2.b.)) Values followed by the different letter on bar diagram showed significantly different at  $p < 0.05$

tinggi, hampir 2,5 kali dibandingkan jika sumber karbonnya glukosa. Sumber karbon pati dan laktosa memberikan hasil lebih tinggi daripada glukosa (Gambar 2).

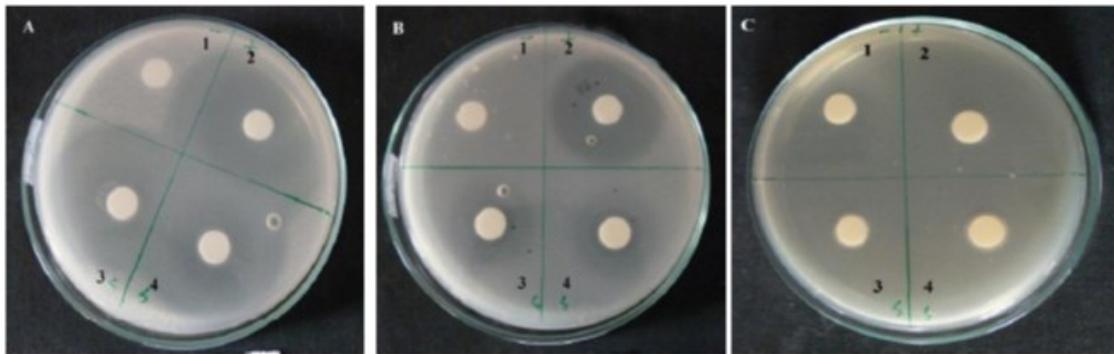
#### Pengaruh Sumber Nitrogen terhadap pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida

Dari berbagai sumber nitrogen yang digunakan dalam penelitian ini, ekstrak khamir

merupakan sumber nitrogen yang baik dalam pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida, masing-masing kira-kira 100 mg/L eksopolisakarida dan hampir 6 g/L bobot kering miselium. Ekstrak khamir memberikan hasil dengan bobot miselium kering dan produksi eksopolisakarida yang paling besar di antara sumber nitrogen yang lain (Gambar 3).



**Gambar 4.** Kadar eksopolisakarida (■) dan pH (●) media dari jamur tiram putih pada berbagai waktu inkubasi. (Concentration of exopolysaccharide (■) and pH of medium (●) during incubation time)



**Gambar 5.** Zona hambat dari akuades (1), kloramfenikol (2), dan senyawa eksopolisakarida (3 dan 4) terhadap mikroba uji *E. coli* (A), *B. subtilis* (B), dan *S. cerevisiae* (C). (Zone of inhibition test for antimicrobial activity of exopolysaccharide, (A) *E. coli*, (B) *B. subtilis*, (C) *S. cerevisiae*, (1) aquadest, (2) chloramphenicol, (3) exopolysaccharide)

#### Pengaruh Waktu Fermentasi

Produksi eksopolisakarida meningkat dari awal pertumbuhan jamur tiram putih, hari ke-15 menunjukkan produksi eksopolisakarida paling besar. Kenaikan produksi eksopolisakarida terjadi antara hari ke-10 dan hari ke-15, kemudian menurun setelah hari ke-15. Nilai pH media selama waktu inkubasi berkisar antara 6,5 dan 8,0 (Gambar 4).

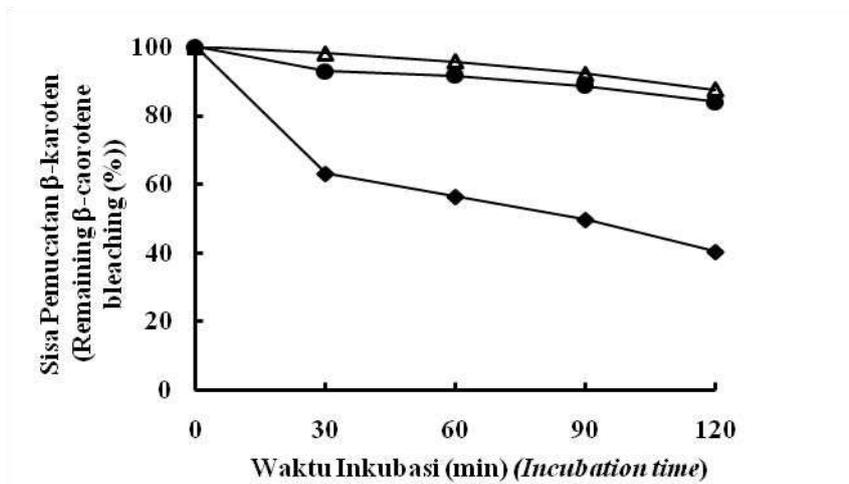
#### Pengujian Aktivitas Antimikroba

Hasil pengujian aktivitas antimikroba eksopolisakarida terhadap mikroba uji ditandai dengan terbentuknya suatu zona hambat di sekitar kertas cakram. Zona hambat dari eksopolisakarida dengan menggunakan mikroba uji *B. subtilis* ialah sebesar 13,5 mm dan kloramfenikol sebesar 32 mm, tetapi

untuk *E. coli*, zona hambat dari eksopolisakarida hanya sebesar 12 mm. Sedangkan pada mikroba uji *S. cerevisiae* tidak terbentuk zona hambat (Gambar 5).

#### Pengujian Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan data yang diperoleh, pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan warna β-karotena memucat. Pada eksopolisakarida selama waktu inkubasi, sisa pemucatan warna β-karotenanya hampir sama dengan senyawa BHT. Nilai sisa pemucatan warna untuk eksopolisakarida dan BHT selalu beriringan dari awal sampai akhir waktu inkubasi, meskipun eksopolisakarida masih sedikit di bawah BHT. Penurunan nilai sisa pemucatan warna selama waktu inkubasi untuk eksopolisakarida dan BHT selama waktu inkubasi tidak nyata, berbeda dengan



**Gambar 6.** Uji aktivitas antioksidan senyawa eksopolisakarida dari jamur tiram putih yang ditumbuhkan dalam media dengan sumber C dan N yang terbaik, kontrol (◆) BHT (Δ) dan eksopolisakarida (●). (*The antioxidant activity test of exopolysaccharide (●) from white oyster mushroom compare to aquadest (◆) and BHT (Δ)*).

kontrol yang menunjukkan penurunan nilai sisa pemucatan warna hampir setengahnya (Gambar 6).

## PEMBAHASAN

### Kondisi Optimum

Secara umum, faktor penentu pertumbuhan jamur termasuk jamur tiram terbagi menjadi 2, yaitu faktor nutrisi dan faktor lingkungan. Pada penelitian ini, jamur tiram putih ditumbuhkan pada media cair MCM dengan menggunakan sumber karbon dan nitrogen yang berbeda-beda. Media MCM merupakan media lengkap yang sangat cocok untuk pertumbuhan jamur karena mengandung sumber karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral, termasuk untuk memproduksi eksopolisakarida (Kim *et al.*, 2002).

Di antara sumber karbon yang digunakan dalam penelitian ini, sukrosa merupakan sumber karbon yang paling baik dalam produksi eksopolisakarida dari jamur tiram putih. Diperkirakan bahwa jamur tiram putih lebih mudah melakukan metabolisme sukrosa dibandingkan dengan sumber karbon lain yang diujikan dalam penelitian ini. Kemudahan dalam menggunakan sukrosa sebagai sumber karbon ini memungkinkan untuk pertumbuhan dan pembentukan biomassa sel dari jamur tiram putih sehingga sel tersebut dapat mengekskresikan eksopolisakarida secara optimum. Hasil yang sama telah dilaporkan pada jamur *Paecilomyces sinclairii* (Kim *et al.*,

2002). Akan tetapi, berbeda pada pertumbuhan jamur *Tremella fuciformis* dan *Lyophyllum decastes*, glukosa merupakan sumber karbon yang paling baik (Cho *et al.*, 2006; Pokhrel dan Ohga, 2007). Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa produksi eksopolisakarida dari jamur dengan spesies berbeda membutuhkan sumber karbon yang berbeda pada media pertumbuhannya.

Nitrogen dapat tersedia sebagai amonia, nitrat, atau dalam komponen-komponen organik seperti sebagai asam amino dan protein. Penghilangan nitrogen pada media tanam sangat berpengaruh pada pertumbuhan jamur. Dari berbagai sumber nitrogen yang digunakan dalam penelitian ini, ekstrak khamir merupakan sumber nitrogen yang paling baik. Hasil yang sama juga telah dilaporkan pada jamur *L. decastes* (Pokhrel dan Ohga, 2007). Akan tetapi, berbeda pada jamur *P. sinclairii* dan *Phellinus linteus*, tepung jagung merupakan sumber nitrogen yang paling baik dalam pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida (Kim *et al.*, 2002; Hwang *et al.*, 2003). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida dari jamur dengan spesies berbeda membutuhkan sumber nitrogen pada media pertumbuhan yang berbeda pula. Sebagaimana telah dikemukakan terdahulu, hal sama juga terjadi pada sumber karbon, yakni

spesies yang berbeda membutuhkan sumber karbon berbeda pula.

Penentuan waktu inkubasi optimum yang tepat merupakan faktor terpenting untuk produksi eksopolisakarida secara maksimum dari jamur pada media cair (Pokhrel dan Ohga, 2007). Waktu inkubasi optimum untuk produksi eksopolisakarida dari jamur tiram putih pada penelitian ini jatuh pada hari ke-15. Hasil yang sama telah dilaporkan pada jamur *P. linteus* dan *L.decastes* (Hwang *et al.*, 2003; Pokhrel dan Ohga, 2007). Pada waktu inkubasi optimum bagi jamur tiram putih ini, jamur masuk dalam fase stasioner, yaitu fase pertumbuhan jamur yang ditandai dengan tidak ada kenaikan populasi karena berangsur-angsur jamur mulai berhenti tumbuh dan beralih ketinggian metabolisme yang lebih rendah sehingga pada fase ini jamur menghasilkan pertumbuhan miselium dan produksi senyawa metabolit yang optimum (Pelczar dan Chan, 1986).

Beberapa jamur mengekskresikan eksopolisakarida di sekitar lingkungan pertumbuhannya. Jumlah dan komposisi eksopolisakarida ini sangat beragam tergantung pada genus, spesies, dan galur jamur tersebut. Dalam beberapa kasus bergantung pula pada kondisi lingkungan pertumbuhan jamur itu sendiri. Jamur sangat membutuhkan energi untuk menghasilkan eksopolisakarida. Oleh karena itu, adanya sumber karbon dan nitrogen di dalam media tumbuh selain dapat berfungsi sebagai komponen pembentukan sel, dapat pula berfungsi sebagai sumber energi yang diperlukan untuk sintesis dan ekskresi eksopolisakarida. Hasil optimum yang diperoleh dari penelitian ini (527 mg/L) masih lebih rendah daripada hasil yang dilaporkan oleh Kim *et al.* (2002), yaitu 865 mg/L. Hal ini karena galur yang digunakan dalam penelitian ini berbeda.

#### Aktivitas Antimikroba

Zat antimikroba adalah zat yang dapat mengganggu pertumbuhan atau metabolisme mikroba. Berdasarkan aktivitasnya, zat antimikroba dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu yang memiliki aktivitas bakteriostatik atau menghambat pertumbuhan bakteri dan yang memiliki aktivitas bakterisidal atau membunuh bakteri. Aktivitas antimikroba ditandai dengan terbentuknya suatu zona bening atau zona hambat di sekitar kertas cakram. Zona hambat yang dihasilkan

dari eksopolisakarida jamur tiram putih lebih kecil dibandingkan dengan kloramfenikol (kontrol positif), yaitu antibiotik yang sudah murni.

Zona hambat yang terbentuk berupa zona hambat total (zona hambat di sekitar kertas cakram benar-benar bersih) dan zona hambat parsial (zona hambat di sekitar kertas cakram masih terdapat sedikit mikroba uji yang tumbuh). Zona hambat pada *B. subtilis* lebih jernih dibandingkan dengan *E. coli*, sedangkan untuk *S. cerevisiae* (khamir) tidak terbentuk zona hambat (Gambar 5). Perbedaan ini dikarenakan sensitivitas bakteri terhadap senyawa antimikroba berbeda. Struktur dinding sel *B. subtilis* (Gram positif) lebih sederhana dibandingkan dengan *E. coli* (Gram negatif) sehingga memudahkan masuknya senyawa antimikroba (Dewi, 2010). Hasil ini menunjukkan bahwa eksopolisakarida dari jamur tiram putih aktif sebagai senyawa antimikroba terhadap *B. subtilis* dan *E. coli*, tetapi tidak untuk *S. cerevisiae*. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Pushpa dan Purushothama (2010), yang melaporkan ekstrak senyawa dari *L.decastes* aktif sebagai senyawa antimikroba terhadap *B. subtilis* dan *E. coli*.

#### Aktivitas Antioksidan

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa eksopolisakarida dari jamur tiram putih mempunyai aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan eksopolisakarida ini juga dibandingkan dengan senyawa BHT (antioksidan sintetik) yang dijadikan kontrol positif. Meskipun nilai aktivitasnya lebih rendah daripada BHT, sebagai senyawa alamiah eksopolisakarida memiliki segi keamanan yang lebih baik terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Selain itu, menurut para peneliti, senyawa BHT bersifat karsinogenik. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Jose dan Janardhanan (2000) bahwa ekstrak senyawa dari *P. florida* juga mempunyai aktivitas antioksidan.

#### KESIMPULAN

Pertumbuhan miselium dan produksi eksopolisakarida jamur tiram putih pada saat ditumbuhkan pada media cair MCM memberikan hasil yang optimum dengan menggunakan sumber karbon sukrosa dan sumber nitrogen ekstrak khamir. Sukrosa menghasilkan bobot kering miselium 5,5 g/L dan eksopolisakarida 208 mg/L, sedangkan ekstrak kha-

mirmenghasilkan bobot kering miselium 5,6 g/L dan eksopolisakarida 100 mg/L. Waktu inkubasi yang optimum untuk produksi eksopolisakarida ialah 15 hari dengan kadar eksopolisakarida 527mg/L. Eksopolisakarida yang dihasilkan dari jamur tiram putih mempunyai aktivitas antimikroba terhadap *B. subtilis* dan *E. coli*. Selain itu, senyawa eksopolisakarida juga mempunyai aktivitas antioksidan yang mendekati BHT.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Kegiatan DIPA Tematik Pusat Penelitian Biologi LIPI tahun 2013.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Chen W, Z Zhao, SF Chen, and YQ Li. 2007.** Optimization for the production of exopolysaccharides from *Fomes fomentarius* in submerged culture and its antitumor effect *in vitro*. *Bioreource Technology* **99**,3187-3194.
- Cho YS, JS Kim, DE Crowley, and BG Cho. 2002.** Growth promotion of the edible fungus *Pleurotus ostreatus* by fluorescent pseudomonads. *Microbiology Letters* **218**,271-276.
- Cho EJ, J Young, HY Chang, and JW Yun. 2006.** Production of exopolysaccharides by submerged mycelial culture of a mushroom *Tremella fuciformis*. *Journal of Biotechnology* **127**,129-140.
- Cohen R, L Persky, and Y Hadar. 2002.** Biotechnological application and potential of wood-degrading mushrooms of the Genus *Pleurotus*. *Applied Microbiology and Biotechnology* **58**,582-594.
- Dewi FK. 2010.** Aktivitas antibakteri ekstrak etanol buah mengkudu (*Morinda citrifolia*, Linnaeus) terhadap bakteri pembusuk daging segar. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret.[skripsi]
- Dubois M, KA Gilles, JK Hamilton, PA Rebers, and F Smith. 1956.** Colorimetric method for determination of sugar and related substance. *Analytical Chemistry* **28**:350-356.
- Handayani R and J Sulisty. 2008.** Sintesis senyawa flavonoid  $\alpha$ -glikosida secara reaksi transglikosilasi enzimatis dan aktivitasnya sebagai antioksidan. *Biodiversitas* **9**,1-4.
- Hwang HJ, SE Kim, JW Choi, and JW Yun. 2003.** Production and characterization of exopolysaccharides from submerged culture of *Phellinus linteus* KCTC 6190. *Enzyme and Microbial Technology* **33**,309-319.
- Jose N and KK Janardhanan. 2000.** Antioxidant and antitumor activity of *Pleurotus florida*. *Current Science* **79**,941-943.
- Kim HO, JM Lim, JH Joo, SW Kim, HJ Hwang, JW Choi, and JW Yun. 2004.** Optimization of submerged culture condition for the production of mycelial biomass and exopolysaccharides by *Agrocybe cylindracea*. *Biore-source Technology* **96**:1175-1182.
- Kim SW, HJ Hwang, JP Park, YJ Cho, CH Song, and JW Yun. 2002.** Mycelial growth and exobiopolymer production by submerged culture of various edible mushrooms under different media. *Letters in Applied Microbiology* **34**,56-61.
- Lin ES and SC Sung. 2006.** Cultivating conditions influence exopolysaccharides production by the edible Basidiomycete *Antrodia cinnamomea* in submerged culture. *International Journal of Food Microbiology* **108**,182-187.
- Miles PG and ST Chang. 1997.** *Mushrooms Biology. Concise Basics and Current Developments*. Singapore (SG), World Scientific.
- Norrel SA and KE Messley. 1997.** *Microbiology Laboratory Manual Principles and Applications*. New Jersey (US), Prentice Hall.
- Pelczar MJJ and ECS Chan. 1986.** *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, penerjemah; Jakarta (ID): UI-Pr. Terjemahan dari: *Element of Microbiology*.
- Pokhrel CP and S Ohga. 2007.** Submerged culture conditions for mycelial yield and polysaccharides production by *Lyophyllum decastes*. *Food Chemistry* **105**,641-646.
- Pushpa H and KB Purushothama. 2010.** Antimicrobial activity of *Lyophyllum decastes* an edible wild mushroom. *World Journal of Agriculture Science* **6**(5),506-509.

# Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

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

## Tipe naskah

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

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

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

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

## Struktur naskah

- 1. Bahasa**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Format naskah

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

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

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

#### **Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah**

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

#### **Penelitian yang melibatkan hewan**

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

#### **Lembar ilustrasi sampul**

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

#### **Proofs**

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

#### **Naskah cetak**

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

#### **Pengiriman naskah**

Naskah dikirim dalam bentuk .doc atau .docx.

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

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

Telp: +61-21-8765067

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

Email: [jurnalberitabiologi@yahoo.co.id](mailto:jurnalberitabiologi@yahoo.co.id)

[berita.biologi@mail.lipi.go.id](mailto:berita.biologi@mail.lipi.go.id)

# BERITA BIOLOGI

Vol. 15(2)

Isi (Content)

Agustus 2016

## MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

**NILAI HETEROSIS DAN PERANAN INDUK PADA KARAKTER PERTUMBUHAN HASIL PERSI-LANGAN INTERSPESIFIK *Tor soro* DAN *Tor douronensis* [Growth Heterosis Values and The Role of Parent *Tor soro* and *Tor douronensis* in Interspecific Crossed]**  
*Deni Radona, Jojo Subagja, Irin Iriana Kusmini dan Rudhy Gustiano* ..... 107-112

**IDENTIFIKASI GEN / QTL (Quantitative Trait Loci) SIFAT TOLERAN CEKAMAN ALUMINIUM PADA GALUR-GALUR PADI GOGO [Identification of Gene / QTL (Quantitative Trait Loci) for Aluminium Stress Tolerant in Upland Rice Lines]**  
*Dwinita W Utami, I Rosdianti, S Yuriyah, AD Ambarwati, I Hanarida, Suwarno dan Miftahudin*..... 113-124

**RESPON GALUR/VARIETAS KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.) TERHADAP PUPUK DOSIS N dan ZAT PENGATUR TUMBUH PADA SISTEM TUMPANGSARI DENGAN JAGUNG [Responses of Cotton Lines/Variety (*Gossypium hirsutum* L.) to Dosage of Nitrogen Fertiliser and Plant Growth Regulator Under Inter-cropping with Maize]**  
*Fitriningdyah Tri Kadarwati dan Prima Diarini Riajaya* ..... 125-132

**OPTIMASI PRODUKSI SERTA ANALISIS AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN ANTIMIKROBA SENYAWA EKSPOLISAKARIDA DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) PADA MEDIA CAIR [Optimization of Exopolysaccharide Production from *Pleurotus ostreatus* Growth on Liquid Medium and Analysis of Its Antioxidant and Antimicrobial Activity]**  
*Iwan Saskiawan, Misbahul Munir dan Suminar S Achmadi* ..... 133-140

**COOKING CHARACTERIZATION OF ARROWROOT (*Maranta arundinaceae*) NOODLE IN VARIOUS ARENGA STARCH SUBSTITUTION [Karakteristik Pemasakan Mie Garut (*Maranta arundinaceae*) Pada Variasi Substitusi Pati Aren]**  
*Miftakhussolikah, Dini Ariani, Erika RNH, Mukhamad Angwar, Wardah, L Lola Karlina, Yudi Pranoto* ..... 141-148

**PENURUNAN KADAR TANIN DAN ASAM FITAT PADA TEPUNG SORGUM MELALUI FERMENTASI *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae* [Reduction of Tannin and Phytic Acid on Sorghum Flour by using Fermentation of *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*]**  
*R. Haryo Bimo Setiarto dan Nunuk Widhyastuti* ..... 149-157

**EVALUASI AKTIVITAS ANTI-INFLAMASI DAN ANTIOKSIDAN SECARA IN-VITRO, KANDUNGAN FENOLAT DAN FLAVONOID TOTAL PADA *Terminalia* spp. [Evaluation of In-vitro Anti-inflammatory and Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid Content on *Terminalia* spp.]**  
*Tri Murningsih dan Ahmad Fathoni* ..... 159-166

**OXYGEN CONSUMPTION OF ROCK BREAM *Oplegnathus fasciatus* IN DIFFERENT SALINITY LEVELS AND TEMPERATURE DEGREES [Konsumsi oksigen Ikan Rock Bream *Oplegnathus fasciatus* pada tingkat salinitas dan suhu yang berbeda]**  
*Vitas Atmadi Prakoso, Jun Hyung Ryu, Byung Hwa Min, Rudhy Gustiano and Young Jin Chang* ..... 167-173

**SELEKSI JAMUR PATOGEN SERANGGA *Beauveria* spp. SERTA UJI PATOGENISITASNYA PADA SERANGGA INANG-WALANG (*Leptocorisa acuta*) [Selection of Entomopathogenic Fungi *Beauveria* spp. and their Pathogenicity Test Against Insect Host-Rice Stink Bug (*Leptocorisa acuta*)]**  
*Wartono, Cynthia Nirmalasari, dan Yadi Suryadi* ..... 175-184

**KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL  $\alpha$ -AMILASE DAN IDENTIFIKASI ISOLAT C2 YANG DIISOLASI DARI TERASI CURAH SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR [Characterization bacteria Producing  $\alpha$ -amylase and Identification of Strains C2 Isolated from bulk shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan]**  
*Yati Sudaryati Soeka* ..... 185-193

**ANALISIS DELIMITASI JENIS PADA *Monascus* Spp. MENGGUNAKAN SIDIK JARI DNA ARBITRARY PRIMER PCR [Species Delimitation Analysis within *Monascus* spp. Using Arbitrary Primer PCR DNA Fingerprinting]**  
*Nandang Suharna dan Heddy Julistiono* ..... 195-200

## KOMUNIKASI PENDEK

**PENGARUH LAMA PENYIMPANAN TERHADAP PERKECAMBAHAN BIJI SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wallich ex Nees) [Effect of Seed Storage Duration on Seed Germination of sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wallich ex Nees)]**  
*Solikin*..... 201-206