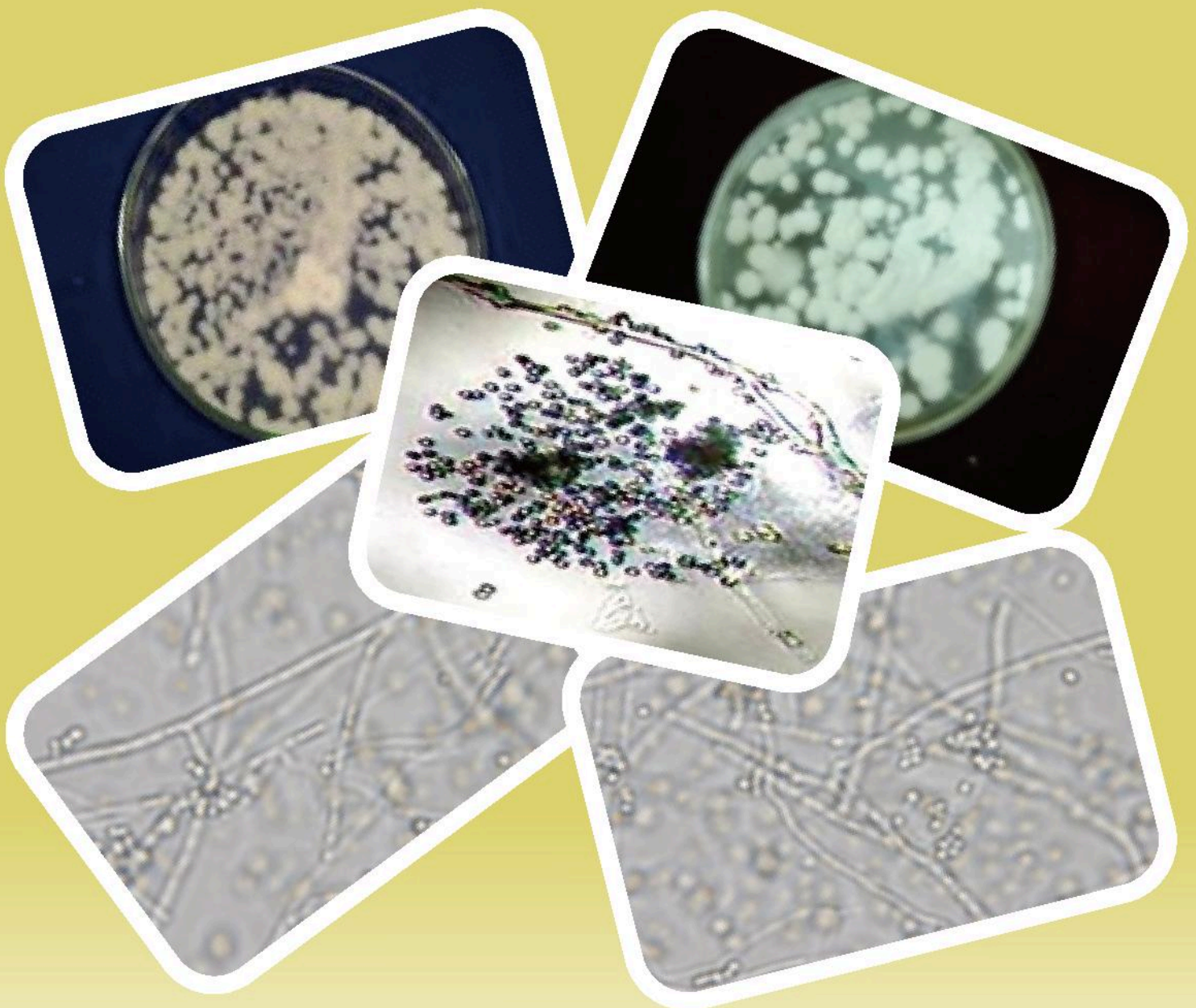


# Berita Biologi

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

## KARAKTERISASI BAKTERI PENGHASIL $\alpha$ -AMILASE DAN IDENTIFIKASI ISOLAT C<sub>2</sub> YANG DIISOLASI DARI TERASI CURAH SAMARINDA, KALIMANTAN TIMUR

[Characterization Bacteria Producing  $\alpha$ -Amylase and Identification of Strains C<sub>2</sub> Iso-lated from Bulk Shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan]

Yati Sudaryati Soeka

Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi- LIPI.

Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911

email: ceuceu\_lipi@yahoo.com

Revisi: 29 Juli 2016

### ABSTRACT

Enzymes  $\alpha$ -amylase is one of the enzymes used in the process of starch degradation. This present study was aimed to characterize and identify  $\alpha$ -amylase producing strain isolated from bulk shrimp-paste in Samarinda, East Kalimantan. An experiment was conducted to examine influences of incubation, carbon source, substrate concentration temperature for incubation, pH of media, and addition of metal ions. Identification of strain C<sub>2</sub> was carried out by using Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega). The result showed that optimum activity of  $\alpha$ -amylase from C<sub>2</sub> after six days incubation was 18.93 U/mL. Tests on the type of substrate, soluble starch was the best source to produce  $\alpha$ -amylase (14.51 U/mL). However, at concentration of 2% and incubation temperature at 40°C, enzymatic activity was decreased to 12.56 U/mL and 12.79 U/mL, respectively within residual activity of 74.75%. The enzyme activity was 16.43 U/mL and its residual activity was 39.14% when it was assayed at pH 8.5. Addition of metal ions in the form of divalent and monovalent cations (1 mM) showed that the enzyme could be activated by ion Ca<sup>2+</sup> while ion Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> decrease the activity of the enzyme. Molecular characterization of strain C<sub>2</sub> using partial sequences of 16S rDNA demonstrated that the strain was referred to as *Bacillus subtilis*.

**Key words:** shrimp-paste,  $\alpha$ -amylase, enzyme activity, characterization, *Bacillus subtilis*

### ABSTRAK

Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan salah satu enzim yang digunakan untuk proses degradasi pati. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi dan identifikasi biakan penghasil enzim  $\alpha$ -amilase yang diisolasi dari terasi curah di Samarinda, Kalimantan Timur. Beberapa percobaan telah dilakukan untuk menguji pengaruh waktu inkubasi, sumber karbon, konsentrasi substrat, variasi suhu, variasi pH, dan penambahan ion-ion logam. Identifikasi isolat C<sub>2</sub> dilakukan dengan menggunakan *Wizard Genomic DNA Purification Kit* (Promega). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas optimum  $\alpha$ -amilase dari isolat C<sub>2</sub> yang inkubasi selama enam hari yaitu sebesar 18,93 U/mL. Pengujian terhadap jenis substrat, menunjukkan bahwa pati terlarut adalah sebagai sumber karbon yang terbaik dalam menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase (14,51 U/mL), namun pada konsentrasi substrat pati terlarut 2% dan suhu inkubasi 40°C aktivitas menurun, masing-masing menjadi 12,56 U/mL dan 12,79 U/mL, dengan menunjukkan residu aktivitas sebesar 74,75%. Pada pH 8,5 enzim menunjukkan aktivitas sebesar 16,43 U/mL dengan residu aktivitas sebesar 39,14%. Penambahan ion logam dalam bentuk kation divalen dan monovalen (1 mM), menunjukkan bahwa enzim dapat diaktifkan oleh ion Ca<sup>2+</sup> sedangkan ion Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> menurunkan aktivitas enzim. Karakterisasi molekuler isolat C<sub>2</sub> menggunakan urutan 16S rDNA parsial menunjukkan bahwa strain tersebut merujuk pada *Bacillus subtilis*.

**Kata-kunci:** terasi,  $\alpha$ -amilase, aktivitas enzimatik, karakterisasi, *Bacillus subtilis*

### PENDAHULUAN

Bioteknologi enzim yang bersumber dari mikroorganisme secara umum banyak diminati oleh industri (Ginting 2009; Alariya *et al.* 2013). Salah satunya adalah enzim  $\alpha$ -amilase (EC.3.2.1.1) disebut juga sebagai 1,4- $\alpha$ -D-glukan glukonohidrolase atau glukogenase. Enzim  $\alpha$ -amilase dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti tanaman, binatang dan mikroorganisme. Saat ini sejumlah enzim amilase telah diproduksi secara komersial.

Penggunaan mikroorganisme dari bakteri, jamur, khamir, aktinomisetes dianggap lebih menguntungkan karena mudah tumbuh, cepat dalam berproduksi dan kondisi lingkungan yang mudah dikendalikan (Hoque *et al.* 2006; Kar and Ray 2008; Gurung *et al.* 2013). Salah satu enzim yang sangat potensial digunakan adalah enzim yang bersifat

alkali, karena enzim yang bersifat alkali sangat bermanfaat untuk pembuatan bahan deterjen, sehingga perlu ditemukan banyak mikroba sebagai sumber penghasil enzim amilase dengan karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan (Sundarram and Murthy, 2014), mengingat enzim  $\alpha$ -amilase sangat dibutuhkan di berbagai sektor industri, seperti makanan dan minuman seperti sirup jagung, obat-obatan (medis) seperti etanol, tekstil, aditif pada deterjen dan sebagainya (Sivaramkrishnan *et al.*, 2006; Gurung *et al.*, 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat yang dapat menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase dan karakterisasi enzim amilase yang dihasilkannya.

### BAHAN DAN CARA KERJA

### **Persiapan Isolat**

Isolat-isolat yang digunakan dalam penelitian ini adalah C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> dan C<sub>5</sub> yang disolasi dari terasi curah berasal dari Samarinda, Kalimantan Timur. Isolat-isolat ini ditumbuhkan dan dipelihara pada media nutrisi agar (NA), dengan komposisi terdiri dari; *beef extract* 3 g, pepton 5 g, bacto agar 20 g, dilarutkan dalam satu liter akuades, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C dalam inkubator selama tiga hari.

### **Media selektif $\alpha$ -amilase**

Media yang digunakan untuk memproduksi enzim amilase adalah YPSs (*Yeast Pepton Starch soluble*) cair dan padat dengan komposisi; 0,2% ekstrak khamir, 0,5% pepton, 0,3 % KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,05% MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 0,01% CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O, 2% agar dan 2% pati terlarut sebagai sumber karbon (Mangunwardoyo *et al.*, 1982). Pengujian aktivitas amilase secara kualitatif (Mishra and Behera, 2008).

### **Pengujian aktifitas $\alpha$ -amilase secara kuantitatif**

Sebanyak 0,5 ml larutan enzim ditambahkan ke dalam 0,5 ml substrat 2 % pati terlarut dalam 0,05 M larutan bufer glisin-NaOH pH 8, kemudian diinkubasikan pada suhu 40°C selama 10 menit. Produk yang terbentuk berupa gula reduksi (glukosa) diukur dengan metoda Bernfeld (1995). Sedangkan untuk mengetahui konsentrasi gula reduksi yang tertentu, digunakan larutan standar glukosa (Kiran *et al.* 2005). Pengujian dilakukan dalam 2 kali ulangan.

### **Karakterisasi enzim $\alpha$ -amilase**

#### **Pengaruh waktu inkubasi**

Untuk mengetahui pengaruh lama waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, dilakukan pengamatan dan pengujian aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase setiap hari selama satu sampai delapan hari inkubasi.

#### **Pengaruh penambahan sumber karbon**

Pengaruh penambahan sumber karbon yang akan dipakai sebagai substrat terdiri dari pati terlarut, tepung terigu, beras, beras ketan, sagu, tapioka, maizena dan dedak beras dengan konsentrasi masing-masing 2%.

### **Pengaruh konsentrasi sumber karbon optimum**

Pengaruh konsentrasi substrat terhadap aktivitas enzim diuji dengan cara mereaksikan larutan enzim dengan substrat karbon optimum pada konsentrasi 0,5%, 1%, 1,50%, 1,75%, 2% dengan waktu inkubasi optimum.

### **Pengaruh suhu dan stabilitas enzim.**

Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim amilase diuji dengan cara mengukur aktivitasnya pada suhu 30, 37, 40, 50, 60, dan 70°C dengan waktu inkubasi, sumber karbon dan konsentrasi substrat sumber karbon optimum. Uji pengaruh suhu terhadap stabilitas enzim dilakukan dengan cara menginkubasi enzim dengan variasi suhu selama 10 menit sebelum dilakukan pengujian residu aktivitasnya.

### **Pengaruh pH dan stabilitas enzim.**

Pengaruh pH terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase, diuji dengan cara melakukan pengujian aktivitas enzimatis dalam larutan bufer glisin dengan waktu inkubasi, jenis dan konsentrasi sumber karbon dan suhu optimum. Larutan bufer yang digunakan adalah 0,05 M bufer glisin NaOH pada pH 7; 8; 8,5; 9; 10; 11. Uji pengaruh pH terhadap stabilitas enzim dilakukan dalam bufer dengan beberapa variasi pH selama 10 menit sebelum dilakukan pengujian terhadap aktivitasnya.

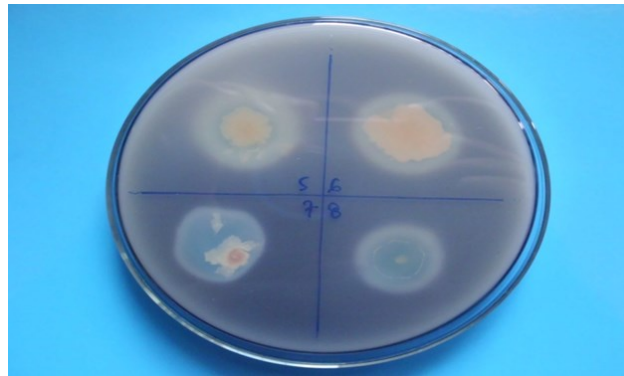
### **Pengaruh penambahan ion logam.**

Pengaruh penambahan ion logam Ca<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> dan Na<sup>+</sup> dalam bentuk garam CaCl<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub>, CoCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Zn Cl<sub>2</sub> dan NaCl yang bersifat aktivator atau inhibitor terhadap aktivitas enzimatis, dilakukan di dalam kondisi waktu inkubasi, sumber karbon, konsentrasi substrat, suhu dan pH optimum bagi aktivitas enzim.

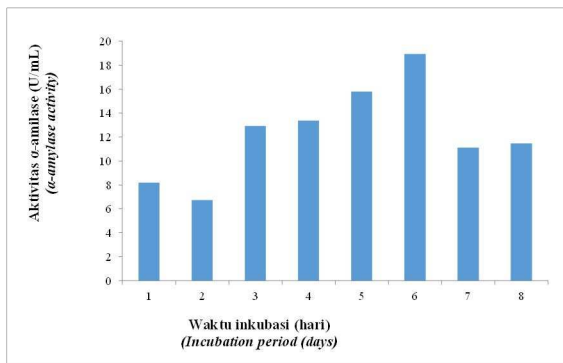
### **Identifikasi isolat.**

Isolat C<sub>2</sub> diidentifikasi secara molekuler dengan cara melakukan sekuensing 16S rDNA menggunakan primer 9F (5'-GAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') dan 1510R (5'-GGCTACCTTGTTACG ACTT-3').

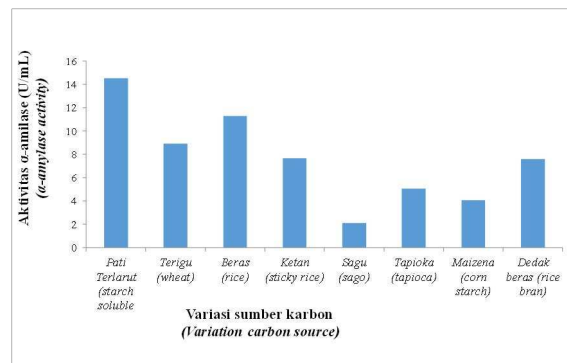
### **Amplifikasi 16S rDNA.**



**Gambar 1.** Isolat C<sub>2</sub> (no 5), C<sub>3</sub> (no 6), C<sub>4</sub> (no 7), C<sub>5</sub> (no 8) menunjukkan kemampuan dalam mendegradasi pati terlarut (*Strain of C<sub>2</sub> (no 5), C<sub>3</sub> (no 6), C<sub>4</sub> (no 7), C<sub>5</sub> (no 8) showed capability to degrade starch soluble*)



**Gambar 2.** Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim (*Effect of incubation time on enzyme activity*)



**Gambar 3.** Pengaruh variasi sumber karbon terhadap aktivitas enzim (*Effect of carbon source variation on enzyme activity*)

DNA dari isolat bakteri C<sub>2</sub> diisolasi menggunakan *Wizard Genomic DNA Purification Kit* (Promega). Amplifikasi 16S rDNA dilakukan menggunakan metode PCR dengan primer universal yaitu 9F dan 1510R. Komposisi per reaksi sebesar 50  $\mu$ l terdiri dari primer 9F dan 1510R 10 mM, masing-masing sebesar 1,25  $\mu$ l, DNA template 2  $\mu$ l (10-100 ng), Go Taq® master mix (Promega) sebesar 25  $\mu$ l, dan *Ultra pure water DNA/RNase free* 20,5  $\mu$ l. Reaksi PCR menggunakan *Thermalcycler* (Takara, Shuzo, Co. Ltd.) dengan kondisi sebagai berikut : predenaturasi pada 95°C selama 3 menit, dilanjutkan dengan 30 siklus yang terdiri dari denaturasi pada 95°C selama 30 detik, perekatan pada primer 50°C selama 30 detik, pemanjangan pada 72°C selama 90 detik, dan pemanjangan akhir pada 72°C selama 7 menit.

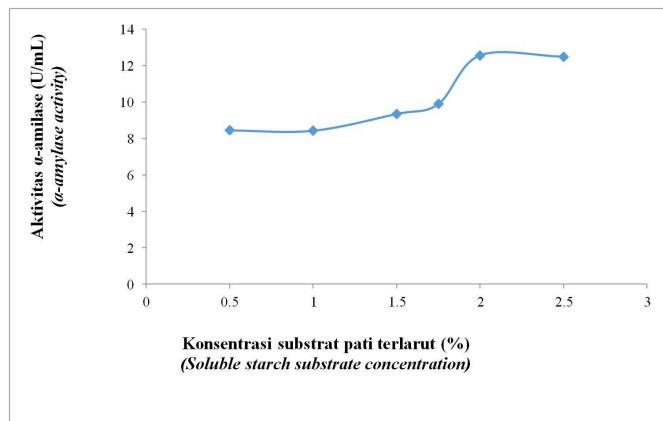
Produk PCR dipurifikasi dan dilanjutkan dengan sekuensing dengan *Genetic analyzer* ABI 3130. Hasil sekuensing dicek, diedit dan disambungkan menggunakan program *Bioedit*. Fasta yang diperoleh di *blast* dengan *Gen Bank* NCBI.

## HASIL

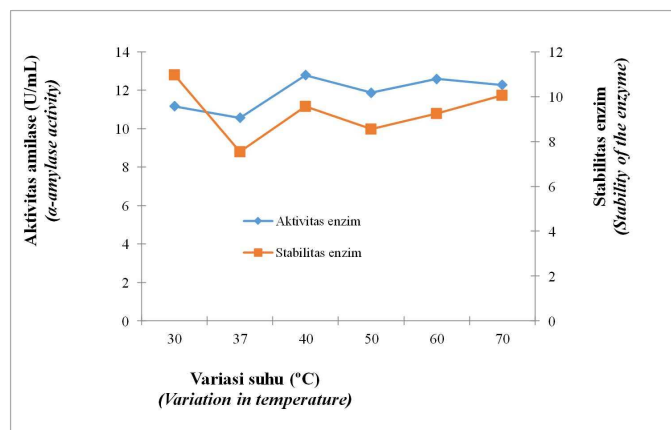
Dalam proses produksi selain bahan baku, maka hal yang juga perlu diperhatikan adalah jenis mikrobia yang dipakai dan faktor lingkungan. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan adalah waktu inkubasi, pengaruh penambahan berbagai macam jenis sumber karbon, pengaruh konsentrasi substrat, pengaruh suhu dan pH, dan penambahan ion logam yang bersifat aktivator atau inhibitor.

Isolat C<sub>2</sub> (no 5), C<sub>3</sub> (no 4), C<sub>4</sub> (no 7), C<sub>5</sub> (no 8) dapat mendegradasi pati terlarut dengan adanya zona

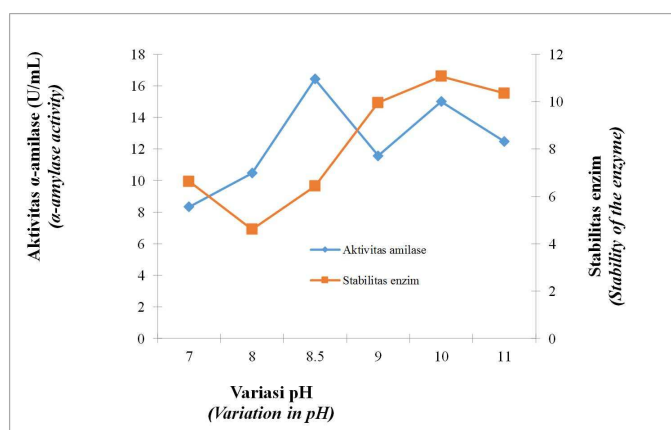




**Gambar 4.** Pengaruh konsentrasi substrat pati terlarut terhadap aktivitas α-amilase (Effect of concentration of soluble starch as its substrate on activity of α amylase)

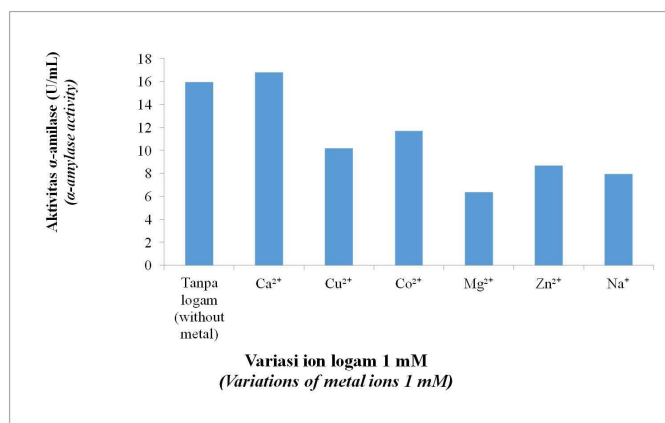


**Gambar 5.** Pengaruh suhu terhadap aktivitas dan stabilitas enzim (Effect of temperature on activity and stability of enzyme)



**Gambar 6.** Pengaruh pH terhadap aktivitas dan stabilitas enzim (Effect of pH on activity and stability of enzyme)





**Gambar 7.** Pengaruh penambahan ion-ion logam terhadap aktivitas enzim (*Effect of addition of metal ions on enzyme activity*)

bening di sekitar koloni isolatnya (Gambar 1). Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni isolat C<sub>2</sub> (no 5) terlihat yang paling besar dibandingkan dengan isolat C<sub>3</sub> (no 4), C<sub>4</sub> (no 7), C<sub>5</sub> (no 8), sehingga isolat C<sub>2</sub> dipilih sebagai isolat yang digunakan pada penelitian selanjutnya. Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim ditentukan dengan pengujian selama delapan hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktivitas enzim mengalami fluktuasi berkisar antara 6,73-18,93 U/mL. Aktivitas  $\alpha$ -amilase dari isolat C<sub>2</sub> mempunyai nilai optimum pada hari keenam, yaitu sebesar 18,93 U/mL (Gambar 2). Pada hari pertama sampai hari keenam terjadi kenaikan aktivitas walau pada hari ke dua terjadi penurunan dibanding hasil pada hari pertama, sedangkan pada hari ketujuh dan delapan terjadi penurunan aktivitas kembali.

Enzim  $\alpha$ -amilase menunjukkan aktivitas optimum dalam menggunakan sumber karbon dari pati terlarut pada konsentrasi 2% sebesar 14,51 U/mL, sedangkan pada tepung terigu, beras, dan beras ketan, tapioka, maizena (tepung jagung) dan dedak beras masing-masing menunjukkan aktivitas sebesar 8,91, 11,29, 7,66, 5,05, 4,07 dan 7,59 U/mL (Gambar 3). Aktivitas terendah adalah pada sumber karbon dari sagu, yaitu sebesar 2,11 U/mL. Aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada konsentrasi substrat pati terlarut sebesar 0,5%, 1%, 1,5% dan 1,75% masing-masing adalah sebesar 8,45 U/mL, 8,43 U/mL, 9,35 U/mL dan 9,89 U/mL (Gambar 4). Aktivitas optimum ditunjukkan pada konsentrasi pati terlarut 2%, yaitu sebesar 12,56 U/mL, namun pada

konsentrasi 2,5% terjadi sedikit penurunan aktivitas (12,49 U/mL). Sedangkan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase pada suhu 30°C sebesar 11,17 U/mL, dan pada suhu 37°C terjadi penurunan menjadi 10,57 U/mL (Gambar 5).

Aktivitas enzim optimum adalah pada suhu 40°C yaitu sebesar 12,79 U/mL. Pada suhu 50°C enzim mengalami penurunan aktivitas (11,88 U/mL), sedangkan pada suhu 60°C dan 70°C terjadi peningkatan aktivitas kembali yaitu menjadi sebesar 12,28 U/mL. Enzim menunjukkan penurunan stabilitas setelah diinkubasi selama 10 menit di dalam *waterbath* pada suhu 40°C yaitu menjadi 9,56 U/mL, sehingga menunjukkan bahwa residunya adalah sebesar 74,75%. Enzim menunjukkan stabilitas yang paling tinggi pada suhu 30°C yaitu sebesar 98,21%. Aktivitas enzim pada pH 7 dan pH 8 masing-masing adalah sebesar 8,34 U/mL dan 10,47 U/mL (Gambar 6). Sedangkan aktivitas optimum enzim terjadi pada pH 8,5, yaitu sebesar 16,43 U/mL, karena pada pH 9, pH 10 dan pH 11 enzim mengalami penurunan aktivitas masing-masing yaitu sebesar 11,58 U/mL, 15,01 U/mL dan 12,49 U/mL (Gambar 7). Pada pH optimum (pH 8,5), enzim masih menunjukkan aktivitas setelah diinkubasi di dalam bufer selama 10 menit, meskipun mengalami penurunan menjadi 6,43 U/mL dan residu aktivitasnya adalah sebesar 39,14%. Enzim menunjukkan stabilitas yang paling tinggi diantara pH 7-11 adalah pada pH 9 yaitu sebesar 86%. Pengaruh penambahan ion logam Ca<sup>2+</sup> dari garam divalen CaCl<sub>2</sub> sebagai aktivator, berperan dalam menaikkan aktivitas enzim menjadi sebesar

16,8 U/mL, dibandingkan tanpa penambahan ion logam, yaitu sebesar 15,93 U/mL. Sedangkan ion  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan  $\text{Na}^{+}$  berperan sebagai inhibitor (penghambat) menurunkan aktivitas enzim masing-masing menjadi sebesar 10,18 U/mL, 11,71 U/mL, 6,37 U/mL, 8,67 U/mL dan 7,94 U/mL.

Berdasarkan hasil analisis *DNA sequencing* 16S rDNA dari isolat C<sub>2</sub> diperoleh sekuen dengan panjang 945 BP. Sekuen 16S rDNA dari isolat C<sub>2</sub> dibandingkan dengan sekuen yang diperoleh dari *database GenBank* NCBI yaitu dengan menggunakan *BLAST algorithm*. Hasil *BLAST* menunjukkan bahwa isolat C<sub>2</sub> memiliki homologi/kesamaan 100% terhadap *Bacillus subtilis*.

## PEMBAHASAN

Indikator adanya enzim amilase yang dihasilkan oleh isolat yang diuji dapat digunakan pereaksi iod. Hasil uji memperlihatkan bahwa hanya pati yang menunjukkan reaksi positif bila direaksikan dengan iodium. Adanya zona bening pada media uji mengindikasikan adanya enzim amilase yang diproduksi oleh isolat uji, sehingga amilum yang terkandung dalam media di sekitar koloni dari isolat tersebut sudah terhidrolisis, sedangkan ketiadaan zona bening dengan kondisi media tetap berwarna biru kehitaman, menandakan bahwa pati yang terkandung dalam media tersebut belum terhidrolisis (Cappucino dan Sherman, 1983). Substrat pati yang tidak terurai akan menunjukkan warna biru kehitaman karena mengikat iodium.

Hasil uji kualitatif enzim  $\alpha$ -amilase dari beberapa isolat bakteri menunjukkan aktivitas sensitif (*intolerant*) terhadap larutan Yod, kemungkinan dapat bergeser dari tempatnya semula, sehingga sulit untuk dilakukan penghitungan nilai nisbinya (zona bening; diameter koloni), sebagaimana pada isolat bakteri no 7. Hasil penelitian Susanti (2011) menunjukkan bahwa ekstrak kasar enzim  $\alpha$ -amilase dari *Bacillus subtilis* ITBCCB148 (184 U/mL) memiliki aktivitas yang lebih besar dari pada hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Limbah pertanian seperti dedak padi dapat digunakan sebagai sumber karbon pada media fermentasi cair atau padat untuk mengurangi biaya penggunaan bahan-bahan pembuatan media fermentasi.

Modifikasi substrat dengan pemanfaatan sumber karbon tepung tapioka, dedak padi dan karboksimetilselulosa dengan penambahan volume substrat lima kali lebih besar berhasil meningkatkan aktivitas enzim yang terakumulasi dalam substrat (Soeka *et al.* 2015). Limbah tersebut kaya akan sumber karbon dan nitrogen yang diperlukan untuk pertumbuhan dan metabolisme biakan mikroorganisme. Sumber-sumber nutrisi biasa diperoleh dari hasil pertanian, termasuk tepung millet, kentang, jagung, tapioka, gandum dan beras (Ikram-ul-Haq *et al.*, 2005; Sharma *et al.*, 2014). Pada penelitian ini, sumber karbon dari pati terlarut menunjukkan bahwa enzim yang dihasilkan memiliki aktivitas yang tertinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sharma *et al.*, (2014); Narang and Satyanarayana (2001); Karataş *et al.*, (2013), bahwa pati terlarut berperan penting sebagai sumber karbon terbaik untuk produksi amilase.

Pengaruh suhu inkubasi terhadap aktivitas enzim ditunjukkan oleh naiknya suhu hingga ke tingkat tertentu berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas enzim, karena suhu meningkatkan energi total dari suatu sistem kimiawi. Di atas suhu optimal, laju reaksi enzimatis menurun tajam, terutama karena terjadi denaturasi enzim oleh panas, dan sisi aktif enzim akan terganggu sehingga konsentrasi dan kecepatan enzim menjadi berkurang. Suhu di mana enzim menunjukkan aktivitas maksimum dikenal sebagai suhu optimum untuk aktivitas enzim, sehingga pengaruh suhu optimum sangat menentukan terhadap aktivitas enzim (Adugna *et al.*, 2004). Enzim  $\alpha$ -amilase pada umumnya menjadi aktif pada kisaran suhu 25-95°C (Vaseekaran *et al.*, 2010). Berdasarkan hasil penelitian suhu optimum bagi isolat C<sub>2</sub> adalah hasil penelitian Setiasih *dkk.* 2006, menunjukkan bahwa penggunaan isolat bakteri termofil SW2, dari Pusat Pengolahan Kompos, mampu menghasilkan  $\alpha$ -amilase ekstrak yang mempunyai aktivitas optimum pada suhu 70°C, dan pH 6,0. Sedangkan hasil penelitian Panneerselvam and Elavarasi (2015) menunjukkan pertumbuhan optimum *Bacillus subtilis* pada suhu 32°C dan pada pH 5. Pada umumnya enzim mempunyai konstanta disosiasi pada gugus asam maupun gugus basa. Enzim mempunyai aktivitas maksimum, umumnya pada kisaran antara pH 4,5-8,0. Hasil penelitian dari

De Carvalho *et al.* (2008) menunjukkan bahwa biakan *Bacillus sp* SMIA-2 memiliki aktivitas optimum amilase pada pH 8,0. Hasil penelitian dari Hagihara *et al.* (2001) menunjukkan bahwa aktivitas amilase dari isolat *Bacillus sp* KSM-K38 efektif pada pH optimum 8,0-9,5, bahkan pada pH 10,0 aktivitas residunya masih mencapai 50%. Hasil penelitian Sumrin *et al.* (2011) menunjukkan bahwa aktivitas amilase dari biakan *Bacillus subtilis* 168 (1A1), memiliki aktivitas optimal pada suhu 37°C dan pH 7,0 pada substrat pati terlarut dan tetap stabil pada suhu 25-70°C dan pH 5,0-9,0. Sedangkan hasil penelitian Swain *et al.* (2006) menunjukkan bahwa  $\alpha$ -amilase yang diproduksi oleh *Bacillus subtilis* (CM3) yang diisolasi dari kotoran sapi, mempunyai waktu inkubasi optimum pada 36 jam, suhu optimum 50-70°C dan pH optimum 5,0-9,0. Sifat enzim amilase yang umumnya bekerja optimum pada pH tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodeterjen. Hampir semua deterjen yang digunakan saat ini untuk mencuci memiliki pH yang tinggi (basa) dan suhu 40-50°C atau bahkan lebih (Adinarayana *et al.*, 2003). Deterjen yang bersifat basa membutuhkan enzim yang bekerja optimal pada kondisi basa. Penambahan bahan aditif deterjen memiliki keunggulan sebab tidak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan.

Kemampuan deterjen untuk membersihkan noda yang sulit hilang dan selain itu penggunaan enzim dapat mengurangi konsentrasi fosfat di dalam deterjen, senyawa fosfat dapat menyuburkan tumbuhan tanaman air dan fitoplankton menyebabkan pengkayaan unsur hara, karena fosfat merupakan salah satu unsur nutrisi yang dibutuhkan oleh makhluk hidup, serta dapat menurunkan suhu air untuk mencuci pakaian, sehingga dapat menghemat energi dan mengurangi pencemaran lingkungan (Timurti *et al.* 2009; Roohi *et al.* 2013; Sundarram and Murthy 2014). Berdasarkan hasil penelitian ini isolat C<sub>2</sub> mempunyai aktivitas optimum pada pH 8,5. Oleh karena itu, enzim amilase dari isolat C<sub>2</sub> memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan aditif dalam pembuatan biodeterjen.

Beberapa enzim memerlukan aktivator dalam reaksi katalisnya. Aktivator adalah senyawa atau ion yang dapat menaikkan kecepatan reaksi enzimatik untuk mencegah adanya inhibitor, yaitu senyawa

atau ion yang dapat menghambat aktivitas enzim. Komponen kimia yang membentuk aktifitas enzim disebut sebagai kofaktor. Kofaktor dapat berupa ion anorganik seperti Zn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup> dan Mg<sup>2+</sup> atau dapat pula sebagai molekul organik kompleks yang disebut koenzim (Aehle, 2004). Penambahan ion kalsium dari garam kalsium klorida sebagai kofaktor dapat meningkatkan aktivitas kerja dan menjaga kestabilan enzim (Cecile 2011).

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa ion Ca<sup>+2</sup> dapat menaikkan aktivitas enzim  $\alpha$ -amilase dari *Bacillus subtilis* C<sub>2</sub>. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sundarram and Murthy (2014) bahwa enzim  $\alpha$ -amilase merupakan kelompok metaloenzim yang tidak dapat bekerja sama sekali bila tidak ada ion kalsium (*calcium metalloenzyme dependent*). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa isolat C<sub>2</sub> adalah *Bacillus subtilis*. Spesies dari genera *Bacillus* seperti *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens* dan *Bacillus licheniformis* telah digunakan untuk produksi berbagai macam enzim serta senyawa biokimia selama beberapa dekade (Deb *et al.* 2013). *Bacillus subtilis* mudah ditumbuhkan pada media sederhana, tidak bersifat patogen dan dapat tumbuh pada suhu yang sedikit tinggi (Holtmann and Bremer, 2004).

Aplikasi bakteri ini dalam industri cukup banyak dilakukan. *B. subtilis* merupakan salah satu spesies yang paling banyak digunakan untuk produksi enzim, termasuk produksi amilase, protease, inosine, ribosides, dan asam amino. Enzim yang diproduksi oleh *B. subtilis* dan *B. licheniformis* secara luas telah digunakan sebagai bahan tambahan dalam deterjen (*laundry*). Bakteri ini dapat memainkan peran dalam pengamanan limbah radionuklid (*radionuclide*) misalnya, Thorium (IV) dan Plutonium (IV). Kegunaan lain dari bakteri ini cukup banyak sekarang dengan berkembangnya teknologi. *B. subtilis* strain QST 713 (dipasarkan sebagai QST 713 atau serenade) mempunyai aktivitas sebagai fungisida yang bermanfaat sebagai biokontrol (Setiyono, 2011).

## KESIMPULAN

Aktivitas optimum isolat C<sub>2</sub> setelah diinkubasi selama enam hari adalah sebesar 18,93 U/mL, dimana sebagai sumber karbon terbaik yang

digunakan adalah pati terlarut yaitu sebesar 14,51 U/mL. Enzim menunjukkan aktivitas optimal pada konsentrasi substrat pati terlarut 2%, yaitu sebesar 12,56 U/mL, dan pada suhu 40°C sebesar 12,79 U/mL dengan stabilitas sebesar 74,75% dan pada pH 8,5 sebesar 16,43 U/mL dengan stabilitas sebesar 39,14%. Ion logam  $\text{Ca}^{2+}$  berperan sebagai aktivator sedangkan ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$  berperan sebagai inhibitor. Hasil identifikasi menggunakan *Wizard Genomic DNA Purification Kit* (Promega), terhadap 16S rDNA menggunakan metode PCR dengan primer universal 9F dan 1510R, menunjukkan bahwa isolat C<sub>2</sub> adalah *Bacillus subtilis*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI), Depdiknas 2010. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dr. Sulistiani yang telah membantu dalam identifikasi isolat C<sub>2</sub> dan sdr. Ninu Setianingrum atas asistensinya dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adinarayana K, P Ellaiah and DS Prasad. 2003. Purification and partial characterization of thermostable serine alkaline protease from a newly isolated *Bacillus subtilis* PE-1. *American Association of Pharmaceutical Scientists Pharmaceutical Sciences Technology* 4(4), 440-448.
- Adugna S, LAM Alemu, T Kelemu, H Tekola, B Kibret and S Genet. 2004. *Medical Biochemistry*. Lecture Notes For Health Science Students. In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative, The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Aehle W. 2004. *Enzyme in industry. Production and Applications*. 17. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim.
- Alariya SS, S Sethi, Gupta and BL Gupta. 2013. Amylase activity of a starch degrading bacteria isolated from soil. *Archives of Applied Science Research* 5(1), 15-24.
- Bernfeld P. 1955. Amylases, alpha and beta. In: *Methods in Enzymology and Related of Biochemistry* Vol. 1. SP Colowick and NO Kaplan (Eds.) 149-152. Academic Press, New York.
- Cappuccino JG and N Sherman. 1999. *Mikrobiologi : A Laboratory Manual*, 4<sup>th</sup> (2,7). Addison- Wesley, Longman. Publishing Company. California USA.
- Cecile M. 2011. Impact of calcium on salivary  $\alpha$ -amylase activity, starch paste apparent viscosity and thickness perception. Document. *Chemiosensory Perception* 3,112-116.
- De Carvalho RV, T Correa and J da Silva. 2008. Properties of an amylase from thermophilic *Bacillus* sp. *Brazilian Journal of Microbiology*. 39, 102-107.
- Deb P, SA Talukdar, K Mohsina, PK Sarker, and SMA Sayem. 2013. Production and partial characterization of extracellular amylase enzyme from *Bacillus amyloliquefaciens* P-001. *SpringerPlus Open Journal* 2,154.
- El-Tayeb O, F Mohammad, A Hashem and M Aboulwafa. 2007. Optimization of the Industrial Production of Bacterial Alpha Amylase in Egypt IV. Fermentor Production and Characterization of the Enzyme of two Strains of *Bacillus subtilis* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *African Journal of Biotechnology* 7 (24), 4521-4536.
- Fossi BT and Tavea F. 2013. *Application of Amylolytic Lactobacillus fermentum 04BBA19 in Fermentation for Simultaneous Production of Thermostable  $\alpha$ -Amylase and Lactic Acid*. Chapter 27, 633-658. R & D for Food, Health and Livestock Purposes. Creative Commons License Attribution.
- Ginting J. 2009. Isolasi bakteri dan Uji Aktivitas Enzim Amilase Kasar Termofilik dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Kabupaten Karo, Sumatera Utara [Tesis].
- Gurung N, R Sumanta, B Sutapa and R Vivek. 2013. A Broader View: Microbial Enzymes and Their Relevance in Industries, Medicine, and Beyond. *BioMed Research International*. Volume 2013. Article ID 329121.
- Hagihara H, K Igarashi, Y Hayashi, K Endo, KI Kitayama, K Ozaki, S Kawai, and S Ito. 2001. Novel  $\alpha$ -Amylase That Is Highly Resistant to Chelating Reagents and Chemical Oxidants from the Alkaliphilic *Bacillus* Isolate KSM-K38. *Applied and Environmental Microbiology* 67, 1744-1750.
- Holtmann G and E Bremer. 2004. RsbV-Independent Induction of the SigB-Dependent General Stress Regulator of *Bacillus subtilis* during Growth at High Temperature. *Journal of Bacteriology* 186(18), 6150-6158.
- Hoque MM, M Khanam and MA Sheekh. 2006. Characterization and optimization of  $\alpha$ -amylase activity of *Streptomyces clavifer*. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9 (7), 1328-1332.
- Ikram-ul-Haq, H Ashraf, MA Qadeer, J Iqbal. 2005. Pearl millet, a source of alpha amylase production by *Bacillus licheniformis*. *Bioresource Technology* 96(10), 1201-1204.
- Kar S and RC Ray. 2008. Statistical optimization of  $\alpha$ -amylase production by *Streptomyces erumpens* MTCC7317 cells in calcium alginate beads using response surface methodology. *Polish Journal of Microbiology*. 57(1), 49-57.
- Karatas H, F Uyar, V Tolan, Z Baysal. 2013. Optimization and enhanced production of  $\alpha$ -amylase and protease by a newly isolated *Bacillus licheniformis* ZB-05 under solidstate fermentation. *Annals of Microbiology* 63(1), 45-52.
- Kiran O, U Comlekçoglu and B Arikan. 2005. Effects of Carbon Sources and Various Chemicals on the Production of a Novel Amylase from Thermophilic *Bacillus* sp. K-12. *Turkish Journal of Biology* 29, 99-103.
- Mangunwardoyo W, M Takano and I Shibasaki. 1982. Preservation and Utilization of a concentrated seed culture for bacterial amylase production. Annual reports of ICME, vol.5, Osaka University, Osaka, Japan.
- Mishra S and N Behera. 2008. Amylase activity of a starch degrading bacteria isolated from soil receiving kitchen wastes. *African Journal of Biotechnology* 7(18), 3326-3331.
- Narang S and T Satyanarayana. 2001. Thermostable  $\alpha$ -amylase production by an extreme thermophile *Bacillus thermooleovorans*. *Letters in Applied Microbiology* 32(1), 31-35.
- Panneerselvam, T. and S. Elavarasi. 2015. Isolation of  $\alpha$ -Amylase Producing *Bacillus subtilis* from Soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied*

- Sciences* **4(2)**, 543-552.
- Roohi, M. Kuddus, and Saima.** 2013. Cold-active detergent-stable extracellular  $\alpha$ -amylase from *Bacillus cereus* GA6: Biochemical characteristics and its perspectives in laundry detergent formulation. *Journal of Biochemical Technology* **4(4)**, 636-644.
- Sexana R, K. Dutt, L Agarwal and P Nayyar.** 2007. A highly thermostable and alkaline amylase from a *Bacillus* sp. PN5. *Bioresources Technology* **98(2)**, 260-265.
- Setiasih S, B Wahyuntari, Trismilah dan D Apriliani.** 2006. Karakterisasi Enzim  $\alpha$ -amilase Ekstrasel dari Isolat Bakteri Termofil SW2. *Jurnal Kimia Indonesia* **1(1)**, 22-27.
- Setiyono L.** 2011. *Bacillus subtilis* dan Aplikasinya dalam Industri. [http://www.wikipedia.org/wiki/Bacillus\\_subtilis](http://www.wikipedia.org/wiki/Bacillus_subtilis). (Diunduh 23 Agustus 2016.)
- Sharma K, S Bhutty, SMP Khurana and UK Kohli.** 2014. Isolation, Identification and Optimization of Culture Conditions of *Bacillus* sp. Strain PM1 for Alkalothermostable Amylase Production. *British Microbiology Research Journal* **4(4)**, 369-380.
- Sivaramakrishnan S, D Gangadharan, KM Nampoothiri, CR Soccol and A Pandey.** 2006.  $\alpha$ -amylases from Microbial Sources – An Overview on Recent Developments. *Food Technology Biotechnology* **44 (2)**, 173–184.
- Soeka YS, M Rahmansyah dan Sulistiani.** 2015. Optimasi enzim  $\alpha$ -amilase dari *Bacillus amyloliquefaciens* O<sub>1</sub> yang Diinduksi Substrat Dedak Padi dan Karboksimetilselulosa. *Jurnal Biologi Indonesia* **11(2)**, 259-266.
- Sumrin A, W Ahmad, B Ijaz, MT Sarwar, S Gull, H Kausar, I Shahid, S Jahan, S Asad, M Hussain and S Riazuddin.** 2011. Purification and medium optimization of  $\alpha$ -amylase from *Bacillus subtilis* 168. *African Journal of Biotechnology* **10(11)**, 2119-2129.
- Sundarram A and TPK Murthy.** 2014.  $\alpha$ -Amylase Production and Applications: A Review. *Journal of Applied & Environmental Microbiology* **2(4)**, 166-175.
- Susanti D.** 2011. Amobilisasi Enzim  $\alpha$ -Amilase Dari *Bacillus Subtilis* ITBCCB148 Dengan Menggunakan Karboksil Metil Selulosa (CMC). Student Papers, Mathematics and Natural Sciences. Portal Science Universitas Lampung.
- Swain MR, S Kar, G Padmaja and RC Ray.** 2006. Partial characterization and optimization of production of extracellular alpha-amylase from *Bacillus subtilis* isolated from culturable cow dung microflora. *Polish Journal of Microbiology* **55(4)**, 289-96.
- Timurti BC, IN Fauziah dan M Kristin.** 2009. Aplikasi enzim Protease Dalam Formulasi Deterjen Cair Berbasis Metil Ester Sulfonat (MES) yang Ramah Lingkungan. Program Kreativitas Mahasiswa. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Vaseekaran S, S Balakumar and V Arasaratnam.** 2010. Isolation and Identification of a Bacterial Strain Producing Thermostable  $\alpha$ - Amylase. *Tropical Agricultural Research* **22 (1)**, 1 – 11.

# 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