

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 16 No. 2 Agustus 2017

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

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

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

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Muhamad Ruslan, Fahmi

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Enok, Budiarjo

Alamat (*Address*)

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

Keterangan foto cover depan: Studi perbanyakan vegetatif pada bidara upas koleksi Kebun Raya Bogor, sesuai dengan halaman 169
(*Notes of cover picture*): (*Study of vegetative propagation on bidara upas of bogor botanical garden collection, (as in page 169)*)



ISSN 0126-1754

636/AU3/P2MI-LIPI/07/2015

Volume 16 Nomor 2, Agustus 2017

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

Berita Biologi	Vol. 16	No. 2	Hlm. 111 - 216	Bogor, Agustus 2017	ISSN 0126-1754
----------------	---------	-------	----------------	---------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
16(2) – Agustus 2017

Dr. Nurainas
Dr. Iman Hidayat
Dr. Rudhy Gustiano
Ahmad Thontowi M.Si.
Dr. Kusumadewi Sri Yulita
Dr. Etti Sartina Siregar, MSi
Dr. Puspita Lisdiyanti, M.Agr.Chem
Prof. Ir. Moh. Cholil Mahfud, PhD
Dr. Edi Mirmanto M.Sc.
Dra. Siti Fatimah Syahid
Dr. Livia Rossila Tanjung
Dr. Ir. Fauzan Ali, M.Sc.

KARAKTERISASI ENZIM PROTEASE DARI BAKTERI *Stenotrophomonas* sp. ASAL GUNUNG BROMO, JAWA TIMUR [Characterization of Protease Enzymes of *Stenotrophomonas* sp. Bacteria from Bromo Mountain, East Java]

Yati Sudaryati Soeka✉ dan Sulistiani
Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi- LIPI,
Jl. Raya Jakarta- Bogor Km 46, Cibinong 16911
email: ceuceu_lipi@yahoo.com

ABSTRACT

Protease is an enzyme that can hydrolyze protein into simpler compounds, *i.e.* peptides and amino acids. Microbial Proteases have the potency to be applied in industries such as detergents, skins, silver recovery, dairy, baking, beverages and pharmaceutical industries. These hydrolytic enzyme are efficiently involved in the food industry to increase the nutritional value, digestibility, palatability, flavour and reducing allergenic compounds as well as in the management of domestic and industrial wastes. The purpose of this study was to investigate the ability of *Stenotrophomonas* sp. isolated from Mount Bromo, East Java in producing protease. Protease activity of the bacterial isolate was qualitatively determined by formation of a clear zone surrounded their colonies on media containing skim milk (1%). We analyzed its proteolytic activity against some effects of the incubation period, pH, temperatures and addition of monovalent and divalent metal ions quantitatively using a spectrophotometer at λ 280 nm. The results showed that the optimum activity after incubation for two days was 315.88 U/mL. The enzyme has continued to its activity at pH 8 (419.68 U/mL) and maintained its stability at 398.22 U/mL with activities decreased to 94.87%, while its activity at 60°C was 519.86 U/mL and could maintain its stability at 419.58 U/mL, the activity decreased to 74.75%. The addition of Ca^{2+} could activated its enzyme activity at the amount of 424.33 U/mL, while without addition of the ion its activity was 400.29 U/mL. The addition with ion Mn^{2+} , K^+ , Na^+ and Cu^{2+} could act as inhibitors that might reduced the activity of the enzyme.

Key words: protease, *Stenotrophomonas* sp., pH, temperature, metal ions.

ABSTRAK

Protease merupakan enzim yang dapat menghidrolisis protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti peptida dan asam amino. Protease mikroba memiliki potensi untuk aplikasi di industri seperti deterjen, kulit, perak pemulihan, susu, baking, minuman dan industri farmasi. Enzim hidrolitik ini secara efisien terlibat juga di dalam industri makanan yaitu untuk meningkatkan nilai gizi, kecernaan, palatabilitas, rasa dan mengurangi alergi serta dalam pengelolaan limbah domestik dan industri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkarakterisasi enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri *Stenotrophomonas* sp. yang diisolasi dari Gunung Bromo Jawa Timur. Aktivitas enzim protease dari isolat bakteri tersebut secara kualitatif ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni pada media yang mengandung susu skim 1%. Pada penelitian ini telah dianalisis aktivitas enzim protease terhadap pengaruh waktu inkubasi, variasi pH, variasi suhu dan penambahan ion-ion logam monovalen dan divalen (1 mM) secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer pada λ 280 nm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas optimum setelah diinkubasi selama dua hari adalah sebesar 315,88 U/mL. Enzim menunjukkan aktivitas optimal pada pH 8, yaitu sebesar 419,68 U/mL dan stabil pada 398,22 U/mL mengalami penurunan aktivitas sebesar 94,87%. Pengujian pada suhu 60°C menunjukkan aktivitas sebesar 519,86 U/mL dan stabil pada 419,58 U/mL, mengalami penurunan aktivitasnya sebesar 74,75%. Penambahan ion Ca^{2+} mampu meningkatkan aktivitas enzim menjadi sebesar 424,33 U/mL, sedangkan tanpa penambahan ion logam aktivitas enzim adalah sebesar 400,29 U/mL, penambahan ion logam Mn^{2+} , K^+ , Na^+ dan Cu^{2+} berperan sebagai inhibitor yang dapat menurunkan aktivitas enzim.

Kata kunci: protease, *Stenotrophomonas* sp., pH, suhu, ion logam.

PENDAHULUAN

Perkembangan enzim sudah semakin pesat dan menempati posisi penting dalam bidang teknologi dan industri. Enzim merupakan katalisator pilihan yang diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran dan pemborosan energi karena reaksinya tidak membutuhkan energi tinggi, bersifat spesifik dan tidak beracun (Li *et al.*, 2012).

Protease merupakan enzim yang dapat menghidrolisis protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana seperti peptida dan asam amino (Rezakhani *et al.*, 2014). Protease adalah salah satu enzim yang memiliki prospek paling baik untuk dikembangkan, karena dipandang cukup luas aplikasinya dalam berbagai industri, baik pangan maupun non pangan yang diperjual belikan di

seluruh dunia (Sawant dan Nagendran, 2014; Souza *et al.*, 2015; Rawat, 2015). Protease memiliki potensi untuk aplikasi dalam industri pangan, antara lain untuk meningkatkan nilai gizi, palatabilitas, rasa, pengolahan susu menjadi keju, penjernihan bir, pembuatan *cracker* dan industri farmasi mengurangi senyawa alergenik, membantu pencernaan pada pankreas, mencegah atau mengobati penyakit seperti kanker, juga industri non pangan yaitu industri deterjen, penyamakan kulit, tekstil serta bermanfaat dalam pengelolaan limbah domestik dan industri (Gupta *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2012; Sawant dan Nagendran, 2014; Vanitha *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2016).

Biakan mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur dan protozoa memiliki kemampuan dapat

memproduksi protease (Arastu-Kapur *et al.*, 2008). Ditinjau secara ekonomi enzim protease dari mikroorganisme lebih menguntungkan karena mikroorganisme pertumbuhannya cepat, dapat tumbuh pada substrat yang murah, lebih mudah ditingkatkan hasilnya melalui pengaturan kondisi pertumbuhan dan rekayasa genetika, serta mampu menghasilkan enzim yang dengan kondisi ekstrim (Singh *et al.*, 2016).

Menurut hasil penelitian dari Ribitsch *et al.* (2012) *Stenotrophomonas maltophilia* berperan sangat baik sebagai biodetergen, beberapa strain mempunyai aktivitas protease yang baik di dalam media padat agar yang mengandung susu skim. Enzim dapat mempercepat hampir semua reaksi menunjukkan daya katalitik yang luar biasa dan merupakan kunci untuk proses biologis pada suatu senyawa makromolekul spesifik (Bisswanger, 2014; Warshel dan Bora, 2016).

Marga *Stenotrophomonas* secara filogenetik masuk dalam sub kelas *Proteobacteria*. Marga ini mempunyai banyak peranan penting di lingkungan. Jenis-jenis dalam marga *Stenotrophomonas* ini memiliki peran ekologi penting dalam siklus unsur di alam, sebagai agen biokontrol, bioremediasi dan lainnya (Romanenko *et al.*, 2008, Wolf *et al.*, 2002, Zhang *et al.*, 2000; Xiuqin *et al.*, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi enzim protease yang dihasilkan oleh bakteri *Stenotrophomonas* sp. yang diisolasi dari Gunung Bromo Jawa Timur.

BAHAN DAN CARA KERJA

Biakan dan Media Pertumbuhan

Bakteri *Stenotrophomonas* sp. yang diisolasi dari sampel air kran rumah penduduk yang berasal dari sumber air tanah Desa Sapi Kerep, Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo pada ketinggian 1215 m di atas permukaan laut dan koordinat 07°54.740S 113°02.189E. Gunung Bromo Jawa Timur ditumbuhkan pada media agar nutrisi dengan komposisi: *beef extract* 3 g, pepton 5 g, agar 20 g dilarutkan dalam satu liter akuades, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C dalam inkubator selama tiga hari.

Media Seleksi Enzim Protease secara kualitatif

Seleksi isolat yang mempunyai kemampuan

merombak protein digunakan media protease agar dengan komposisi 1% susu skim, 0,1% pepton, 0,1% KH_2PO_4 , 0,05% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 2% agar (Cappuccino dan Sherman, 1983). Biakan *Stenotrophomonas* sp. ditumbuhkan/diinkubasikan ke dalam media seleksi, kemudian diinkubasi di dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 2 hari. Hasil yang positif secara kualitatif ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni. Hasil bagi antara diameter zona bening dan diameter koloni dinyatakan sebagai hasil pengujian secara semi kuantitatif aktivitas enzim protease secara relatif (Naiola dan Widhyastuti, 2002).

Media Produksi untuk Pembuatan Starter Bakteri

Biakan *Stenotrophomonas* sp. diinkubasikan ke dalam media pertumbuhan yang mengandung 1% susu skim, 1% pepton, 0,5% ekstrak khamir, pada pH 8,0, kemudian diinkubasi selama 2 hari pada suhu 37 °C di dalam pengocok Bio-Shaker BR-300 LF dengan kecepatan 120 rpm.

Media Produksi Protease

Produksi protease dilakukan berdasarkan metode Cappuccino dan Sherman (1983), yaitu dengan menginkubasikan starter sebanyak 1% ke dalam 25 mL media produksi dengan pH 8 dan diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 6 hari di dalam pengocok Bio-Shaker BR-300 LF dengan kecepatan 120 rpm. Setiap hari dilakukan pengambilan sampel sebanyak 2,5 mL dan dipisahkan supernatan dan endapannya dengan cara disentrifugasi (Kubota Model 5910) pada kecepatan 2270 g selama 5 menit. Supernatan digunakan sebagai larutan enzim dan diuji aktivitas proteasenya.

Pengujian Aktivitas Protease Secara Kuantitatif

Sebanyak 0,2 mL larutan enzim direaksikan dengan 0,2 mL substrat azokasein 0,1% dalam bufer glycin-NaOH 0,05 M, pH 8, kemudian diinkubasikan pada suhu 40 °C selama 20 menit. Reaksi dihentikan dengan menambahkan sebanyak 0,6 mL asam trikloroasetat (TCA 10%). Selanjutnya campuran reaksi disentrifugasi (Kubota Model 6500) pada kecepatan 10.160 g selama 5 menit dan supernatan dipisahkan dari endapan. Selanjutnya dilakukan

pembacaan terhadap kerapatan optiknya (OD) dengan spektrofotometer pada λ 280 nm. Satu unit aktivitas enzim protease dinyatakan sebagai banyaknya enzim yang dapat menghasilkan 1 μ g tirosin pada kondisi pengukuran tersebut. Tirosin digunakan sebagai standar (0-100 mg/mL) (Yang dan Huang, 1994).

Karakterisasi enzim protease

Pengaruh waktu inkubasi

Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim protease, dilakukan pengamatan dan pengujian aktivitas enzim setiap hari, mulai hari pertama sampai hari ke keenam masa inkubasi.

Pengaruh suhu terhadap stabilitas enzim.

Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim protease diuji dengan cara mengukur aktivitasnya pada suhu 30; 35; 40; 50; 60 dan 70 °C dengan lama waktu inkubasi yang optimum. Uji pengaruh suhu terhadap stabilitas dari pada aktivitas enzim dilakukan dengan cara menginkubasi enzim pada berbagai suhu inkubasi selama 10 menit, kemudian dilakukan pengukuran aktivitasnya.

Pengaruh pH terhadap stabilitas enzim.

Pengaruh pH terhadap aktivitas enzim protease, diuji dengan cara melakukan pengujian aktivitas enzimatis dalam larutan bufer glisin dengan waktu inkubasi pada suhu optimum. Larutan bufer yang digunakan adalah 0,05 M bufer glisin NaOH pada pH 7,5; 8; 8,5; 9,0; 10,0; 11,0. Uji pengaruh pH terhadap stabilitas enzim dilakukan menggunakan bufer dengan beberapa variasi pH selama 10 menit sebelum dilakukan pengukuran aktivitasnya.

Pengaruh ion logam terhadap stabilitas enzim.

Pengaruh penambahan ion logam Ca^{2+} , Mn^{2+} , K^+ , Na^+ dan Cu^{2+} dalam bentuk garam CaCl_2 , MnCl_2 , KCl , NaCl dan CuCl_2 yang bersifat aktivator atau inhibitor terhadap aktivitas enzimatis, dilakukan pada kondisi waktu inkubasi, suhu dan pH optimum bagi aktivitas enzim.

HASIL

Bakteri *Stenotrophomonas* sp. yang diisolasi dari sampel air di Gunung Bromo memiliki

kemampuan dalam merombak koloidal kitin menghasilkan enzim kitinase (Soeka and Sulistiani, 2011), selain itu juga menghasilkan enzim protease yang mampu merombak susu skim. Bakteri *Stenotrophomonas* sp. tersebut dipelihara dalam media *Nutrient Agar* (Gambar 1 A).

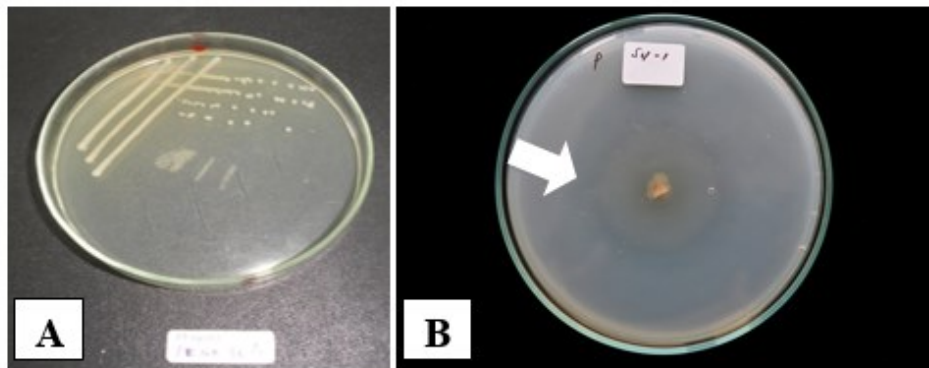
Pengujian secara kualitatif menunjukkan bahwa isolat yang memiliki aktivitas protease dapat ditandai dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni (*halo zone*) pada media susu skim (Gambar 1 B). Hasil penghitungan secara semi-kuantitatif menunjukkan bahwa *Stenotrophomonas* sp. memiliki nilai relatif sebesar 3,33 setelah diinkubasi selama tiga hari. Selanjutnya biakan tersebut diuji kemampuan aktivitas proteolitik secara kuantitatif.

Pengujian mengenai pengaruh lama waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim dilakukan melalui pengamatan selama enam hari dalam media pertumbuhan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktivitas enzim mengalami fluktuasi berkisar antara 106,72 - 315,88 U/mL.

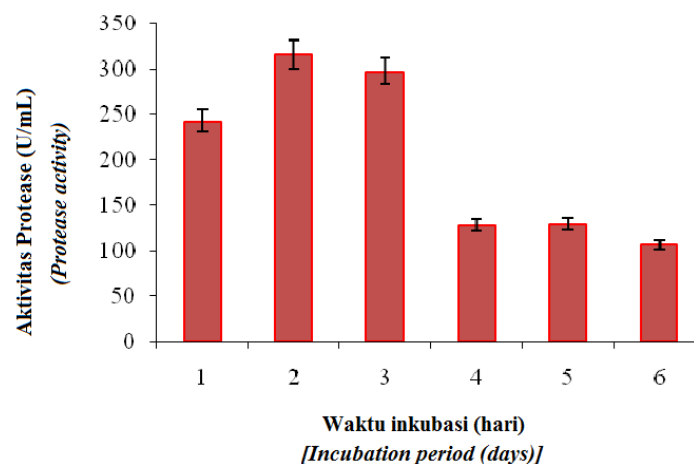
Aktivitas optimum terjadi pada hari kedua, yaitu sebesar 315,88 U/mL sedangkan pada hari ke tiga sampai hari keenam mengalami penurunan aktivitas (Gambar 2).

Aktivitas optimum enzim pada pH 8 yaitu sebesar 419,68 U/mL, karena pada pH 8,5, pH 9, pH 10 dan pH 11 enzim mengalami penurunan aktivitas masing-masing sebesar 367,33 U/mL, 108,3 U/mL, 129,06 U/mL, dan 115,52 U/mL (Gambar 3). Aktivitas enzim secara optimum terjadi pada pH 8, namun mengalami penurunan menjadi 398,22 U/mL (94,87%). Stabilitas enzim pada pH 7; pH 8,5; pH 9; pH 10 dan pH 11 masing-masing adalah sebesar 289,3 U/mL, 258,12 U/mL, 135,21 U/mL, 130,45 U/mL, dan 122,76 U/mL dengan aktivitas masing-masing menurun menjadi sebesar 98,92%, 70,27%, 64,91%, 77,83% dan 97,80%.

Hasil pengujian pada enzim protease *Stenotrophomonas* sp. menunjukkan bahwa suhu mempengaruhi aktivitas enzim. Suhu mempengaruhi aktivitas enzim dengan fluktuasi berkisar antara 423,29 – 519,86 U/mL. Aktivitas optimum enzim terjadi pada suhu 60 °C yaitu sebesar 519,86 U/mL. Pada suhu 70 °C enzim mengalami penurunan aktivitas yaitu sebesar 444,04 U/mL, sedangkan pada suhu 30 °C, 35 °C, 40 °C, 50 °C aktivitas enzim



Gambar 1. A. Bakteri *Stenotrophomonas* sp. ditumbuhkan dalam media *Nutrient Agar* (*Bacteria Stenotrophomonas* sp. to be grown in *Nutrient Agar* media)
B. Zona bening yang terbentuk di sekitar koloni bakteri *Stenotrophomonas* sp. pada media susu skim (*Clear zone formed around colonies of bacteria Stenotrophomonas* sp. on *Skim Milk Media*)

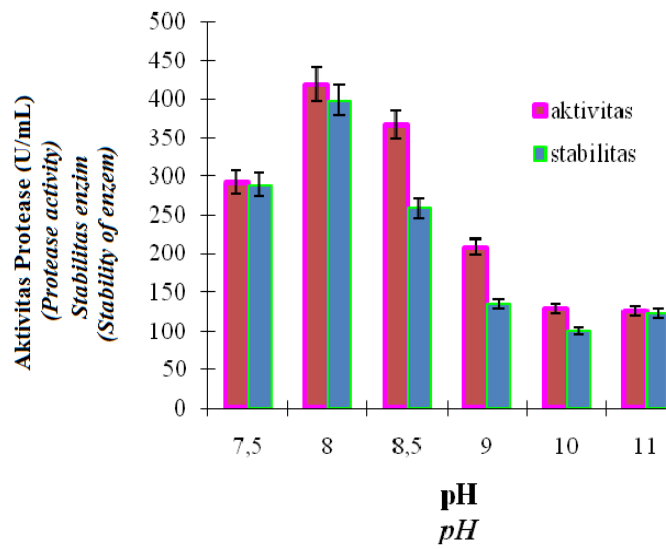


Gambar 2. Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim protease (*Effect of incubation periode on enzyme activity*)

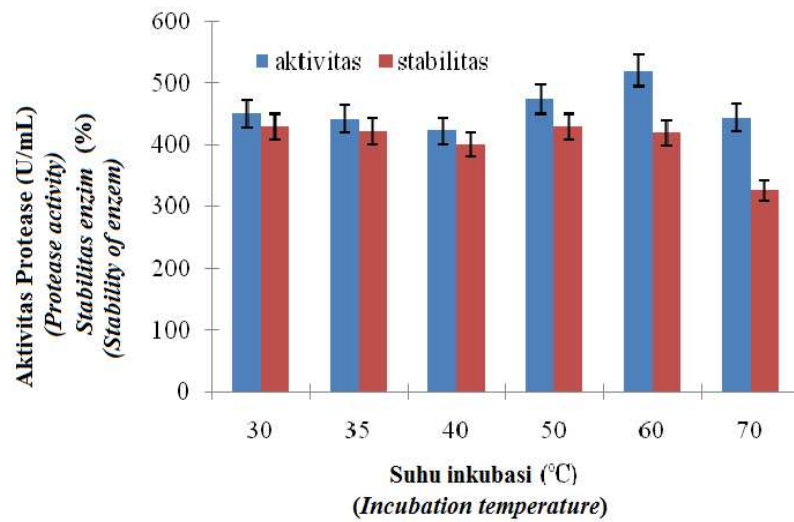
masing-masing adalah sebesar 450,36 U/mL, 442,24 U/mL, 423,29 U/mL, 473,83 U/mL. Stabilitas enzim pada suhu 60 °C menunjukkan terjadinya penurunan setelah diinkubasi selama 10 menit yaitu menjadi 419,58 U/mL, sehingga menunjukkan bahwa aktivitas menurun menjadi sebesar 74,75%. Stabilitas enzim pada suhu 30, 35, 40, 50 dan 70 °C masing-masing adalah sebesar 429 U/mL, 422,34 U/mL, 400,67 U/mL, 428,76 U/mL dan aktivitasnya masing-masing menurun menjadi sebesar 95,26%, 95,50%, 94,66%, 90,49% dan 73,51% (Gambar 4).

Pengaruh penambahan ion logam Ca^{2+} dari

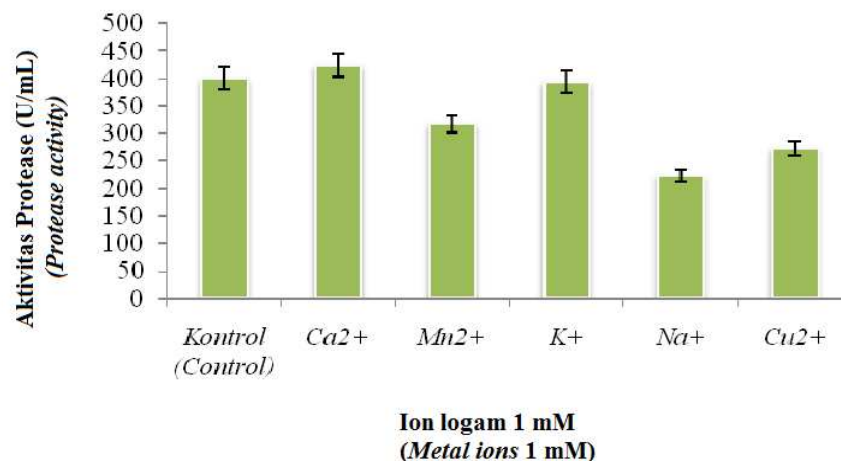
garam divalen CaCl_2 sebagai aktivator, berperan penting karena dapat menaikkan aktivitas enzim yaitu sebesar 424,33 U/mL, dibandingkan tanpa penambahan ion logam (kontrol), yaitu sebesar 400,29 U/mL. Sedangkan penambahan ion-ion Mn^{2+} , K^+ , Na^+ dan Cu^{2+} dari garam divalent dari MnCl_2 , KCl , NaCl dan CuCl_2 berperan sebagai inhibitor (penghambat), sehingga aktivitas enzim menurun dibandingkan tanpa penambahan ion logam, yaitu masing-masing sebesar 317,34 U/mL, 394,12 U/mL, 223,31 U/mL dan 273,06 U/mL (Gambar 5).



Gambar 3. Pengaruh pH terhadap aktivitas dan stabilitas enzim (*Effect of pH on enzymatic activity and stability*).



Gambar 4. Pengaruh suhu terhadap aktivitas dan stabilitas enzim (*Effect of temperature on activity and stability of enzyme*).



Gambar 5. Pengaruh penambahan ion-ion logam terhadap aktivitas enzim (*Effect of metal ions addition on enzyme activity*).

PEMBAHASAN

Enzim protease secara fisiologis diperlukan untuk organisme hidup, enzim ini dapat diperoleh dari beberapa sumber, seperti pada tanaman, hewan dan mikroorganisme (Sawant dan Nagendran, 2014). Enzim protease yang digunakan dalam bidang industri umumnya dihasilkan oleh mikroorganisme (Naiola dan Widhyastuti, 2002). Hasil enzim protease dengan menggunakan mikroorganisme ini sesuai dengan penelitian Melliawati *et al.* (2015) bahwa penggunaan mikroorganisme untuk produksi enzim, khususnya protease mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya mudah diproduksi dalam skala besar, waktu produksi relatif pendek serta dapat diproduksi secara berkesinambungan dengan biaya yang relatif rendah.

Bakteri *Stenotrophomonas* sp. mampu merombak susu skim membentuk zona bening (Gambar 1 B) menurut hasil penelitian dari Patil *et al.* (2015) media susu skim agar baik digunakan untuk seleksi mikroorganisme yang dapat mensekresikan enzim-enzim proteolitik ekstraseluler menghasilkan enzim protease secara kualitatif sehingga membentuk areal bening di sekitar koloni dan menurut Setyati dkk. (2015) bahwa secara umum substrat (susu skim) dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk pembelahan sel, pertumbuhan biomassa, pemeliharaan sel dan menghasilkan

produk metabolit. Menurut Vijayaraghavan dan Vincent (2013) apabila zona bening di sekitar koloni kurang jelas seharusnya ditambahkan *Bromocresol greens* sebagai pewarna, agar supaya zona bening di sekitar koloni terlihat jelas.

Mengkarakterisasi enzim protease pada Gambar 2, 3, 4 dan 5 sesuai dengan anjuran Patil *et al.* (2015) bahwa parameter-parameter yang perlu diperhatikan pada proses fermentasi untuk dapat menghasilkan enzim yang optimum adalah waktu inkubasi, pengaruh pH dan pengaruh suhu, juga penambahan ion logam.

Waktu inkubasi optimum aktivitas enzim protease adalah setelah diinkubasi selama dua hari (Gambar 2), berbeda nyata dengan waktu inkubasi 1, 4, 5 dan 6 hari menurut Bentubo dan Gompertz (2014) bahwa inkubasi adalah waktu yang diperlukan enzim untuk berikatan dengan substrat, jika waktu inkubasinya singkat, aktivitas enzim akan rendah karena singkatnya waktu berinteraksi yang mengakibatkan interaksi tidak berlangsung secara keseluruhan sehingga produk yang dihasilkan sedikit juga inkubasi lamapun nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme menurun bahkan habis dan menurut Rodarte *et al.* (2011) kasein merupakan substrat yang baik untuk mengisolasi bakteri penghasil enzim protease dan menginduksi sintesis enzim protease alkalin.

pH sangat berpengaruh terhadap aktivitas enzim pada Gambar 3 memperlihatkan bahwa aktivitas enzim optimum pada pH 8 menurut Nowlan *et al.* (2006) berbagai mikroorganisme yang ditemukan dari air tanah dan air panas mampu menghasilkan protease alkalin. Sesuai dengan hasil penelitian dari Kuddus dan Ramteke (2009; 2011) produksi enzim protease *Stenotrophomonas maltophilia* MTCC 7528 optimum terjadi pada pH alkalin yaitu pH 9 suhu 20 °C dan pH netral pada pH 7 suhu 15 °C setelah diinkubasi selama 120 jam masing-masing di dalam media produksi. Demikian juga hasil penelitian dari Saba *et al.* (2012) bahwa enzim protease yang berasal dari *Stenotrophomonas* sp. yang diisolasi dari sampel tanah Thajiwas gletser dari Kashmir, India bersifat alkalin psikhrotoleran, mempunyai aktivitas optimum pada pH 10,0 dan suhu 15 °C. Enzim yang mempunyai suhu optimum di suhu rendah baik digunakan secara efisien pada pencucian untuk menghilangkan noda teh pada kain sutra halus yang rentan terhadap suhu tinggi. Variasi pH pada penelitian ini diterapkan dalam suasana alkalin, hal tersebut di dasarkan pada pendapat Widhyastuti *et al.* (2001), bahwa protease relatif stabil pada kisaran netral sampai basa dan tidak stabil pada kisaran pH asam.

Hasil penelitian *Stenotrophomonas* sp. suhu optimal untuk produksi protease pada suhu 60 °C (Gambar 4), menurut Vanitha *et al.* (2014) protease alkali yang dihasilkan oleh mikroorganisme ditandai dengan aktivitas tinggi pada pH basa diperlukan suhu optimal sekitar 60 °C, cocok untuk diaplikasikan di dalam industri. Menurut Dodia *et al.* (2008) beberapa tahun terakhir diperlukan mikroorganisme yang mempunyai sifat termofilik, psikhrofilik dan halofilik sebagai sumber protease yang digunakan untuk industri. Hasil penelitian dari Xiuqin *et al.* (2013) *Stenotrophomonas maltophilia* SmP-D2 mempunyai kisaran aktivitasnya pada suhu 30-70 °C dan pada pH 6-11, sedangkan aktivitas optimumnya adalah pada suhu 60 °C dan pH 9. Hasil penelitian dari *Stenotrophomonas* sp. mempunyai stabilitas aktivitas pada suhu 30 °C 95,26% selama 10 menit, tidak sesuai dengan stabilitas enzim hasil penelitian dari Xiuqin *et al.* (2013) yang mempunyai stabilitas terhadap aktivitasnya sebesar 100% pada

suhu 30 °C selama 6 hari, dan tetap stabil pada 50°C setelah 2 jam diinkubasi. Hilangnya aktivitas sebesar 60% terjadi pada suhu 65 °C dan denaturasi 100% pada suhu 80 °C, setelah inkubasi selama 2 jam. Hasil penelitian dari Miyaji *et al.* (2005) pada *S. maltophilia* SmP-1 mempunyai pH optimum pada pH 12. Secara umum, semua enzim protease yang mempunyai pH optimum dalam kisaran 9-12 dan rentang suhu 40-70 °C dapat digunakan secara kompatibel sebagai bahan aditif deterjen (Beg dan Gupta, 2003), sehingga bermanfaat dalam industri deterjen. Dilihat dari kisaran suhu yang diperlukan untuk pertumbuhan, *Stenotrophomonas* sp. pada suhu 50-60 °C mempunyai aktivitas dan stabilitas tinggi. Menurut Rudiger *et al.* (1994) bakteri yang mempunyai aktivitas tinggi pada suhu 45-65 °C digolongkan sebagai bakteri termofil. Aplikasi enzim pada beberapa industri menghendaki enzim-enzim yang dalam beraktivitas tahan terhadap panas (termostabil). Hal ini berkaitan dengan keuntungan yang akan diperoleh bila proses produksi dilakukan pada suhu tinggi yaitu menurunkan resiko kontaminasi, meningkatkan kecepatan reaksi sehingga menghemat waktu, tenaga dan biaya untuk kebutuhan pendinginan, serta menurunkan viskositas larutan fermentasi sehingga memudahkan proses produksi (Rahayu, 2004; Akhdiya, 2003; Laishram dan Pennathur, 2016).

Salah satu parameter yang perlu diperhatikan pada proses fermentasi adalah penambahan ion logam. Menurut hasil penelitian dari Kuddus dan Ramteke (2011) beberapa enzim memerlukan aktivator di dalam reaksi katalisnya dengan menambahkan beberapa ion logam. Aktivator adalah senyawa atau ion yang dapat menaikkan kecepatan reaksi enzimatik untuk mencegah adanya inhibitor, yaitu senyawa atau ion yang dapat menghambat aktivitas enzim atau yang dapat menghentikan reaksi enzim (Bisswanger, 2014). Penambahan ion logam Ca^{2+} dapat menaikkan aktivitas enzim (Gambar 5) sedangkan penambahan ion-ion logam Mn^{2+} , K^+ , Na^+ dan Cu^{2+} menurunkan aktivitas enzim jadi berperan sebagai inhibitor, sedangkan hasil penelitian dari Xiuqin *et al.* (2013) penambahan ion logam Cu^{2+} , Ca^{2+} dan K^+ menunjukkan dapat meningkatkan aktivitas enzim dari *S. maltophilia* strain D2, dengan sedangkan ion Ag^+ dan Mg^{2+} memiliki sedikit efek

terhadap aktivitas enzim.

KESIMPULAN

Aktivitas optimum *Stenotrophomonas* sp. setelah diinkubasi selama dua hari adalah sebesar 315,88 U/mL. Enzim menunjukkan aktivitas optimal pada pH 8 sebesar 419,68 U/mL namun stabilitasnya menurun menjadi 398,22 U/mL dengan aktivitas sebesar 94,87%, sedangkan pada suhu 60 °C sebesar 519,86 U/mL namun stabilitasnya menurun menjadi 419,58 U/mL, dengan aktivitas sebesar 74,75%. Ion logam Ca^{2+} berperan sebagai aktivator dalam menaikkan aktivitas enzim menjadi sebesar 424,33 U/mL, dibandingkan tanpa penambahan ion logam (kontrol), yaitu sebesar 400,29 U/mL. Ion logam Mn^{2+} , K^{+} , Na^{+} dan Cu^{2+} berperan sebagai inhibitor masing-masing aktivitasnya 317,34 U/mL, 394,12 U/mL, 223,31 U/mL dan 273,06 U/mL lebih kecil dari tanpa penambahan ion logam (kontrol).

SARAN

Karakteristik enzim protease dari *Stenotrophomonas* sp. ini mempunyai aktivitas dan stabilitas yang baik pada kondisi pH basa, suhu tinggi dengan waktu inkubasi yang cepat selanjutnya akan digunakan sebagai starter untuk membuat tepung dari umbi-umbian dan serealisa secara fermentasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Proyek DIPA Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Terimakasih disampaikan kepada sdr. Ninu Setianingrum atas asistensinya di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Akhdiya, A., 2003. Isolasi Bakteri Penghasil Enzim Protease Alkalik Termotabil. *Buletin Plasma Nutrafah*, 9(2), pp. 38-44.
 Arastu-Kapur, S., Ponder, E.L., Fonović, U.P., Yeoh, S., Yuan, F., Fonović, M., Grainger M., Phillips, C.I., Powers, J.C. and Bogyo, M., 2008. Identification of proteases that regulate erythrocyte rupture by the malaria parasite *Plasmodium falciparum*. *Natur Chemical Biology*, 4, pp. 203-213.
 Beg, K.Q. and Gupta, R., 2003. Purification and characterization of an oxidation- stable, thiol-dependent serine alkaline protease from *Bacillus mojavensis*. *Enzyme Microbial Technology*, 32(2), pp. 294-304.
 Bentubo, H.D.L. and Gompertz, O.F., 2014. Effects of temperature and incubation time on their in vitro expression of proteases, phospholipases, lipases and DNases by different species of *Trichosporon*. *Springer Plus*, 3, pp. 377.
 Bisswanger, H., 2014. Enzyme assays. *Perspectives in Science*,

I(1), pp. 41-55.
 Cappuccino, J.G. dan N. Sherman., 1983. *Mikrobiologi : A Laboratory Manual*. Addison- Wesley Publishing Company. California USA.
 Dodia, M.S., Rawal, C.M., Bhimani, H.G., Joshi, R.H., Khare, S.K. and Singh, S.P., 2008. Purification and stability characteristics of an alkaline serine protease from a newly isolated Haloalkaliphilic bacterium sp. AH-6. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 35(2), pp. 121-131.
 Gupta, R., Beg, Q.K. and Lorenz, P., 2002. Bacterial alkaline proteases: molecular approaches and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59(1), pp. 15-32.
 Kuddus, M. and Ramteke, P.W., 2009. Cold-active extracellular alkaline protease from an alkaliphilic *Stenotrophomonas maltophilia*: production of enzyme and its industrial applications. *Canadian Journal Microbiology*, 55(11), pp. 1294-1301.
 Kuddus, M. and Ramteke, P.W., 2011. Production optimization of an extracellular cold-active alkaline protease from *Stenotrophomonas maltophilia* MTCC 7528 and its application in detergent industry. *African Journal of Microbiology Research*, 5(7), pp. 809-816.
 Laishram, S. and Pennathur, G., 2016. Purification and Characterization of a Membrane-Unbound Highly Thermostable Metalloprotease from *Aeromonas Caviae*. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41(6), pp. 2107-2116.
 Li, S., Yang, X., Yang, S., Zhu, M. And Wang, X., 2012. Technology Prospecting on Enzymes: Application, Marketing and Engineering. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 2(3), pp. 1-11.
 Melliawati, R., Djohan, A.C., Yopi. 2015. Seleksi bakteri asam laktat sebagai penghasil enzim protease. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2), pp. 184-188.
 Miyaji, T., Otta, Y., Shibata, T., Mitsui, K., Nakagawa, T., Watanabe, T., Niimura, Y. and Tomizuk, N., 2005. Purification and characterization of extracellular alkaline serine protease from *Stenotrophomonas maltophilia* strain S-1. *Letters in Applied Microbiology*, 41(3), pp. 253-257.
 Naiola, E. dan Widhyastuti, N., 2002. Isolasi, Seleksi dan Optimasi Produksi Protease dari Beberapa Isolat Bakteri. *Jurnal Berita Biologi*, 6(3), pp. 467- 473.
 Nowlan, B., Dodia, M.S., Singh, S.P. and Patel, B.K.C., 2006. *Bacillus okhensis* nov. sp., a halotolerant alkaliphile from an Indian salt pan. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56(5), pp. 1073-1077.
 Patil, P., Sabale, S. and Devale, A., 2015. Isolation and Characterization of Protease Producing Bacteria from Rhizosphere Soil and Optimization of Protease Production Parameters. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2, pp. 58-64.
 Rahayu, S., 2004. Karakteristik Biokimia Enzim Termotabil Penghidrolisis Kitin. Makalah Pengantar Falsafah Sains (PPS 702). Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
 Rawat, S., 2015. Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Asian Journal of Plant Science and Research*, 5 (4), pp. 47-56.
 Rezakhani, N., Rad, A.M., Parivar, K., Khayati, M. and Etemadzade, S., 2014. Immobilization of protease in biopolymers (mixture of alginate-chitosan). *Journal of Paramedical Sciences (JPS)*, 5(4), pp. 108-113.
 Ribitsch, D., Heumann, S., Karl, W., Gerlach, J., Leber, R., Birner-Gruenberger, R., Gruber, K., Eiteljoerg, I., Remler, P., Siegert, P., Lange, J., Maurer, K.H., Berg, G., Guebitz, G.M. and Schwab, H., 2012. Abstract : Extracellular serine proteases from *Stenotrophomonas maltophilia*: Screening, isolation and heterologous expression in *E. coli*. *Journal of Biotechnology*, 157(1), pp. 140-147.
 Rodarte, M.P., Dias, D.R., Vilela, D.M. and Schwan, R.F., 2011. Proteolytic activities of bacteria, yeasts and filamentous fungi isolated from coffee fruit (*Coffea arabica* L.). *Acta Scientiarum Agronomy Maringá*, 33(3), pp. 457-464.
 Romanenko, L., Uchino, M., Tanaka, N., Frolova, G.M., Slinki-

- na, N.N. and Mikhailov, V.V., 2008. Occurance and antagonistic potential of *Stenotrophomonas* strains isolated. *Archives of Microbiology*, 189, pp. 337-344.
- Rudiger, A., A. Sunna dan G. Antranikian., 1994. Enzymes from Extreme Thermophilic and Hyperthermophilic Archea and Bacteria. Di dalam : Carbohydrases, Handbook of Enzyme Catalysis in Organic Synthesis. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- Saba, I., Qazi, P.H., Rather, S.A., Dar, R.A., Qadri, Q.A., Ahmad, N., Johri, S., Taneja, S.C. and Shawl, S., 2012. Purification and characterization of a cold active alkaline protease from *Stenotrophomonas* sp., isolated from Kashmir, India. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(3), pp. 1071-1079.
- Sawant, R. and Nagendran, S., 2014. Protease: an Enzyme with Multiple Industrial Applications. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(6), pp. 568-579.
- Setyati, W.A., Martani, E., Triyanto, Subagiyo dan Zainuddin, M., 2015. Kinetika Pertumbuhan dan Aktivitas Protease Isolat 36k dari Sedimen Ekosistem Mangrove, Karimunjawa, Jepara. *Ilmu Kelautan*, 20(3), pp. 163-169.
- Singh, R., Mittal, A., Kumar, M. and Mehta, P.K., 2016. Microbial Proteases in Commercial Applications. *Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 4(3), pp. 365-374.
- de Souza, P.M., de Assis Bittencourt, M.L., Caprara, C.C., de Freitas, M., de Almeida, R.P.C., Silveira, D., Fonseca, Y.M., Filho, E.X.F., Junior A.P. and Magalhães, P.O., 2015. A biotechnology perspective of fungal proteases. *Brazilian Journal of Microbiology*, 46(2), pp. 337-346.
- Soeka, Y.S. dan Sulistiani., 2011. Seleksi, Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Kitinase yang Diisolasi dari Gunung Bromo Jawa Timur. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(2), pp. 155-161.
- Vanitha, N., Rajan, S. and Murugesan, A.G., 2014. Optimization and Production of Alkaline Protease enzyme from *Bacillus subtilis* 168 isolated from food industry waste. *International Journal Current Microbiology Applied Sciences*, 3(6), pp. 36-44.
- Vijayaraghavan, P. and Vincent, S.G.P., 2013. A simple method for the detection of protease activity on agar plates using bromo cresol green dye. *Journal of Biochemical Technology*, 4(3), pp. 628-630.
- Warshel, A. and Bora, R.P., 2016. Perspective: Defining and quantifying the role of dynamics in enzyme catalysis. *The Journal of Chemical Physics*, 144(18), pp. 180901-1809017.
- Widhyastuti, N., Hotimah, B. dan Achmadi, S.S., 2001. Karakter Protease Ekstraseluler Bakteri Isolat P.1 yang Diisolasi dari Tuak Lontar. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(1), pp. 80-89.
- Wolf, A., Fritze, A., Hagemann, M. and Berg, G., 2002. *Stenotrophomonas rhizophila* sp. nov., a novel plant-associated bacterium with antifungal properties. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52, pp. 1937-1944.
- Xiuqin, C., Chunxia, B., Weiqi, S., Wei, Z., Jie, S., Yumei, D., Bin, W., Meiyong, Y. and Zhiyong, Y., 2013. Purification and stability characteristics of an extracellular alkaline serine protease from a newly isolated *Stenotrophomonas maltophilia* strain D2. *African Journal of Microbiology Research*, 7(33), pp. 4244-4250.
- Yang, S.S. and Huang, C.I., 1994. Proteases production by amylolytic fungi in solid state fermentation. *Journal of Chinese Agricultural Chemical Society*, 32(6), pp. 589-601.
- Zhang, Z., Yuen, G.Y., Sarath, G. and Penheiter, A.R., 2000. Chitinases from the Plant Disease Biocontrol Agent, *Stenotrophomonas maltophilia* C3. *Phytopathology*, 91, pp. 204-211.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

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

Tipe naskah

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

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

2. Komunikasi pendek (*short communication*)

Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil 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 diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*).

3. Abstrak

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

4. Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.

5. Bahan dan cara kerja

Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metode harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metode yang digunakan adalah metode yang sudah baku cukup ditulis sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.

6. Hasil

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

7. Pembahasan

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

8. Kesimpulan

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

9. Ucapan terima kasih

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

10. Daftar pustaka

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

Format naskah

1. Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.

2. Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.

3. Penulisan satuan mengikuti aturan international system of units.

4. Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diakui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (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. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.

5. Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.

6. Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).

7. 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.

8. Gambar

Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi, untuk *line drawing* minimal 600dpi.

9. Daftar Pustaka

Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995). Penulisan daftar pustaka adalah sebagai berikut:

a. **Jurnal**

Nama jurnal ditulis lengkap.

Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565-1569.

b. **Buku**

Merna, T. and Al-Thani, F.F., 2008. *Corporate Risk Management*. 2nd ed. John Welly and Sons Ltd. England.

c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**

Fidiana, F., Triyuwono, I. and Riduwan, A., 2012. Zakah Perspectives as a Symbol of Individual and Social Piety: Developing Review of the Meadian Symbolic Interactionism. *Global Conference on Business and Finance Proceedings. The Institute of Business and Finance Research*, 7(1), pp. 721 - 742

d. **Makalah sebagai bagian dari buku**

Barth, M.E., 2004. Fair Values and Financial Statement Volatility. In: Borio, C., Hunter, W.C., Kaufman, G.G., and Tsatsaronis, K.(eds.) *The Market Dicipline Across Countries and Industries*. MIT Press. Cambridge.

e. **Thesis, skripsi dan disertasi**

Williams, J.W., 2002. Playing the Corporate Shell Game: The Forensic Accounting and Investigation Industry, Law, and the Management of Organizational Appearance. *Dissertation*. Graduate Programme in Sociology. York University. Toronto. Ontario.

f. **Artikel online.**

Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.

Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

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

Penelitian yang melibatkan hewan

Setiap naskah yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) sebagai obyek percobaan / penelitian, wajib menyertakan '*ethical clearance approval*' terkait animal *welfare* yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

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

Naskah cetak

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

Pengiriman naskah

Naskah dikirim secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

Alamat kontak

Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067, Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066,
Email: jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 16 (2)

Isi (Content)

Agustus 2017

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

CO-CULTURE OF AMYLOLYTIC FUNGI <i>Aspergillus niger</i> AND OLEAGINOUS YEAST <i>Candida orthopsilosis</i> ON CASSAVA WASTE FOR LIPID ACCUMULATION [Akumulasi lipid oleh kultur campuran kapang <i>Aspergillus niger</i> dan khamir <i>Candida orthopsilosis</i> pada media limbah singkong] <i>Atit Kanti and I Made Sudiana</i>	111 – 119
STUDI BIOMETRI BERDASARKAN MERISTIK DAN MORFOMETRIK IKAN GURAMI GALUR BASTAR DAN BLUESAFIR [Biometrical Study Based on Meristic and Morphometric of Giant Gouramy Strain Bastar and Bluesafir] <i>Deni Radona, Nunak Nafiqoh dan Ootong Zenal Arifin</i>	121 – 127
HERITABILITAS DAN PEROLEHAN GENETIK PADA BOBOT IKAN NILA HASIL SELEKSI [Heritability and Genetic Gain on Weight of Tilapia Resulted Frown by Individual Selection] <i>Estu Nugroho, Lalu Mayadi dan Sigit Budileksono</i>	129 – 135
LUMUT SEJATI DI HUTAN ALAM PAMEUNGPEUK, TAMAN NASIONAL GUNUNG HALIMUN SALAK, JAWA BARAT [Mosses Pamengpeuk Primary Forest, Mount Halimun Salak Natiolan Park, West Java] <i>Florentina Indah Windadri</i>	137 – 146
FAUNA IKAN AIR TAWAR DI PERAIRAN KAWASAN GUNUNG SAWAL, JAWA BARAT, INDONESIA [The Freshwater Fish Fauna of Sawal Mountain Region, West Java, Indonesia] <i>Haryono</i>	147 – 156
PENGARUH PENAMBAHAN GLISEROL PADA PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>) [Effect of Glycerol Addition into Fish Feed on the Growth and Survival Rate of Nile Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)] <i>Lusi Herawati Suryaningrum, Mulyasari dan Reza Samsudin</i>	157 – 165
PERBANYAKAN VEGETATIF BIDARA UPAS (<i>Merremia mammosa</i> (Lour.) Hallier f) DI PUSAT KONSERVASI TUMBUHAN KEBUN RAYA [Vegetative Propagation of Bidara Upas (<i>Merremia mammosa</i> (Lour.) Hallier f) at Center for Plant Conservation – Botanic Garden <i>Ria Cahyaningsih, Syamsul Hidayat dan Endang Hidayat</i>	167 – 174
KEANEKARAGAMAN JENIS POHON DI KAWASAN CAGAR ALAM DUNGUS IWUL, JASINGA, BOGOR [Tree Biodiversity in dungus iwul Nature Reserve, Jasinga, Bogor] <i>Ruddy Polosakan dan Laode Alhamd</i>	175 – 183
VARIASI GENETIK <i>Lactobacillus fermentum</i> Beijerinck ASAL SAYUR ASIN BERDASARKAN ANALISIS RFLP 16S-23S rDNA ISR, RAPD -PCR DAN ERIC -PCR [Genetic Variation of <i>Lactobacillus fermentum</i> Beijerinck Origin Sayur Asin Based on RFLP 16S-23S rDNA ISR, RAPD -PCR and ERIC -PCR Analysis] <i>Sulistiani, Wibowo Mangunwardoyo, Abinawanto, Endang Sukara, Achmad Dinoto dan Andi Salamah</i>	185 – 192
PATOGENISITAS ISOLAT BAKTERI <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> DAN PEMANTAUAN PENYAKIT HAWAR DAUN BAKTERI PADA PADI GALUR ISOGENIK [Pathogenicity of <i>Xanthomonas oryzae</i> pv. <i>oryzae</i> Isolates and Bacterial Leaf Blight Disease Monitoring on Rice-Near Isogenic Lines (NILs)] <i>Yadi Suryadi dan Triny Suryani Kadir</i>	193 – 202
KARAKTERISASI ENZIM PROTEASE DARI BAKTERI <i>Stenotrophomonas</i> sp. ASAL GUNUNG BROMO, JAWA TIMUR [Characterization of Protease Enzymes of <i>Stenotrophomonas</i> sp. bacteria from Bromo Mountain, East Java] <i>Yati Sudaryati Soeka dan Sulistiani</i>	203 – 211
<u>KOMUNIKASI PENDEK (SHORT COMMUNICATION)</u>	
<i>Pellacalyx Symphiodiscus</i> STAFP FROM LONG BAGUN, MAHAKAM HULU: MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION AND ITS DISTRIBUTION [<i>Pellacalyx Symphiodiscus</i> Stafp dari Long Bagun, Mahakam hulu: Karakterisasi Morfologi dan Persebarannya] <i>Inggit Puji Astuti, Ratna Susandarini dan Rismita Sari</i>	213 – 216