



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

R. Elvyra, Fitmawati, D. Zul (Eds)  
 Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat ke-23  
 10 – 11 Mei 2010  
 ISBN 978-979-1222-93-8 (jilid 2)

## ISOLASI DAN SELEKSI BAKTERI TERMOTOLERAN PENGHASIL XILANASE DARI KOMPOS

Rodesia Mustika Roza, Tetty Marta Linda dan Ika FL Sihombing  
 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau

Email korespondensi: [rodesiamustikaroza@yahoo.com](mailto:rodesiamustikaroza@yahoo.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyeleksi dan mengkarakterisasi bakteri termotoleran penghasil xilanase dari kompos. Isolasi dan seleksi bakteri penghasil enzim xilanase dilakukan dengan menggunakan medium yang mengandung xilan 0,5% diinkubasi selama 72 jam pada suhu 50°C. Bakteri yang mampu menghasilkan xilanase akan membentuk zona bening. Diperoleh sembilan isolat bakteri yang mampu menghasilkan xilanase. Aktivitas xilanase dihitung berdasarkan rasio zona bening per diameter koloni (Z/K). Berdasarkan rasio ini aktivitas xilanase yang paling tinggi diperoleh dari isolat KX7 dengan rasio Z/K 3,17. Isolasi ini termasuk Gram positif, berbentuk batang, mampu membentuk spora, bereaksi positif terhadap uji katalase, uji oksidase, uji VP, uji reduksi nitrat, uji karbohidrat (glukosa dan laktosa).

**Kata Kunci:** bakteri termotoleran, kompos, xilanase

### PENDAHULUAN

Enzim dapat dihasilkan oleh tumbuhan, hewan, dan mikroba. Enzim yang berasal dari mikroba banyak digunakan di bidang industri (Waites *et al.*, 2001). Salah satu enzim yang paling banyak digunakan di bidang industri adalah enzim xilanase. Enzim xilanase termasuk kelompok enzim hemiselulitik yang dibutuhkan menghidrolisis xilan  $\beta$ -1,4 yang ada dalam bahan limbah selulosa. Xilan banyak terdapat dalam dinding sel tumbuhan. Menurut Kar *et al.* (2006); Rifaat *et al.* (2007) sebagian besar enzim xilanase digunakan pada proses pemutihan *pulp* dan kertas untuk menjernihkan dan mencairkan jus buah dan sayur. Selain itu enzim xilanase juga digunakan pada industri kulit, tekstil, obat-obatan, bahan kimia, asam organik, alkohol, dan industri pangan (Heck *et al.*, 2002).

Enzim xilanase difokuskan pada proses *pulping* dan *bleaching* karena dewasa ini, industri *pulp* dan kertas menghadapi masalah pencemaran lingkungan berkaitan dengan penggunaan lignin. Proses yang dilakukan masih menggunakan cara kimia dengan memakai proses ini menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Alternatif lain yang dikembangkan saat ini adalah proses penghilangan lignin secara biologi (*biobleaching*), yaitu memanfaatkan enzim yang dihasilkan mikroorganisme yang dapat mendegradasi lignin tanpa merusak serat selulosa, menghemat energi, memperbaiki ikatan kimia serat dan mereduksi pencemaran lingkungan (Garg *et al.*, 2009). Pemakaian xilanase terutama di Riau yang terdapat beberapa pabrik industri *pulp* dan kertas. Rifaat *et al.* (2005) memperoleh *Streptomyces albus* dan *Streptomyces* yang memiliki aktivitas optimum xilanase pada suhu 50°C. Sharman dan Bajaj (2005) berhasil mengisolasi 30 isolat bakteri yang diisolasi dari 5 daerah yang berbeda yaitu limbah alkali, limbah gula tebu, kotoran sapi, jerami dan limbah industri kertas asal mikroba yang diperoleh pada penelitian di atas, dari kompos juga yang diperoleh mikroba termotoleran penghasil xilanase mengingat bahan penyusun



kompos terdiri dari sisa gergajian dan proses pengomposan ada dua kelompok bakteri yang berperan yaitu bakteri termofilik dan mesofilik. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, menyeleksi dan mengkarakterisasi isolat bakteri termotoleran yang mampu menghasilkan xilanase dari kompos.

## METODE PENELITIAN

**Tempat dan Waktu Penelitian.** Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau dan di Toko Bunga Agro Lestari Bertuah Pekanbaru yang dilaksanakan pada bulan Februari-Agustus 2009.

**Pengambilan Sampel.** Sampel kompos diambil pada 5 titik pengambilan, 4 titik di bagian sudut dan 1 titik di bagian tengah. Dilakukan pengukuran pH dan suhu tanah dengan *soil tester* dan *soil termometer*. Pengambilan kompos pada kedalaman 0-15 cm menggunakan pipa paralon dengan panjang 20 cm yang salah satu ujungnya ditutup dengan aluminium foil. Sampel sampel kompos dikompositkan dan dimasukkan ke dalam plastik steril.

**Isolasi Bakteri Penghasil Xilanase.** Tahap awal isolasi adalah dengan memasukkan 1 g sampel tanah ke dalam 9 ml garam fisiologis kemudian divortex hingga terbentuk suspensi. Sebanyak 1 ml suspensi dimasukkan ke dalam 9 ml garam fisiologis untuk mendapatkan pengenceran  $10^{-2}$ , dikocok hingga homogen. Demikian seterusnya diambil 1 ml untuk pengenceran selanjutnya hingga pengenceran  $10^{-5}$ .

Suspensi bakteri hasil pengenceran  $10^{-1}$ - $10^{-5}$  diambil 1 ml disebar ke cawan petri dan dituang ke medium seleksi (ekstrak yeast 2,5 g, pepton 1 g, NaCl 5 g, agar 15 g dan *oat spelt xylose* 5 g kemudian dilarutkan dalam 1L akuades, pH medium 7). Cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 50°C selama 48-72 jam hingga teramati adanya koloni yang tumbuh. Semua koloni yang tumbuh diurnikan. Koloni terpisah diambil dengan ose dan diinokulasikan dengan cara streak kuadran sampai terbentuk koloni tunggal dan murni (Sari *et al.* 2009).

**Aktivitas Enzim Xilanase Berdasarkan Pengukuran Zona Bening.** Koloni yang tumbuh diinokulasikan ke media yang baru, lalu diinkubasi pada suhu 50°C selama 72 jam. Setelah itu, media yang dibentuk tiap isolat diperjelas dengan menggunakan iodine. Zona bening yang terbentuk diukur berdasarkan rasio zona bening (Z) per koloni (K). Isolat terpilih disubkulturkan ke media yang sama untuk dikarakterisasi.

**Karakterisasi Bakteri Penghasil Xilanase.** Pengamatan ciri-ciri morfologi koloni dan uji fisiologis (Hadjoetomo, 1993).

**Data.** Data disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data dianalisis secara statistik berdasarkan pengamatan makroskopik dan mikroskopik. Pengelompokan isolat berdasarkan penghasil xilanase berdasarkan terbentuknya zona bening di sekitar koloni dianalisis dengan uji t. Kriteria rasio Z/K berdasarkan uji nilai tengah (Sudjana 2002).

## HASIL DAN DISKUSI

**Seleksi dan Uji Aktivitas Bakteri Termotoleran Penghasil Xilanase dari Kompos.** Isolasi bakteri termotoleran penghasil xilanase dari kompos diperoleh 21 isolat dari kompos memiliki pH antara 6,5-6,7 dan suhu 38-39°C. Kondisi ini dapat dikatakan bahwa mikroorganisme yang hidup adalah kelompok bakteri mesofilik. Kisaran suhu pertumbuhan bakteri mesofilik terletak antara suhu 25-40°C (Pelczar dan Chan 1999).

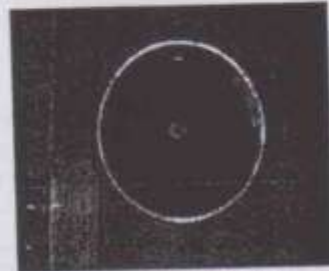
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Dilarang menggunakan karya tulis ini untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.







Dari sepuluh satu isolat yang mampu tumbuh pada medium yang mengandung xilan 0.5% ditumbuhkan kembali pada medium yang sama. Diperoleh sembilan isolat mampu membentuk zona bening. Isolat yang membentuk zona bening mengindikasikan isolat mampu menghasilkan enzim xilanase. Zona bening yang terbentuk menunjukkan bahwa isolat bakteri tersebut mampu menghidrolisis xilan yang terdapat pada medium seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Isolat bakteri KX10 dalam membentuk zona bening pada medium yang mengandung xilan 0,5% waktu inkubasi 72 jam pada suhu 50°C.

Suhu dan pH optimum untuk aktivitas xilanase pada bakteri berbeda-beda. Roy (2004) mengatakan umumnya temperatur optimum untuk aktivitas xilanase pada suhu 50°C dan pH 7. Rima dan Bajaj (2005) berhasil mengisolasi 30 isolat bakteri dari 5 tempat yang berbeda yaitu dari tanah alkali, limbah gula tebu, kotoran sapi, jerami dan limbah industri kertas. Isolat-isolat tersebut adalah *Streptomyces roiseclareticus* memiliki suhu optimum pada suhu 60°C, *Streptomyces* sp. memiliki suhu optimum pada suhu 55-65°C, *Thermoactinomyces thalophilus* memiliki suhu optimum 65°C dan pH 8.5-9.0, *Bacillus* sp. memiliki aktivitas maksimum 45-75°C. Bernier *et al.* (1983) mengatakan *Bacillus* sp. memiliki suhu optimum pada suhu 80°C, *B. firmus* pada suhu 65°C pada pH 7.0-7.5, *B. subtilis* PAP 115 pada suhu 50°C pH 5. Penelitian Roy dan Uddin (2004) yang mengisolasi bakteri yang diisolasi dari tanah dan air mengatakan bahwa enzim xilanase aktif pada kisaran suhu 50-55°C pH 7. Penelitian Viet *et al.* (1991) yang mengisolasi bakteri penghasil xilanase dari tanah dan air mengatakan bahwa suhu dan pH optimum untuk aktivitas xilanase yaitu suhu 50°C dan pH 7.

Adanya aktivitas enzim xilanase ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekeliling koloni yang telah ditetesi iodin. Hal ini terjadi karena enzim xilanase akan mengubah xilan yang ada dalam medium menjadi xilosa sehingga pada zona tersebut xilan sudah terurai. Media sisa akan berwarna biru, karena terjadi reaksi antara xilan dengan iodin. Zona bening terbentuk karena isolat bakteri menghasilkan enzim xilanase dan disekresikan ke sekitar koloni secara difusi.

Enzim xilanase menghidrolisis xilan menjadi xilooligosakarida dan xilosa. Menurut Hidayat (2008), bahwa enzim endo 1,4  $\beta$  xilanase menguraikan rantai utama xilan dan  $\beta$  xilofuranosidase yang memotong xilooligomer menjadi xilosa. Kemampuan mikroba menghidrolisis xilan menyebabkan warna medium disekitar mikroba yang sebelumnya keruh berubah menjadi bening.

Kapasitas enzim xilanase dapat ditentukan dengan metode semikuantitatif berdasarkan terbentuknya zona bening yang terbentuk di sekitar koloni. Tabel 1 menyajikan ratio zona bening yang dihasilkan oleh isolat yang telah diisolasi dari kompos.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa besar kecilnya ratio Z/K yang terbentuk dari isolat berbeda-beda. Hal ini, disebabkan kemampuan menghidrolisis xilan dari setiap isolat juga berbeda. Koloni dengan ukuran besar belum tentu menghasilkan





zona bening yang besar juga misalnya isolat KX21 dengan diameter koloni 2,60 cm menghasilkan diameter zona bening 5,22 cm sementara KX5 memiliki diameter koloni 2,32 cm menghasilkan diameter zona bening 5,80 cm. Semakin besar diameter zona bening dan semakin kecilnya diameter koloni yang terbentuk akan menghasilkan ratio Z/K yang semakin besar. Sesuai dengan Purwadaria *et al.* (2004) nisbah daerah bening yang rendah diperoleh karena diameter koloni yang besar. Tabel 1 menunjukkan bahwa ratio Z/K terbesar adalah isolat KX7 yaitu sebesar 3,17 cm sedangkan ratio Z/K terendah dihasilkan isolat KX6 sebesar 1,28 cm.

Tabel 1. Ratio zona bening (Z) per koloni (K) dan kriteria aktivitas yang dihasilkan isolat bakteri termotoleran penghasil xilanase yang berasal dari kompos dengan waktu inkubasi selama 72 jam pada suhu 50°C berdasarkan uji nilai tengah

Kode isolat	Diameter (cm)		Ratio Z/K	Kriteria
	Zona Bening (Z)	Koloni (K)		
KX6	7,72	6,00	1,28	R
KX5	5,80	2,32	2,50	S
KX3	5,35	1,90	2,81	T
KX21	5,22	2,60	2,00	R
KX14	4,75	2,07	2,29	S
KX16	4,27	2,75	1,55	R
KX13	3,25	1,30	2,50	S
KX10	2,75	1,05	2,62	T
KX7	2,22	0,70	3,17	T

Keterangan: T = Tinggi, S = Sedang, R = Rendah

Kinagam *et al.*, 2007<sup>b</sup> berhasil menyeleksi dan mengidentifikasi 31 isolat bakteri penghasil xilanase dari tanah di Thai yang ditumbuhkan pada media yang mengandung xilan 1% pada suhu 40°C selama 48 jam. Isolat-isolat memiliki aktivitas xilanolitik tertinggi dengan membentuk zona bening sebesar 2,8 cm. Kinagam *et al.*, 2007<sup>a</sup> berhasil juga mengisolasi dan menskrining 60 bakteri termotoleran penghasil xilanase dari tanah dengan aktivitas xilanolitik tertinggi 3,5 cm. Pihak lain Richana *et al.*, 2008 berhasil mengisolasi 25 bakteri penghasil xilanase dari tanah tempat pembuangan limbah rumah tangga ditumbuhkan pada medium yang mengandung xilan 0,1% pada suhu ruang selama 72 jam dengan diameter zona bening dari 3 mm. Isolat yang memiliki kemampuan membentuk zona bening yang tinggi pada media agar belum tentu memiliki ratio Z/K yang tinggi pada semua isolat yang memiliki ratio Z/K yang tinggi menunjukkan aktivitas yang tinggi. Penentuan daerah bening hanya merupakan seleksi semikuantitatif pertama (Kinagam *et al.*, 2004).

**Karakterisasi Bakteri Termotoleran Penghasil Enzim xilanase.** Karakterisasi untuk 9 isolat bakteri termotoleran penghasil enzim xilanase dilakukan pada medium NA dengan waktu inkubasi selama 24 jam. Pengamatan morfologi diperoleh 3 isolat bentuk koloni tak beraturan dan menyebar dengan tepian tak beraturan yaitu KX3, KX7, KX14, satu isolat bentuk koloni tak beraturan dan menyebar dengan tepian seperti wol yaitu KX16, satu isolat dengan tepian berombak yaitu KX13. Dua isolat dengan bentuk koloni bundar yaitu KX6 dan KX5 dengan tepian berlekuk dan kerang. Satu bentuk koloni bundar tepian menyebar dan tak beraturan yaitu KX21. Satu isolat berbenang-benang dengan tepian siliat yaitu KX21. Warna koloni kebanyakan isolat adalah warna krem yang terdiri dari 6 isolat (KX6, KX7,

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.
2. Dilarang menggunakan karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.







1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

KX13, KX14, KX16, KX21) dan 2 isolat berwarna coklat muda (KAA3, KAA10). Satu isolat berwarna putih susu (KX5). Elevasi setiap isolat terdiri dari 2 yaitu timbul dan datar. Enam isolat memiliki elevasi timbul (KX3, KX5, KX10, KX13, KX14, KX21), tiga isolat memiliki elevasi datar (KX6, KX7, KX16). Lima isolat berbentuk batang yaitu KX3, KX7, KX10, KX16, KX21, 2 isolat berbentuk batang pendek (KX6, KX14), 2 isolat berbentuk kokus (KX5, KX14). Tujuh isolat membentuk spora (KX3, KX6, KX7, KX10, KX13, KX14, KX16), 2 isolat tidak membentuk spora (KX5, KX21).

Penelitian Richana (2002) berhasil memperoleh kelompok bakteri penghasil xilanase yaitu *Clostridium* sp., *Aeromonas* sp., *Bacillus* sp., *Escherichia coli*, *Streptomyces* sp., *Thermoanaerobacterium* sp., *Thermatoga* sp., *Thermomonospora curvata*. Kelompok bakteri tersebut ada yang merupakan penghasil spora dan ada yang tidak membentuk spora.

Uji katalase pada ke 9 isolat bakteri termotoleran penghasil xilanase semuanya bereaksi positif. Pada uji oksidase diperoleh 5 isolat tidak mampu membentuk enzim oksidase, 4 isolat bereaksi positif yaitu KX6, KX7, KX10, KX14 dengan perubahan warna biakan menjadi hitam. Pada uji VP diperoleh 8 isolat bereaksi positif yaitu dengan perubahan warna medium menjadi merah.

Kemampuan mereduksi nitrat dimiliki oleh bakteri anaerob fakultatif adanya oksigen akan menghambat terjadinya reduksi nitrat, maka mikroba akan menghabiskan oksigen terlebih dahulu baru kemudian menggunakan nitrat. Tujuh isolat bereaksi positif dengan perubahan warna medium menjadi merah.

Pada uji fermentasi karbohidrat terdapat 8 isolat yang mampu memfermentasikan glukosa, 1 isolat mampu memfermentasikan fruktosa (KX21), 5 isolat mampu memfermentasikan sukrosa (KX3, KX5, KX6, KX13, KX16), 5 isolat (KX5, KX7, KX13, KX14, KX21) mampu memfermentasikan galaktosa, 7 isolat (KX3, KX6, KX10, KX13, KX14, KX16, KX21) mampu memfermentasikan selubiosa.

## KESIMPULAN

Berhasil diperoleh 9 isolat bakteri termotoleran penghasil xilanase dari kompos. Rasio Z/K isolat KX7 merupakan isolat penghasil xilanase tertinggi yaitu 3,17. Isolat KX6 penghasil xilanase dengan aktivitas terendah dengan rasio Z/K yaitu 1,28. Isolat KX7 berbentuk tak beraturan dengan tepian menyebar, berbentuk batang, Gram negatif, membentuk spora bereaksi positif terhadap semua uji (katalase, oksidase, VP, reduksi karbohidrat seperti glukosa dan galaktosa).

## DAFTAR PUSTAKA

- Lee, R., Desrochers, J.R.M., Jurasek, L., and Paice, M.G. 1983. Isolation and characterization of a xylanase from *Bacillus subtilis*. *Applied and Environmental Microbiology* 46:511-514.
- Ali, R., Kumar, A. 2009. Production of alkaline xylanase by an alkalo thermophilic bacteria *Bacillus halodurans* MTCC 9512 isolated from dung. *Current Biotechnology and Pharmacy* 3:90-96.
- Deomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi dalam Praktek*. PT. Gramedia Pustaka Umum.
- H.M., Hertz, P.F., and Ayub, M.A.Z. 2002. Cellulase and xylanase production by amazon *Bacillus* strains using soybean industrial residue based solid-state cultivation. *Brazilian Journal of Microbiology* 33:1517-1520.



- Ku, S., Mandal, A., Mohapatra, P.K., Mondal, K.C., and Pati, B.R. 2006. Production of cellulose free xylanase by *Trichoderma reesei* SAF3. *Journal of Microbiology* 37:1526-1532.
- Klegam, S., Tanasupawat, S., Srinorakutara, T., and Acharacharanya, A. 2007<sup>a</sup>. Biodiversity of Thermotolerant Xylanase Producing Bacteria from Soil. <http://www.tti.or.th/thesis/P15/abstract-2549/25-2549.pdf>. 24 Desember 2009.
- Klegam S, Tanasupawat, S., and Akaracharanya, A. 2007<sup>b</sup>. Screening and identification of xylanase producing bacteria from Thai soils. *Journal Genetic Applied Microbioly* 53: 51-65.
- La, B.W. 1994. *Analisa Mikroba di Laboratorium*. PT. Grafindo Persada. Jakarta.
- Maryadini, A., Widhyastuti, N., and Lestari, Y. 2008. Pemurnian dan karakterisasi xylanase *Streptomyces* sp. SKK1-8. *Makara Sains* 12:55-60.
- Petzat, M.J. and Chan, E.C.S. 1999. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Purwawaria, T., Ardiningsih, P., Kentaren, P.P., and Sinurat, A.P. 2004. Isolation and screening of mesophilic xylanolitik bacteria from Termites. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*. 9:59-62.
- Rizhan N. 2002. *Produksi dan Prospek Xilanase dalam Bioindustri di Indonesia* (Abstrak) Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan. Bogor.
- Rizhan, N., Irawadi, T.T., Nur, M.A., Sailah, I., and Syamsu. K. 2007. The process of xylanase production from *Bacillus pumilus* RXIII-5. *Microbiology Indonesia* 2:74-80.
- Rizhan, N., Irawadi, T.T., Nur, M.A., dan Syamsu, K. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil xilanase serta karakterisasi enzimnya. *Jurnal Agrobiogen* 4:24-34.
- Rizhat, H.M., Nagieb, Z.A., and Ahmed, Y.M. 2005. Production of xylanase by *Streptomyces* Species and their bleaching effect on rice straw pulp. *Applied Ecology and Enviromental Research* 4:151-160.
- Soy, M. 2004. Characterization and identification of xylanase producing bacterial strains isolated from soil and water. *Pakistan Journal of biological Sciences* 7: 711-716.
- Syamsu, K. and Uddin, S.M.T.A. 2004. Screening, purification and characterization of xylanase from *Paenibacillus* sp. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7:372-379.
- Syamsu, K., Silaban, R.C., dan Lema, A.T.H. 2006. Keanekaragaman bakteri penghasil xilanase asal kawasan wisata alam Situ Gunung Suka Bumi Jawa Barat. *Tesis*. IPB. Program Pascasarjana.
- Syamsu, K. and Bajaj, K.B. 2005. Production and partial characterization of alkali-tolerant xylanase from an alkalophilic *Streptomyces* sp. CD3. *Journal of Scientific and Industrial Research* 64:688-697.
- Syamsu, K. 2002. *Metode Statistika*. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Syamsu, K., Kamio, Y., Abe, N., Kaneko, J., and Izaki, K. 1991. Purification and properties of  $\beta$ -1,4-xylanase from *Aeromonas caviae* W-16. *Applied and Enviromental Microbiology* 57:445-449.
- Syamsu, K., Morgan, N.L., Rockey, J.S., and Higton, G. 2001. *Industrial Microbiology Introduction*. Black Well Science, Inc. Inggris.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

