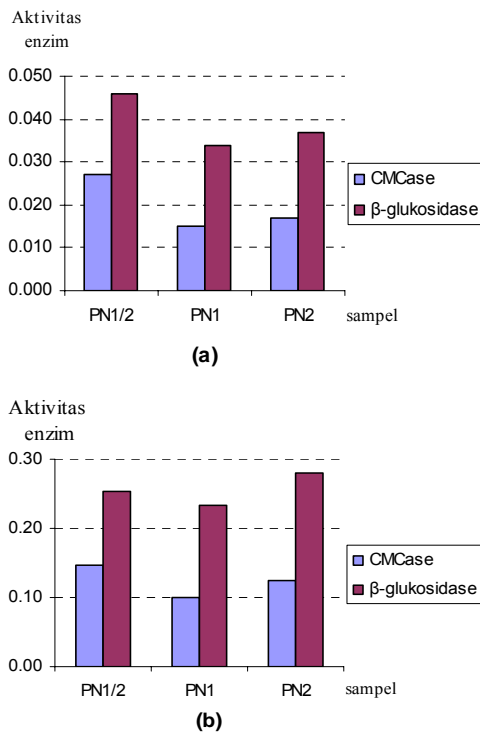


- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar 3 Aktivitas CMCCase dan β-glukosidase (a) dan spesifik CMCCase dan β-glukosidase (b) *P. nalgiovensis* SS240 dengan variasi konsentrasi sumber nitrogen

glutamat dan L-prolin namun direpresi oleh NH<sub>4</sub><sup>+</sup> atau L-glutamin (Springael dan Penninckx 2003). Karboksimetil selulase (CMCase) merupakan bagian dari endoglukanase yang memutus selulosa dengan mekanisme endo. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fadel (2000) pada CMCase yang diproduksi oleh *Aspergillus niger*, glukosa dan maltosa mampu menginduksi produksi enzim ini. Hasil penelitian lain menunjukkan glukosa dalam konsentrasi rendah tidak merepresi sintesis CMCase namun ketika glukosa yang ditambahkan dalam konsentrasi tinggi (10%) sintesis CMCase dihambat (Sanyal *et al.* 1988 di dalam Fadel 2000).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses perlakuan secara kimiawi terhadap tandan sawit tidak mampu meningkatkan aktivitas enzim yang dihasilkan oleh *E. javanicum* BS4 dan *P. nalgiovensis* SS240. Tandan sawit menghasilkan enzim dengan aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan polard pada kapang *P. nalgiovensis* SS240.

Sumber nitrogen yang paling baik bagi produksi enzim selulase adalah natrium nitrat pada kapang *P. nalgiovensis* SS240 dengan aktivitas sakarifikasi sebesar 215.3 μmol/ml. Amonium sulfat 0.14% + urea 0.03% dan natrium nitrat 0.20% tidak memberikan pengaruh yang nyata (p>0.05) terhadap aktivitas enzim. Pada tahap ketiga aktivitas CMCase, β-glukosidase dan sakarifikasi tertinggi dihasilkan oleh perlakuan dengan konsentrasi nitrogen sebesar 0.017% yaitu dengan aktivitas sebesar 0.027 U/ml, 0.046 U/ml dan 172.4 μmol/ml. Namun perbedaan konsentrasi nitrogen juga tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas enzim (p>0.05).

### Saran

Kapang *P. nalgiovensis* SS240 mampu menghasilkan enzim dengan aktivitas yang tinggi pada substrat tandan sawit. Salah satu kelemahan organisme mutan adalah kembalinya sifat yang dimiliki seperti tipe liarnya sehingga diperlukan penyimpanan yang baik agar tidak kembali seperti tipe liarnya. Selain itu, aplikasi langsung enzim terhadap pakan ternak perlu dilakukan untuk mengetahui keefektifan dan efisiensi enzim sebagai suplemen pakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principal of protein-dye binding. *Anal Biochem* **72**: 248-254
- Campbell L, Bedford MR. 1992. Enzyme application for monogastric feeds: a review. *Can. J. Anim. Sc.* **72**:449-466.
- Darwis AA, Bunasor T, Hartato L, Alisyahbana M. 1988. Studi Limbah Lignoselulolitik di Indonesia. Di dalam: Irawadi TT. 1991. Produksi enzim ekstraseluler (selulase dan xilanase) dari *Neurospora sitophila* pada substrat limbah padat kelapa sawit [disertasi]. Bogor. Fakultas Pascasarjana. IPB.
- Desai JD, Desai AJ, Patel NP. 1982. Production of cellulases and β-glucosidase by shake culture of *Scytalidium lignicola*. Di dalam: Fadel M. 2000. Production physiology of cellulases and β-glucosidase enzymes of *Aspergillus niger* grown under solid state fermentation conditions. *J Biol Sci* **1**: 401-411.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

- Diwyanto K, Sitompul D, Manti I, Mathius IW, Soentoro. 2003. Pengkajian Pengembangan Usaha sistem integrasi kelapa sawit-sapi. Di dalam: Bambang Setiadi *et al.* editor. *Sistem integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Prosiding Lokakarya Nasional. Bengkulu*, 9-10 September 2003. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT. Agrinical.
- Elisabeth J, Ginting SP. 2003. Pemanfaatan hasil samping industri kelapa sawit sebagai bahan pakan ternak sapi potong. di dalam: Bambang Setiadi *et al.* editor. *Sistem integrasi Kelapa Sawit-Sapi. Prosiding Lokakarya Nasional. Bengkulu*, 9-10 September 2003. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT. Agrinical.
- Enari TM. 1983. Microbial cellulases. Di dalam Fogarty WM, editor. *Microbial Enzymes and Biotechnology. Appl. Sci.* New York: Publisher.
- Fadel M. 2000. Production physiology of cellulases and  $\beta$ -glucosidase enzymes of *Aspergillus niger* grown under solid state fermentation conditions. *J Biol Sci* 1: 401-411.
- Fennington G, Neubauer D, Stutzenberger F. 1984. Cellulase biosynthesis in a catabolite repression-resistant mutant of *Thermomonospora curvata*. *Appl Environ Microbiol* 47: 201-204.
- Ginoga R. 2004. Perbandingan aktivitas selulase mutan *Penicillium nalgiovense* dengan tipe liarnya [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan.
- Gong CS, Tsao GT. 1979. Cellulase and biosynthesis regulation. *Ann Repts Ferment Processes* 3: 111-139.
- Haggett KD, Gray PP, Dunn NW. 1979. Crystalline cellulose degradation by a strain of *Cellulomonas* and its mutants derivatives. *Eur J Appl Microb Biotechnol* 8:183-190
- Josefiak D, Rutkowski A, Martin SA. 2004. Carbohydrates fermentation in the avian ceca: a review. *Anim Feed Sci Technol* 113:1-15.
- Kashem MA, Manchur MA, Rahman MS, Anwar M. 2004. Effect of carbon and nitrogen source on the production of reducing sugars, extra-cellular protein and cellulolytic enzymes by two cellulolytic bacterial isolates. *Pak J Biol Sci* 7: 1660-1663.
- Kim C. 1995. Characterization and substrate specificity of an endo-b-1,4-d-glucanase I (avicelase II) from an extracellular multienzyme complex of *Bacillus circulans*. *Appl Environ Microbiol* 61: 959-965.
- Krishna C. 1999. Production of bacterial cellulases by solid state bioprocessing of banana wastes. *Bioresour Technol.* 69:231 – 239
- Liwang T. 2003. Palm Oil effluent management. *Burotrop* 19:38.
- Mandels M, Stenberg D. 1979. Recent advances in cellulase technology. *J Ferment Technol* 54: 267-276
- Murray RK, Daryl KG, Peter AM, Victor WR. 2004. *Biokimia Harper*. Edisi ke-25. Hartono A, penerjemah; Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC. Terjemahan dari: *Harper's Biochemistry*.
- Nurbayti S. 2002. Produksi dan karakterisasi selulase *Penicillium nalgiovense* Laxa dari sarang rayap [tesis]. Depok: Pascasarjana FMIPA UI.
- Ponce-Noyola T, De La Torre. 2001. Regulation of cellulase and xylanase from a derepressed mutant of *Cellulomonas flavigena* growing in sugar-cane bagasse in continuous culture [abstrak]. *Bioresour Technol* 80:91.
- Purwadaria T, Nirwana N, Ketaren PP, Pradono DI, Widyastuti Y. 2003. Synergistic activity of enzymes produced by *Eupenicillium javanicum* dan *Aspergillus niger* NRRL 337 on palm oil factory wastes. *Biotropia*. 20:1 – 10
- Purwadaria T, Haryati T, Darma J. 1994. isolasi dan seleksi kapang mesofilik penghasil mananase. *Ilmu dan Peternakan*. 7(2):26-29
- Purwadaria T, Kumalasari AT, Haryati T, Ketaren PP, Sinurat AP. 2004. Optimization of cellulase production with *Penicillium nalgiovense* S11 grown on pretreated wheat pollard. *Biotropia* 23:1-12.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

- Rakhmani S, Zahra, Purwadaria T, Widyastuti Y. 2005. Enzymes production by *Aspergillus oryzae* Te3b, *Rhizopus oryzae* Ssa, and *Eupenicillium javanicum* BS4 in empty fruit bunch of palm oil industrial waste. Di dalam: Seki T *et al*, editor. *Biotechnology For Sustainable Utilization Of Biological Resources In The Tropics*; Bali, 3-4 Desember 2004. Osaka: Osaka University.
- Rajoka MI. 2004. Influence of various fermentation variables on exo-glucanase production in *Cellulomonas falvigena*. *Elect J Biotechnol* 7: 256-263.
- Sanjaya S. 2003. Produksi selulase mutan *Penicillium nalgiovense* S11 hasil radiasi dengan ultraviolet [skripsi]. Bogor. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan.
- Sanyal A, Kundu RK, Sinha SN, Dube DK. 1988. Extracellular cellulolytic enzymes system of *Aspergillus japonicus*. Di dalam: Fadel M. 2000. Production physiology of cellulases and  $\beta$ -glucosidase enzymes of *Aspergillus niger* grown under solid state fermentation conditions. *J Biol Sci* 1: 401-411.
- Springael JY, Penninckx MJ. 2003. Nitrogen-source regulation of yeast  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase synthesis involves the regulatory network including the GATA zinc-finger factors Gln3, Nil1/Gat1 and Gzf3. *Biochem. J.* 371: 589-595.