

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari data hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa ekstrak kasar enzim selulase dari bakteri *Bacillus subtilis* SF01 adalah enzim selulase golongan endoglukanase dan eksoglukanase.

5.2 Saran

Dari hasil pembahasan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan KLT-Densiometri pada enzim selulase SF01 yang telah murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1997, *Teknik Kromatografi untuk Analisis Bahan Makanan*, Andi, Yogyakarta, 9-10.
- Alam M.Z., Manchur M.A., and Anwar M.N. 2004, Isolation, purification, characterization of cellulolytic enzymes produced by *Streptomycesomiyensis*, *J Biol Sci* **10**:1647-1653.
- Ariputri, D.R. 2014, 'Identifikasi Isolat Bakteri Penghasil Enzim Selulase dari Limbah Ampas Tebu Berdasarkan Analisis Homologi Gen Penyandi 16S rRNA', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Armstrong, F. B. 1983, *Biochemistry*, 2nd ed. Oxford University Press. pp. 135-139, 142-143.
- Banker G.S., and N.R Andeson. 2002, Tablet, In : Lachman, L., Lieberman. H.A., Kanig, J.L. (eds.), *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3rd ed., Lea and Febiger, Philadelphia, pp.293.
- Bettelheim, F. A., Brown, W. H., Campbell, M. K. and Farrell, S. O. 2010, *Introduction to Organic and Biochemistry*, 7thed, Brooks/Cole Cengage Learning, USA. pp. 265-266
- Beguin, P. and Aubert, J. 2000, 'Cellulases' in Lederberg, J., *Encyclopedia of Microbiology*, 2nded, Academic Press, California.
- Campbell, M.K. and Farrell, S.O. 2012, *Biochemistry*, 7thed, Brooks/Cole, Cengage Learning, USA.
- Campbell, N. A. and Reece, J. B., 2008, *Biology*, 8thed, Pearson Benjamin Cumming.
- Chandra M, Kalra A, Sharma PK, Sangwan RS. 2009, Cellulase production by six *Trichoderma* spp. fermented on medicinal plant processings. *J Ind Microbiol Biotechnol* **(36)**: 605–609.
- Doyle, M.P., and Mungall. 1980, *Experimental of Organic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York, pp.24-34.
- Gritter, J.R., Bobbitt J.M., dan Schwarting A.E. 1991, *Pengantar Kromatografi*, Penerbit ITB, Bandung, pp.107-137.
- Gunam B.W., Buda K., dan Guna S. 2010, Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi substrat

- Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* NRRL A-II,264. *Jurnal Biologi*, **14(1)**: 55-61.
- Hartati, I. 2012, Pemurnian Enzim Selulase dari Rumen Sapi Menggunakan Teknologi Expanded Bed Adsorption. *Techno*, **13(1)** : 43-51.
- Hartanti. 2010, ‘Isolasi dan Seleksi Bakteri Selulolitik Termofil dari Kawah air Panas Gubung Pancar’, *Skripsi*, Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hermiati, E.,Djumali, M.,Sunarti T.C.,Suparno, dan O.,Prasetya, B. 2010, Pemanfaatan Biomassa lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol.*Jurnal Litbang Pertanian*,**29(4)**: 121-130.
- Howard R.L., Abotsi E., Jansen van Rensburg E.L. and Howard S. 2003, LignocelluloseBiotechnology: Issues of Bioconversion and Enzyme Production. *Review Journal ofBiotechnology*,**2(12)**: 602-619.
- Jian, C., Ye, Q., Huo M. and Yuan, J. 2015, ‘Advances in Cellulose – Based Graft Copolymers Prepared via Controlled Radical Polymerization A Comprehensive Review’, in Thakur, K.V., *Cellulose – Based Graft Copolymers Structure and Chemistry*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 64 - 78.
- Karmakar M. and Ray R.R. 2011, Current Trends in Research and Application of Microbial Cellulases. *Academic Journals Inc, Research Journal of Microbiology*,**6(1)**: 41-53.
- Kementrian Kesehatan RI, 2013, *Farmakope Indonesia IV*, Jakarta : Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementrian Kesehatan RI, 2013, *Farmakope Indonesia V* Buku 1, Jakarta : Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kennely, P.J. and Rodwell, V.W. 2009, Enzim: Kinetika, dalam Murray, R.K., Granner, D.K. and Rodwell, V.W., *Biokimia Harper*, Diterjemahkan, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Kurnia, D. R. D. 2010, Studi Aktivitas Enzim Lipase dari *Aspergillus Niger* sebagai Biokatalis pada proses Gliserolisis untuk menghasilkan Monoasilgliserol,*Tesis*, UNDIP. Semarang.
- Lamid, M., Julita, A. F. E. dan Widjaya, N. M. R. 2013, Inokulasi Bakteri Selulolitik *Actinobacillus* sp . Asal Rumen pada Daun Jati Menurunkan Serat Kasar dan Meningkatkan Protein Kasar,*Jurnal Veteriner*,**14(3)**: 279–284.

- Lee, S.P., Holloway, W.D., and Nicholson, G.I. 1977, The Medical Disolution of Phytobezoars Using Cellulase, *British Journal of Surgery*, **64**: 403 – 405.
- Lehman, J.W. 2004, *Microscale Operational Organic Chemistry*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey, pp.634.
- Lynd, L.R., Paul, J.W., Willem, H. and Isak, S.P. 2002, *Microbiology Molecul Biology*, pp.506.
- Mara, A. 1999, ‘Penentuan Kondisi Optimum dan Pengaruh Ion Logam Mg^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , dan Ca^{2+} pada Glukosa Isomerase yang telah Diambil dengan DEAE Selulosa untuk Produksi Sirup Fruktosa dari Singkong (Manihotutilisima)’.*Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Meryandini, A., W. Widosari., B. B Maranatha, T.C., Sunarti, N. Rachmania, dan H. Satria. 2009, Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Makara,Sains*, **13(1)**:33-38.
- Mohit, B.V., and Patil, S.V. 2014, Investigation of Bacterial Cellulose BiosynTesis Mechanism in *Gluconoacetobater hansenii*,*ISRN Microbiology*, **2014**:1-7.
- Montgomery, R., Dryer, R.L., Conway, T.W., and Spector, A.A. 1993, *Biokimia Suatu Pendekatan Berorientasi Kasus Jilid 1*, Edisi keempat, Diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Ismadi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta. pp. 198-199, 200.
- Moat, A.G., Foster, J.W. and Spector, M.P. 2002, *Microbial Physiology*, Fourth edition, Wiley – liss, Inc., New York.
- Mulya, M., dan Suharman. 1995, *Analisis Instrumental*, Airlangga University Press, Surabaya, 61, 224, 374, 375, 404.
- Nelson D.L., and Cox M.M. 2008, *Lehninger Principles of Biochemistry*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Oentoro, Y.B. 2016, ‘Pengaruh Penambahan Ion Logam Co^{2+} , Fe^{3+} , Ba^{2+} dan K^{+} Terhadap Aktivitas Ekstrak Kasar Enzim Selulase Dari *Bacillus subtilis* Strain SF01’, *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Orten, J. M. and Neuhaus, O. W. 1970, *Biochemistry*. C. V. Mosby Company. Saint Louis.

- Ozioko, P.C., Ikeyi A. P., and Ugwu, O. P. C.2013, 'Review Article : Cellulases, Their Substrates, Activity And Assay Methods', *The Experiment*,**12 (2)** : 778-785.
- Page, D.S. 1997. *Prinsip-Prinsip Biokimia*. Erlangga. Jakarta. Halaman 465.
- Philippidis, G. P. 1991, Evaluation of the current status of TheCellulase Production Technology. *Biofuel Information Center*(**4**) : 12-16.
- Poedjiadi, A. 1994, *Dasar-Dasar Biokimia*. UI Press. Jakarta. 143, 162-163.
- Pratiwi, K.A. 2016, 'Pengaruh Penambahan Ion Logam Hg^{2+} , Al^{3+} , Sn^{2+} , Ni^{2+} terhadap Aktivitas Enzim Selulase yang berasal dari *Bacillus subtilis* SF01', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Rastogi, S. C. 1995, *Biochemistry*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi. pp.90, 132-133, 140.
- Saha, B.C. 2004, *Lignocellulose biodegradation and application in biotechnology*. US. Government Work. American Chemical Society, pp 2-14.
- Sadhu, S., P.Saha., S.K.Sen., S. Mayilraj., and T.K.Maiti. 2013, Production, purification and characterization of a novel thermotolerant endoglucanase (CMCase) from *Bacillus* strain isolated from cow dung. *Microbiology Laboratory*,**2(10)** :1-10.
- Sadikin, M. 2002, *Biokimia Enzim*, Penerbit Widya Medika, Jakarta.
- Sakti, P.C. 2012, 'Optimasi Produksi Enzim Selulase dari *Bacillus* sp. BPPT CC RK2 dengan Variasi PH dan Suhu menggunakan Response Surface Methodology', *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Saratale, G.D., Saratale, R.G., Oh, S.E. 2012, 'Production and Characterization Of Multiple Cellulolytic Enzymes By Isolated *Streptomyces* sp.'. MDS. *Biomass and Bioenergy*,(**47**): 302-315.
- Saropah D.A., Jannah,A.Maunatin,A. 2012,Kinetika Reaksi Enzimatis Ekstrak Kasar Enzim Selulase Bakteri Selulolitik Hasil Isolasi dari Bekatul.*ALCHEMY*,**2(1)**:34-45.
- Sharrock, K. R. 1988,'Cellulase assay methods: a review.' *J Biochem Biophys Methods*,**17(2)**:81-105.
- Sholihati, A. M.,Baharuddin, M., 2015,Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis*.*Al Kimia*,**3(2)**:78-90.

- Sookavatana, N. 2001, 'Separation and Detection of Celooligosaccharides on Cellulose Thin Layer Chromatography', *Tesis*, Universitas Oregon.
- Spence, K.L., Venditti, R.A., Rojas, O.J., Pawlak, J.J. and Hubbe, M.A. 2011, Water Vapor Barrier Properties of Coated and Filled Microfibrillated Cellulose Composite Films, *BioResources*, **(6)**: 4370-4388.
- Suharto, P.Y. 2015, 'Pengaruh Beberapa Senyawa Pereduksi terhadap Aktivitas Enzim Selulase dari Isolat Bakteri Selulolitik (*Bacillus Subtilis* Strain SF01) Asal Limbah Ampas Tebu', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Sukumaran, R. K., R. R. Singhanian, G. M. Mathew, and A. Pandey. 2009, 'Cellulase Production Using Biomass Feed Stock and Its Application in Lignocellulose Saccharification for Bio-Ethanol Productio'. *Renew Energy*, **34(2)** : 421–424.
- Susanto, F. 2012, '*Skrining Dan Isolasi Bakteri Penghasil Enzim Selulase Dari Limbah Tebu*', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Takahashi, M., Takahashi, H., Nakano, and Y., Konishi, T. 2010, 'Characterization of a Cellobiohydrolase (MoCel6A) Produced by *Magnaporthe Oryzae*', *American Society for Microbiology*, **76 (19)** : 6583-6590.
- Tanwijaya, L. 2016, 'Pengaruh Penambahan Ion Logam Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} dan Ion NH_4^+ terhadap Aktivitas Ekstrak Kasar Enzim Selulase dari *Bacillus subtilis* Strain SF01', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Touchestone, J.C., and Dobbins, M.F., 1983. *Practice of Thin Layer Chromatography*. 2nd ed., New York: John Wiley and Sons.
- Utami, C.P. 2015, 'Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Selulase Dari Isolat Bakteri Selulolitik (*Bacillus subtilis* Strain SF01) Asal Limbah Ampas Tebu', *Skripsi*, Sarjana Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya.
- Whitaker, D. R. 1971, Cellulases, *The Enzymes*, **(5)**: 273-290.
- Whither, S.G. dan R. Aebersold. 1995, Approaches to Labelling and Identification of Active Site Residues in Glucosidases. *Jurnal of Protein Science*, **(4)**: 361-372.

- Wirahadikusumah, M. 1997, *Biokimia: Protein, Enzim, dan Asam Nukleat*. ITB Press. Bandung. 61-62.
- Wood, T.M. and Bhat, K.M. 1988, Methods of measuring cellulase activities. *Methods in Ezymology*, **160**: 87-117.
- Yoda, K., Toyoda, A., Mukoyama, Y., Nakamura, and Y., Minato, H. 2005, 'Cloning, Sequencing and Expression of a Eubacterium Cellulosolvens 5 Genes Encoding and Endoglukanase (Cel5A) with Novel Carbohydrate-Binding Modules, and Properties of Cel5A', *American Society for Microbiology*, **71(10)** : 5787-5793.
- Zainuddin, M. 2011, *Metodologi Penelitian Kefarmasian dan Kesehatan*, Airlangga University Press, Surabaya.
- Zhang, Y-H. P., M. E. Himmel and J. R. Mielenz. 2006, Outlook for cellulase improvement: screening and selection strategies. *Biotechnol Adv*, **24(5)**:452-481.