

**STUDI PUSTAKA TENTANG OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE
OLEH JAMUR SELULOLITIK AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Sains

Dosen Pembimbing :

Dr. Hj. Peristiwati, M. Kes.

Dr. Hj. Any Fitriani, M. Si.



oleh

Iroh Asiroh

NIM 1703933

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2021**

Iroh Asiroh, 2021

*STUDI PUSTAKA TENTANG OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK AMPAS TEBU
(*Saccharum officinarum*)*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**STUDI PUSTAKA TENTANG OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH
JAMUR SELULOLITIK AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*)**

Oleh

Iroh Asiroh

1703933

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Iroh Asiroh

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya, atau sebagian dengan dicetak ulang, difotocopy atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

HALAMAN PENGESAHAN**SKRIPSI****STUDI PUSTAKA TENTANG OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE
OLEH JAMUR SELULOLITIK AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*)****IROH ASIROH****NIM 1703933**

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I

**Dr. Hj. Peristiwa M. Kes.****NIP. 196403201991032001**

Pembimbing II

**Dr. Hj. Any Fitriani, M.Si.****NIP 196502021991032001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi

**Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.****NIP. 197008112001122001**

STUDI PUSTAKA TENTANG OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*)

ABSTRAK

Enzim selulase merupakan enzim yang dapat menghidrolisis selulosa. Ampas tebu merupakan limbah berbahan lignoselulosa yang kurang dimanfaatkan. Mikroorganisme yang mampu memproduksi enzim selulase salah satunya adalah jamur selulolitik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui isolat jamur selulolitik ampas tebu dan kondisi optimum produksi enzim selulase dengan memperhatikan parameter pH dan suhu yang optimum. Metode penelitian dilakukan melalui studi pustaka dengan memanfaatkan data sekunder. Hasil penelitian berupa kajian karakteristik isolat jamur dan penentuan pH dan suhu optimum dalam produksi enzim selulase. Isolat jamur selulolitik yang diisolasi antara lain *Aspergillus niger*, *Aspergillus sydowii*, *Aspergillus fumigatus*, *Trichoderma sp.*, *Peacilomyces variotti*, *Moniliophthora pernicioso*, *Penicillium verruculosum*, *Rhizomucor sp.*, *Micheliophthora sp.*, *Rhizopus sp.* jamur galur 1 dan jamur galur 2. Adapun pH dan suhu optimum yang didapat berdasarkan studi pustaka berkisar dari 5-7 dan 28-37°C.

Kata Kunci : Enzim selulase, ampas tebu (*Saccharum officinarum*), jamur selulolitik

ABSTRACT

Cellulase is an enzyme that can hydrolyze cellulose. Bagasse is an underutilized lignocellulosic waste. One of the microorganisms capable of producing cellulase enzymes is cellulolytic fungi. The purpose of this study was to determine the isolates of sugarcane bagasse cellulolytic fungi and the optimum conditions for cellulase enzyme production by taking into account the optimum pH and temperature parameters. The research method is carried out through literature study by utilizing secondary data. The results of the research were a study of the characteristics of fungal isolates and the determination of the optimum pH and temperature in the production of cellulase enzymes. The isolated cellulolytic fungi were *Aspergillus niger*, *Aspergillus sydowii*, *Aspergillus fumigatus*, *Trichoderma sp.*, *Peacilomyces variotti*, *Moniliophthora perniciososa*, *Penicillium verruculosum*, *Rhizomucor sp.*, *Micheliophthora sp.*, *Rhizopus sp.* mushroom strain 1 and mushroom strain 2. The optimum pH and temperature obtained based on literature study ranged from 5-7 and 28-37°C.

Keywords : *Cellulase enzyme, sugarcane bagasse, fungi cellulolytic*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Enzim Selulase	7
2.2 Faktor – faktor yang Memengaruhi Aktivitas Enzim Selulase	9
2.3 Lignoselulosa	15
2.4 Ampas tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	19
2.5 Pretreatment Ampas Tebu (<i>Saccharum officinarum</i>)	20
2.6 Jamur Selulolitik	29
2.7 Fermentasi	34
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Desain Penelitian Pustaka.....	37
3.2 Waktu Penelitian Pustaka	39
3.3 Subjek Penelitian Pustaka.....	39
3.4 Prosedur Penelitian Pustaka.....	39
3.5 Analisis Data.....	44
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	45

4.1	Identifikasi Jamur Selulolitik Ampas Tebu	45
4.2	Penentuan pH dan Suhu Optimum Jamur Selulolitik terhadap Aktivitas Enzim Selulase	53
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI		62
5.1	Simpulan.....	62
5.2	Implikasi	62
5.3	Rekomendasi.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63

DAFTAR PUSTAKA

- Alam M, Manchur M, & Anwar M. 2004. Isolation, purification, characterization of cellulolytic enzymes produced by the isolate *Streptomyces omiyaensis*. *Pak J Biol Sci.* 7(10): 1647-1653.
- Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., & Negro, M. J. (2010). Pretreatment technologies for an efficient bioethanol production process based on enzymatic hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*, 101(13), 4851–4861. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.11.093>
- Amelia, A. (2012). Pengaruh Variasi Konsentrasi Enzim dan Substrat Terhadap Sakarifikasi Limbah Pengolahan Kertas Menggunakan Enzim Selulase dari *Bacillus sp.* BPPT CC RK2. *Skripsi*.
- Anggraini, Kiki. & Siti Khotimah, M. T. (2015). Jenis-Jenis Jamur Makroskopis di Hutan Hujan Mas Desa Kawat Kecamatan Tayan Hilir Kabupaten Sanggau. *Protobiont*, 4(3), 60–64.
- Ashfaque, M., Solomon, S., & Pathak, N. (2014). Optimization of pretreatment and fermentation conditions for production of extracellular cellulase complex using sugarcane bagasse. *Bioinformation*, 10(10), 606–610. <https://doi.org/10.6026/97320630010606>
- Basso, T. P., Gallo, C. R., & Basso, L. C. (2010). Atividade celulolítica de fungos isolados de bagaço de cana-de-açúcar e madeira em decomposição. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 45(11), 1282–1289. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001100008>
- Basuni Y. 2008. Aktivitas selulase dari *Ganoderma lucidum* yang diinkubasikan dalam media jerami padi. *Skripsi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Burnard, S. (2019). Background and general introduction. In *Understanding and Managing Learning Behaviour*. <https://doi.org/10.4324/9780429346644-1>
- Chandel, A.K., R.K. Kapoor, A. Singh & R.C. Kuhad. 2007. Detoxification of sugarcane bagasse hydrolysate improves ethanol production by *Candida shehatae* NCIM 3501. *Bioresour. Technol.* 98: 1947–1950.
- Darsih, C., & Wahono, S.K., Pretreatment Ampas Tebu (Bagas) Menggunakan Empat Jamur Pelapuk Putih dan Karakteristik Pertumbuhannya. : <https://www.researchgate.net/publication/273140147>
- Devarapalli, M., & Atiyeh, H. K. (2015). A review of conversion processes for bioethanol production with a focus on syngas fermentation. *Biofuel Research Journal*, 2(3), 268–280. <https://doi.org/10.18331/BRJ2015.2.3.5>

- De Cassia Pereira, J., Paganini Marques, N., Rodrigues, A., Brito de Oliveira, T., Boscolo, M., Da Silva, R., Gomes, E., & Bocchini Martins, D. A. (2015). Thermophilic fungi as new sources for production of cellulases and xylanases with potential use in sugarcane bagasse saccharification. *Journal of Applied Microbiology*, *118*(4), 928–939. <https://doi.org/10.1111/jam.12757>
- Dos Santos, B. S. L., Gomes, A. F. S., Franciscon, E. G., De Oliveira, J. M., & Baffi, M. A. (2015). Thermotolerant and mesophylic fungi from sugarcane bagasse and their prospection for biomass-degrading enzyme production. *Brazilian Journal of Microbiology*, *46*(3), 903–910. <https://doi.org/10.1590/S1517-838246320140393>
- Ezeilo, U. R., Lee, C. T., Huyop, F., Zakaria, I. I., & Wahab, R. A. (2019). Raw oil palm frond leaves as cost-effective substrate for cellulase and xylanase productions by *Trichoderma asperellum* UC1 under solid-state fermentation. *Journal of Environmental Management*, *243*(April), 206–217. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.113>
- Fitrianti, R. (2014). Pengaruh Suhu Dan Ph Terhadap Aktivitas Enzim Selulase Dari Kultur Campuran *Trichoderma* Sp., *Gliocladium* Sp. Dan *Botrytis* Sp. Yang Ditumbuhkan Pada Media Kulit Pisang. *Skripsi*, 45–57.
- Florencio, C., Cunha, F. M., Badino, A. C., Farinas, C. S., Ximenes, E., & Ladisch, M. R. (2016). Secretome analysis of *Trichoderma reesei* and *Aspergillus niger* cultivated by submerged and sequential fermentation processes: Enzyme production for sugarcane bagasse hydrolysis. In *Enzyme and Microbial Technology* (Vol. 90). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2016.04.011>
- Fuadi, A. M., Abdillah, H., Achmad, A., Danang, E. P., & Setiawan, A. (2015). Pengaruh kadar glukosa dan waktu inokulasi pada optimasi pembuatan enzim selulase dengan menggunakan jamur *Aspergillus niger* dan substrat kertas. *2017, 1988*, 186–192.
- Grand View Research. (2021). *Enzymes Market Size, Share and Trends Analysis Report By Application (Industrial Enzymes, Specialty Enzymes), By Product (Carbohydrase, Proteases, Lipases), By Source, By Region, And Segment Forecasts*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/enzymes-industry>.
- Gunam, I. B. W., Antara, N. S., Anggreni, A. A. M. D., Setiyo, Y., Wiguna, I. P. E., Wijaya, I. M. M., & Putra, I. W. W. P. (2019). Chemical pretreatment of lignocellulosic wastes for cellulase production by *Aspergillus niger* FNU 6018. *AIP Conference Proceedings*, *2155*(September). <https://doi.org/10.1063/1.5125544>
- Gusakov, A. V., & Sinityn, A. P. (2012). Cellulases from *Penicillium* species for

- producing fuels from biomass. *Biofuels*, 3(4), 463–477. <https://doi.org/10.4155/bfs.12.41>
- Hassan, S. S., Williams, G. A., & Jaiswal, A. K. (2018). Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 262(April), 310–318. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.04.099>
- He, Y. C., Zhang, D. P., Di, J. H., Wu, Y. Q., Tao, Z. C., Liu, F., Zhang, Z. J., Chong, G. G., Ding, Y., & Ma, C. L. (2016). Effective pretreatment of sugarcane bagasse with combination pretreatment and its hydrolyzates as reaction media for the biosynthesis of ethyl (S)-4-chloro-3-hydroxybutanoate by whole cells of *E. coli* CCZU-K14. *Bioresource Technology*, 211, 720–726. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.150>
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., & Suparno, O. (2010). *Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol*. 29(4), 121–130.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., & Suparno, O. (2017). Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), 121–130. <https://doi.org/10.21082/jp3.v29n4.2010.p121-130>
- Idiawati, N., Harfinda, E. M., & Arianie, L. (2015). Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* pada Ampas Sagu. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.31258/jnat.16.1.1-9>
- Iftalia, D. (2016). *Peningkatan Aktivitas Enzim Selulase dan Kadar Glukosa Hasil Fermentasi Jerami Padi Oleh Fungi Trichoderma viride yang Diradiasi Gamma*. Skripsi
- Irfan, M., Nadeem, M., Syed QA, & Baig S. 2010 – Submerged cultivation of *Aspergillus niger* on pretreated sugarcane bagasse. *World Journal of Agricultural Science* 6(4), 466–472.
- Irma. (2015). Optimasi Media Pertumbuhan *Aspergillus niger* Dengan Menggunakan Tepung Singkong. *Skripsi. Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar*, 134(4), 7–11.
- Julfana R, Anita T, & Idiawati N. 2013. Hidrolisis enzimatik selulosa dari ampas sagu menggunakan campuran selulase dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. *JKK*. 2 (1): 52-57
- Kadhim, S. O., & Faleh, I. B. (2020). Isolation, Identification and Characterization of *Aspergillus Flavus* Clinical Isolates From Human and Sheep Sputum. *Biochemical and Cellular Archives*, 20(2), 4621–4627.
- Kahtibah, (2011). *Penelitian Kepustakaan*. 0(01), 36–39.

- Kapoor, K., Garg, N., Diwan, R. K., Varshney, L., & Tyagi, A. K. (2017). Study the effect of gamma radiation pretreatment of sugarcane bagasse on its physico-chemical morphological and structural properties. *Radiation Physics and Chemistry*, *141*, 190–195. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.07.010>
- Khalil, A. I. (2002). Production and characterization of cellulolytic and xylanolytic enzymes from the ligninolytic white-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* grown on sugarcane bagasse. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *18*(8), 753–759. <https://doi.org/10.1023/A:1020483618186>
- Kim, D. (2018). Physico-chemical conversion of lignocellulose: Inhibitor effects and detoxification strategies: A mini review. *Molecules*, *23*(2). <https://doi.org/10.3390/molecules23020309>
- Kim, K. H., & Hong, J. (2001). Supercritical CO₂ pretreatment of lignocellulose enhances enzymatic cellulose hydrolysis. *Bioresource Technology*, *77*(2), 139–144. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00147-4](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00147-4)
- Kim, Y., Ximenes, E., Mosier, N. S., & Ladisch, M. R. (2011). Soluble inhibitors/deactivators of cellulase enzymes from lignocellulosic biomass. *Enzyme and Microbial Technology*, *48*(4–5), 408–415. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2011.01.007>
- Kodri, Dwi B, & Yulianingsih R. 2013. Pemanfaatan enzim selulase dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* sebagai katalisator hidrolisis enzimatik jerami padi dengan pretreatment microwave. *Bioproses Komoditas Tropis*. 1: 1.
- Kumar A, Dutt D, & Gautam A. 2016. Production of crude enzyme from *Aspergillus nidulans* AKB-25 using black gram residue as the substrate and its industrial applications. *J Genet Eng Biotechnol*. 14:107–118. doi:10.1016/j.jgeb.2016.06.004.
- Kusumaningrum, A., Wayan Gunam, I. B., & Mahaputra Wijaya, I. M. (2019). Optimasi Suhu Dan Ph Terhadap Aktivitas Enzim Endoglukanase Menggunakan Response Surface Methodology (Rsm). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, *7*(2), 243. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i02.p08>
- Laser, M., Schulman, D., Allen, S. G., Lichwa, J., Antal, M. J., & Lynd, L. R. (2002). A comparison of liquid hot water and steam pretreatments of sugar cane bagasse for bioconversion to ethanol. *Bioresource Technology*, *81*(1), 33–44. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00103-1](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00103-1)
- Laura, M. P., Larissa, B. P., Jacyele, C. A., Patrícia, A. dos S., Henrique, N. L. da S., Julio, P. Z., Gabriella, S. B. S., & Paulo, W. T. (2020). Evaluation of different fungi and bacteria strains for production of cellulases by submerged fermentation using sugarcane bagasse as carbon source: Effect of substrate concentration and cultivation temperature. *African Journal of Biotechnology*,

- 19(9), 625–635. <https://doi.org/10.5897/ajb2020.17210>
- Lehninger, A. L., 1982, Dasar-dasar Biokimia, Jilid 1, Alih bahasa, Maggi Thenawijaya, Erlangga, Jakarta.
- Lehninger, A. L., 2010, Dasar-dasar Biokimia, Jilid 1, Alih bahasa, Maggi Thenawijaya, Erlangga, Jakarta.
- Lymar, E. S., Li, B., & Renganathan, V. (1995). Purification and characterization of a cellulose-binding β -glucosidase from cellulose-degrading cultures of *Phanerochaete chrysosporium*. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(8), 2976–2980. <https://doi.org/10.1128/aem.61.8.2976-2980.1995>
- Maan, P., Bharti, A. K., Gautam, S., & Dutt, D. (2016). Screening of Important Factors for Xylanase and Cellulase Production from the Fungus *C. cinerea* RM-1 NFCCI-3086 through Plackett-Burman Experimental Design. *BioResources*, 11(4), 8269–8276. <https://doi.org/10.15376/biores.11.4.8269-8276>
- Machado, A. da S., & Ferraz, A. (2017). Biological pretreatment of sugarcane bagasse with basidiomycetes producing varied patterns of biodegradation. *Bioresource Technology*, 225, 17–22. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.053>
- Maeda, R. N., Barcelos, C. A., Anna, L. M. M. S., & Pereira, N. (2013). Cellulase production by *Penicillium funiculosum* and its application in the hydrolysis of sugar cane bagasse for second generation ethanol production by fed batch operation. *Journal of Biotechnology*, 163(1), 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2012.10.014>
- Matkar, K., Chapla, D., Divecha, J., Nighojkar, A., & Madamwar, D. (2013). Production of cellulase by a newly isolated strain of *Aspergillus sydowii* and its optimization under submerged fermentation. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 78, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2012.12.002>
- Miller, GL. 1976 – Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytic Chemistry* 31, 426–428.
- Mirzaqon, A. T., & Purwoko, B. (2017). Studi Kepustakaan Mengenai Landasan Teori Dan Praktik Konseling Expressive Writing Library. *Jurnal BK UNESA*, 1–8.
- Mmango-Kaseke, Z., Okaiyeto, K., Nwodo, U. U., Mabinya, L. V., & Okoh, A. I. (2016). Optimization of cellulase and xylanase production by *Micrococcus* species under submerged fermentation. *Sustainability (Switzerland)*, 8(11), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su8111168>
- Mosier N, Hendrickson R, Brewer M, Ho N, Sedlak M, & Dreshel, R. (2005a) *Industrial scale-up of pH-controlled liquid hot water pretreatment of corn fiber*

for fuel ethanol production. Appl Biochem Biotechnol 125:77–97 Diakses pada tanggal 14 Juni 2021

- Mulyana, N., Dyah Larasati, T. R., Nurhasni, N., & Ningrum, M. (2016). Peningkatan Aktivitas Enzim Selulase dan Produksi Glukosa Melalui Fermentasi Substrat Jerami Padi Dengan Fungi *Aspergillus niger* yang Dipapari Sinar Gamma. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 11(1), 13. <https://doi.org/10.17146/jair.2015.11.1.2695>
- Namnuch, N., Thammasittirong, A., & Na-ranong, S. (2020). Lignocellulose hydrolytic enzymes production by *Aspergillus flavus* KUB2 using submerged fermentation of sugarcane bagasse waste. *Mycology*, 00(00), 1–9. <https://doi.org/10.1080/21501203.2020.1806938>
- Nugraha R. 2006. Produksi enzim selulase oleh *Penicillium nalgiovense* SS240 pada substrat tandan sawit [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Namnuch, N., Thammasittirong, A., & Na-ranong, S. (2020). Lignocellulose hydrolytic enzymes production by *Aspergillus flavus* KUB2 using submerged fermentation of sugarcane bagasse waste. *Mycology*, 00(00), 1–9. <https://doi.org/10.1080/21501203.2020.1806938>
- Oktavia, F. I., Argo, B. D., Lutfi, M., & Korespondensi, P. (2014). *Hidrolisis Enzimatis Ampas Tebu (Bagasse) Memanfaatkan Enzim Selulase dari Mikrofungi Trichoderma reesei dan Aspergillus niger Sebagai Katalisator dengan Pretreatment Microwave Enzymatic Hydrolysis of Bagasse Utilizing Enzymes Cellulase From Micro Trich.* 2(3), 256–262.
- Östergren, K., Jenny Gustavsson, Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, J., Møller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quedsted, T., Easteal, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., & Redlingshöfer, B. (2014). *FUSIONS definitional framework for food waste. Full report* (Issue July). [http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS Definitional Framework for Food Waste 2014.pdf](http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS_Definitional_Framework_for_Food_Waste_2014.pdf)
- Pandey, A., Soccol, C. R., Nigam, P., & Soccol, V. T. (2000). Biotechnological potential of agro-industrial residues. I: Sugarcane bagasse. *Bioresour Technol*, 74(1), 69–80. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00142-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00142-X)
- Pandey, A. (2003). Solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 13(2–3), 81–84. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00121-3)
- Pesrita, A., Linda, T. M., & Devi, S. (2017). *Seleksi dan Aktivitas Enzim Selulase Aktinomisetes Lokal Riau pada Media Seleksi dan Aktivitas Enzim Selulase Aktinomisetes Lokal Riau pada Media Lignoselulosa Ampas Tebu Jurusan Biologi Fakultas Matematika Ilmu pengetahuan Alam Universitas Riau Jurusan*

Kim. May.

- Poedjiadi, Anna, 2006. Dasar-dasar Biokimia. Jakarta: Universitas Indonesia PRESS
- Purkan, D, P. H., & S, S. (2015). Produksi Enzim Selulase dari aspergillus niger Menggunakan Sekam Padi dan Ampas Tebu sebagai Induser . Production of Cellulase Enzyme from aspergilus niger using Rice Husk and Bagasse as Inducer. *Jurnal Ilmu Dasar*, 16(2), 95–102.
- Puebla, 2009. [sugarcane | Olympus Digital Camera | ickypixel | Flickr](#) [Online] diakses pada tanggal 25 Maret 2021
- Putri, M., Salim, M., & Mardiah, E. (2018). *Bioetanol Dari Ampas Tebu Dengan Metode Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF)*.
- Putri, Y. S. (2019). “Uji Daya Antifungi Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Aspergillus Flavus* Secara In Vitro.” *Jurnal Kesehatan*, 4(2), 2–3. <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/239/>
- Rachman A. 1989. Pengantar tekologi fermentasi. Pusat Antar Universitas-IPB, Bogor.
- Rahmana, S. ., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2016). Uji Potensi Fermentasi Etanol Yeast Tanah yang Diisolasi dari Metode Budidaya SDN di Daerah Batu, Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 5–9.
- Rezagama, A., & Samudro, G. (2015). Studi Optimasi Takakura Dengan Penambahan Sekam Dan Bekatul. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), 66. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v12i2.66-70>
- Rosyida, Vita Taufika, Hayati, S. N., Indrianingsih, A. W., Maryana, R., Purwesti, Y. A., & Ayesda, C. S. (2018). Enzim Selulase Kasar *Aspergillus niger* FNCC 6018 untuk Produksi Bioetanol melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 2(2), 77. <https://doi.org/10.46638/jmi.v2i2.45>
- Rosyida, V. T., Darsih, C., & Wahono, S. K. (2013). Pretreatment Ampas Tebu (Bagas) Menggunakan Empat Jamur Pelapuk Putih dan Karakteristik Pertumbuhannya. *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia V, April*, 1–8.
- Rulianah, S., Irfin, Z., Mufid, M., & Prayitno, P. (2017). Produksi Crude Selulase dari Bahan Baku Ampas Tebu Menggunakan Kapang *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v1i1.24>
- Saha, B. C., Iten, L. B., Cotta, M. A., & Wu, Y. V. (2005). Dilute acid pretreatment, enzymatic saccharification and fermentation of wheat straw to ethanol. *Process Biochemistry*, 40(12), 3693–3700. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2005.04.006>

- Salihu, A., Abbas, O., Sallau, A. B., & Alam, M. Z. (2015). Agricultural residues for cellulolytic enzyme production by *Aspergillus niger*: effects of pretreatment. *3 Biotech*, *5*(6), 1101–1106. <https://doi.org/10.1007/s13205-015-0294-5>
- Salomão, G. S. B., Agnezi, J. C., Paulino, L. B., Hencker, L. B., de Lira, T. S., Tardioli, P. W., & Pinotti, L. M. (2019). Production of cellulases by solid state fermentation using natural and pretreated sugarcane bagasse with different fungi. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *17*, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.10.019>
- Saparianti, E., Dewanti, T., & Dhoni, S. K., (1992). Hidrolisis Ampas Tebu Menjadi Glukosa Cair Oleh Kapang *Trichoderma viride*. *J. Tek. Pert.* Vol 5. No. 1 : 1 – 10.
- Sánchez, C. (2009). Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnology Advances*, *27*(2), 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.001>
- Sari, E., Rahman, E. D., Martynis, M., Fiona, S., & -, J. (2015). Perolehan Glukosa Dengan Hidrolisis Enzimatis Dari Ampas Tebu Menggunakan *Trichoderma Viride* Dan *Aspergillus Niger* Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Riset Kimia*, *9*(1), 9. <https://doi.org/10.25077/jrk.v9i1.253>
- Satyanarayana, K. G., Guimarães, J. L., & Wypych, F. (2007). Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *38*(7), 1694–1709. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2007.02.006>
- Setiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., & Marhaendrajana, T. (2016). Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *ETHOS (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian)*, *September 2018*, 257. <https://doi.org/10.29313/ethos.v0i0.1970>
- Sohail, M., Ahmad, A., & Khan, S. A. (2016). Production of cellulase from *Aspergillus terreus* MS105 on crude and commercially purified substrates. *3 Biotech*, *6*(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0420-z>
- Song, Y., Zhou, J., Zhang, L., & Wu, X. (2008). Homogenous modification of cellulose with acrylamide in NaOH/urea aqueous solutions. *Carbohydrate Polymers*, *73*(1), 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.10.018>
- Suharjo, R., Fitriana, Y., Rini, M. V., & Hidayat, K. F. (2016). Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Jamur *Trichoderma* sp. Terpilih. *Sawit*, *1*(Gambar 1), 1.
- Suhartono MT. 1989. Enzim dan bioteknologi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor

- Suharjo, R., Fitriana, Y., Rini, M. V., & Hidayat, K. F. (2016). Karakterisasi dan Identifikasi Isolat Jamur *Trichoderma* sp. Terpilih. *Sawit*, 1(Gambar 1), 1.
- Sukumaran, R.K., Singhania, R.R & Pandey, A. (2005). Microbial Celluloses Production, Application and Challenges. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 65:832-844.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Suryani, Y., Andayaningsih, P., & Hernaman, I. (2012). Isolasi Dan Identifikasi Jamur Selulolitik Pada Limbah Produksi Bioetanol Dari Singkong Yang Berpotensi Dalam Pengolahan Limbah Menjadi Pakan Domba. *Jurnal ISTEK*, VI(1), 1–10.
- Suri, H. (2014). Optimalisasi Produksi Enzim Selulase Bakteri Selulolitik S-16 dan S-22. [Repository.unri.ac.id](http://repository.unri.ac.id)
- Susanti, D., Rahmi, S., Pertanian, T. H., Pertanian, F., Umar, U. T., & Peunyareng, A. (2020). Efektivitas Komposisi Substrat dan Lama Fermentasi oleh *Trichoderma Harzianum* untuk Aktivitas Enzim Selulase dari Campuran Tongkol Jagung dan Blondo *Effectiveness of Substrate Composition and Fermentation Time by Trichoderma Harzianum for Cellulase Enzyme*. 2(1), 28–34
- Suwarto, 2014. Top 15 Tanaman Perkebunan. Penebar Swadaya: Jakarta
- Taherzadeh, M. J., & Karimi, K. (2008). Pretreatment of lignocellulosic wastes to improve ethanol and biogas production: A review. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 9, Issue 9). <https://doi.org/10.3390/ijms9091621>
- Tridasma E. 2006. Produksi selo-oligosakarida dari fraksi selulosa tongkol jagung oleh selulase *Trichoderma viride* [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wahyu, N. U. R., Pangesti, I., & Pangastuti, A. (2012). Pengaruh penambahan molase pada produksi enzim xilanase oleh fungi *Aspergillus niger* dengan substrat jerami padi. *Bioteknologi*, 9(2), 41–48. <https://doi.org/10.13057/biotek/c090202>
- Wahyuningtyas, P., Argo, B.D., & Nugroho, W.A., (2013). Studi Pembuatan Enzim Selulase Dari Mikrofungi *Trichoderma reesei* Dengan Substrat Jerami Padi Sebagai Katalis Hidrolisis Enzimatik Pada Produksi Bioetanol. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* Vol. 1 No. 1
- Widyaningrum, T., & Parahadi, M. (2020). Kadar Bioetanol Kulit Mangga (*Mangifera indica*) Dengan Perlakuan Enzim Selulase dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/LifeSci>

- Widyawati, N. L., & Argo, B. D. (2014). *Pemanfaatan Microwave Dalam Proses Pretreatment Degradasi Lignin Ampas Tebu (Bagasse) Pada Produksi Bioetanol Utilization of Microwave Pretreatment Process Degradation of Lignin in Pulp Sugarcane (Bagasse) in Bioethanol Production*. 15(1), 1–6.
- Wijoyo, H. (2011). *Analisis Pembentukan Portofolio Antara Valuta Asing dan Saham*. In *Jurnal Ilmu Komputer dan Bisnis* (Vol. 2, Issue 2).
- Windarti, A., Novia, & Rosmawati. (2014). Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode Ozonolisis-Simultaneous an Fermentation (SSF) -. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3), 38–48.
- Wirawan, A. E., Djauhari, S., & Sulistyowati, L. (2014). analisis perbedaan pengaruh penerapan sistem PHT dan konvensional terhadap keanekaragaman *Trichoderma* sp. pada lahan padi. *J. Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 2(3), 66–73.
- Wucherpfennig, T., Hestler, T., & Krull, R. (2011). Morphology engineering - Osmolality and its effect on *Aspergillus niger* morphology and productivity. *Microbial Cell Factories*, 10, 1–15. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-10-58>
- Yin, Y., & Wang, J. (2016). Enhancement of enzymatic hydrolysis of wheat straw by gamma irradiation-alkaline pretreatment. *Radiation Physics and Chemistry*, 123, 63–67. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.02.021>
- Yousuf, A., Pirozzi, D., & Sannino, F., (2020). Lignocellulosic Biomass to Liquid Biofuels. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data ISBN: 978-0-12-815936-1
- Zahriadan, I., & Nawfa, R. (2015). Pemindaian Jamur Kontaminan Ampas Tebu untuk Produksi Enzim Selulase. *J. Sains Dan Seni ITS*, 4(2), 2–6.
- Zakpa HD, Mak-Mensah EE, & Johnson FS. 2009 – Production of bioetanol from corncobs using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* in simultaneous saccharification and fermentation. *African Journal of Biotechnology* 8(13), 3018– 3022.
- Zheng, Y., Shi, J., Tu, M., & Cheng, Y.-S. (2017). Principles and Development of Lignocellulosic Biomass Pretreatment for Biofuels. In *Advances in Bioenergy* (Vol. 2). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/bs.aibe.2017.03.001>
- Zheng, Y., Zhao, J., Xu, F., & Li, Y. (2014). Pretreatment of lignocellulosic biomass for enhanced biogas production. *Progress in Energy and Combustion Science*, 42(1), 35–53. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2014.01.001>