

**PENAMBAHAN KULTUR MIKROBA JAMUR MIKROSKOPIS PADA PRODUK
DELIGNIFIKASI MATERIAL ORGANIK**

SKRIPSI

OLEH :

DURROTUL CHOIROH

216.010.610.57



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2021**

**PENAMBAHAN KULTUR MIKROBA JAMUR MIKROSKOPIS PADA PRODUK
DELIGNIFIKASI MATERIAL ORGANIK**

SKIPSI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana (S1) Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang**

OLEH :

DURROTUL CHOIROH

216.010.610.57



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2021

ABSTRAK

Durrotul Choiroh. 216.010.610.57. Penambahan Kultur Mikroba Jamur Mikroskopis pada Produk Delignifikasi Material Organik. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang. Pembimbing I : Ir. Ahmad Syauqi, M.Si. Pembimbing II : Dr. Ratna Djuniwati Lisminingsih, M.Si

Limbah pertanian seperti daun, batang, dan buah disebut juga sebagai bahan berlignoselulosa yang tersusun oleh tiga polimer (selulosa, hemiselulosa, dan lignin) dimana polimer tersebut dapat menghasilkan produk yang bernilai seperti gula hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mempelajari perubahan yang terjadi pada produk delignifikasi material organik yang ditambahkan kultur jamur mikroskopis dan konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini memakai metode eksperimental dengan desain penelitian perbandingan rerata dua populasi. Terdiri dari 2 perlakuan, yang pertama A : 2,5% dengan 11 kali ulangan dan yang kedua B : 7,5% dengan 11 kali ulangan, sehingga jumlah total ulangan ada 22 kali ulangan. Memakai konsorsium jamur *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, *Hansenula sp*, dan *Candida sp*. Media yang digunakan pada penelitian merupakan media campuran diantaranya media *Potato Dextrose Borth* (PDB), media Wang, dan juga ekstrak buah pepaya. Ekstrak tersebut juga mengandung banyak kadar air dan juga terdapat glukosa. Ekstrak buah pepaya berfungsi sebagai sumber nutrien untuk jamur. pH yang digunakan yaitu pH 5. Proses fermentasi media yang ditambahkan produk delignifikasi material organik dengan jamur konsorsium selama 3 hari (72 jam). Penentuan kadar glukosa memakai metode asam sulfat-fenol dengan alat spektrofotometer sinar Ultra Violet (UV) dan tampak. Analisis data yang digunakan yaitu Uji-t. Perubahan yang terjadi pada produk delignifikasi material organik ketika ditambahkan dengan kultur jamur mikroskopis yaitu ada penambahan glukosa dan terdapat perbandingan kadar glukosa pada konsentrasi yang berbeda. Pada perlakuan A rata-rata kadar glukosa yang didapatkan yaitu 15,723 mg/ml, sedangkan pada perlakuan B rata-rata kadar glukosa yang didapat yaitu 42,475 mg/ml. Hal ini membuktikan bahwa dari dua perlakuan berbeda nyata ditunjukkan pada $P > 0,05$.

Kata kunci : Delignifikasi, material organik, Jamur mikroba *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, *Hansenula sp*, dan *Candida sp*, Glukosa.

ABSTRACT

Durrotul Choiroh. 216.010.610.57. Addition of Microscopic Fungal Microbial Cultures to Delignified Organic Material Products. Departement Of Biology Faculty Of Mathematics and Sciences University Of Islamic Malang. Supervisor I : Ir. Ahmad Syauqi, M.Si. Supervisor II : Dr. Ratna Djuniwati Lisminingsih, M.Si.

Agricultural wastes such as leaves, stems, and fruit are also called lignocellulosic materials which are composed of three polymers (cellulose, hemicellulose, and lignin) where these polymers can produce valuable products such as fermented sugars, chemicals, liquid fuels, carbon sources and energy. This study aims to study the changes that occur in delignified organic material products added with microscopic fungal cultures and different concentrations. This study used an experimental method with a comparison study design of the mean of two populations. Consisting of 2 treatments, the first A: 2.5% with 11 replications and the second B: 7.5% with 11 repetitions, so that the total number of repetitions was 22 times. Using a consortium of *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, *Hansenula sp*, and *Candida sp*. The media used in the study were mixed media including *Potato Dextrose Borth* (PDB) media, Wang media, and also papaya fruit extract. The extract also contains a lot of water content and also contains glucose. Papaya fruit extract also functions as a nutrient source for mushrooms. The pH used is pH 5. The fermentation process of the media added by delignification products of organic material with consortium fungi for 3 days (72 hours). Determination of glucose levels using the sulfuric-phenolic acid method with an Ultra Violet (UV) and visible light spectrophotometer. The data analysis used was the T-test. Changes that occur in delignification products of organic material when added with microscopic fungal cultures are the addition of glucose and there is a comparison of glucose levels at different concentrations. In treatment A the average glucose level obtained was 15.723 mg / ml, while in treatment B the average glucose level obtained was 42.475 mg / ml. This proves that the two treatments were significantly different aimed at $P > 0.05$.

Key words : Delignification, organic material, microbial fungi *Trichoderma viride*, *Aspergillus niger*, *Hansenula sp*, and *Candida sp*, Glucose.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah organik memiliki bahan lignoselulosa yang jumlahnya banyak dan bisa diuraikan dengan selulosa. Bahan lignoselulosa yaitu suatu komponen bersifat organik di alam yang berlimpah, bahan ini tersusun dari tiga polimer antara lain selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Tiga polimer terbesar yaitu selulosa (35-50%), hemiselulosa (20-35%), dan lignin (10-25%) (Saha,2004). Tiga polimer tersebut adalah sumber paling utama untuk mendapatkan produk yang memiliki nilai seperti gula hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi.

Beberapa jenis komoditi pangan yang dapat digunakan sebagai bahan baku etanol (bioetanol generasi I) untuk campuran bahan bakar kendaraan yaitu biomassa jagung, tebu ataupun jenis lainnya yang mengandung gula atau pati. Cooperband (2002), menyatakan bahwa bahan yang mengandung lignoselulosa berasal dari bahan organik, diantaranya dari limbah pertanian, limbah kota, limbah organik dari pengolahan makanan, limbah organik dari pabrik kertas dan kayu industri, sisa makanan konsumen dan Atmojo (2003), menambahkan diantaranya kotoran hewan (pupuk kandang), sisa tanaman, pupuk hijau, sampah kota, limbah industri, kompos. limbah pertanian memiliki kandungan protein yang tinggi, hal ini diperkuat oleh (Laila, 2017) kulit buah rambutan yang dimanfaatkan bisa menghasilkan glukosa, dihidrolisis secara enzimatik dengan enzim selulase yang didapatkan dari mikroorganisme *Trichoderma viridae*.

Pada biomasa berlignoselulosa terdapat senyawa polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) yang apabila diuraikan akan menghasilkan senyawa gula dan kalau difermentasi akan menghasilkan etanol. Senyawa polisakarida yang terdapat pada biomasa ini bercampur dengan senyawa lignin. Untuk menghasilkan senyawa gula (glukosa) maka harus melalui proses penting yaitu proses penguraian lignin (delignifikasi) yang berperan melepas selulosa dan hemiselulosa dari ikatan kompleks lignin. Kesulitan yang terjadi dalam suatu proses mendegradasi lignoselulosa yaitu susunan yang bersifat heterogen dari polisakarida yang terdapat pada dinding sel. Komponen utama dari tanaman mengandung bahan lignoselulosa, bahan lignoselulosa bisa didapatkan dari banyak sumber, diantaranya ranting pohon, tangkai kayu, daun, rumput, jerami padi, bunga dan sebagainya.

Mikroorganisme memiliki keterkaitan yang kuat dengan manusia, diantaranya ada yang merugikan bisa menimbulkan penyakit dan disamping itu bisa juga ada yang bermanfaat contohnya termasuk dalam proses pembuatan keju, yogurt, produksi insulin dan juga terlibat diproses perlakuan erat kaitannya dengan pembuangan limbah (Pelczar, 2007). Oleh karena itu, penelitian banyak yang dilakukan dengan standar laboratorium, dimana penelitian itu memanfaatkan mikroorganisme. Penelitian dilakukan melalui cara membiakkan atau juga menumbuhkan mikroorganisme dengan menggunakan media. Dalam penelitian ini mikroorganisme yang diamati yaitu jamur (Fungi). Jamur yaitu organisme yang tidak memiliki klorofil, bersifat heterotrof, jamur ada yang bersel satu dan ada juga yang multiseluler. Jamur memiliki banyak sel, tubuhnya memiliki bentuk benang yaitu disebut dengan hifa dan bercabang membentuk miselium (Sumarjito, 2008).

Jamur Pelapuk Putih (JPP) yaitu salah satu jamur yang berperan dalam proses delignifikasi untuk mendegradasi lignin dan selulosa, mikroorganisme ini berasal dari kelas Basidiomycetes. Menurut (Lailah, 2017) mikroorganisme *Trichoderma viride* dapat memproduksi enzim selulase yang dapat menghidrolisis kulit buah rambutan yang menghasilkan glukosa secara enzimatik. Hasil interaksi jamur *Aspergillus niger*, *Hansenula sp*, dan *Candida sp* sebagai karakteristik enzim mempunyai keunikan pada proses hidrolisisnya. Ketiga jamur tersebut bisa dianggap suatu mikroekosistem sendiri jika dikaitkan dengan substratnya. Dari pemaparan di atas maka dilakukan penelitian dengan judul “Penambahan Kultur Mikroba Jamur Mikroskopis pada Produk Delignifikasi Material Organik“.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Apakah produk delignifikasi material organik mengalami perubahan kuantitas glukosa jika ditambahkan kultur jamur mikroskopis ?
2. Apakah ada perbedaan kuantitas glukosa hasil kerja jamur mikroskopis dengan konsentrasi produk delignifikasi material organik yang berbeda ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari perubahan yang terjadi pada produk delignifikasi material organik yang ditambahkan kultur jamur mikroskopis.
2. Mengetahui perbedaan yang terjadi pada produk delignifikasi material organik dengan penambahan konsentrasi yang berbeda.

1.4 Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah masa inkubasi selama 3 x 24 jam dan kandungan glukosa awal pada ekstrak papaya ditentukan berdasarkan literatur.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perubahan yang terjadi pada produk delignifikasi material organik ditambah dengan kultur jamur mikroskopis.
2. Mahasiswa bisa mendapatkan pengetahuan tentang perubahan produk delignifikasi material organik yang ditambahkan pada konsentrasi berbeda terhadap kultur jamur mikroskopis.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian tentang penambahan kultur mikroba jamur mikroskopis pada produk delignifikasi material organik dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Produk delignifikasi material organik mengalami perubahan kuantitas glukosa ketika ditambahkan dengan kultur jamur mikroskopis.
2. Ada perbedaan kuantitas glukosa dari hasil kerja jamur mikroskopis dengan konsentrasi produk delignifikasi material organik yang berbeda. Pada konsentrasi A kadar glukosa memiliki kuantitas glukosa yang rendah, sedangkan pada konsentrasi B kadar glukosa mempunyai kuantitas glukosa yang tinggi.

5.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan yaitu perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai bahan material organik yang lebih spesifik untuk dijadikan produk delignifikasi material organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afidah, N. 2007. *Biomassa Isolat Aspergillus sp, Candida sp, dan Hansenula sp pada Medium Cair Tetes Tebu dalam Berbagai Konsentrasi Selama 10 x 24 Jam*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Malang. Malang.
- Alexopoulos, C.J and Mims, C.W. 1979. *Introductory Mycology*. John Wiley and Sons. New York.
- Ali, S., Haq, I., Qadeer, M. A., Iqbal, J. 2002. Production of Citric Acid by *Aspergillus niger* Using Cane Molasses In a Stirred Fermentor. *Electronic Journal of Biotechnology*. Vol. 5 No. 3 : 259-271.
- Anindyawati, T. 2009. *Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioetanol*. Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI. Cibinong. Jawa Barat.
- Arima, K. 1964. *Microbial Enzyme Production*. Di dalam M.P. Starr (ed.). Global impact of Applied Microbiology. John Willey and Sons. New York.
- Artiningsih, T. 2006. Aktivitas Ligninolitik Jenis Ganoderma pada Berbagai Sumber Karbon. *Jurnal Biodiversitas*. Vol 7. No 4 : 307-311. Balai Penelitian Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).Bogor.
- Arwiyanto, T. 2003. Pengendalian Hayati Penyakit Layu Bakteri Tembakau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 3(1) : 54-60.
- Asfa, A. A. 2016. *Kualitas Kertas Seni dari Pelepah Tanaman Salak Melalui "Biochemical" Jamur Phanerochaete chrysosporium dan Pleurotus ostreatus dengan Variasi Lama Pemasakan dalam NaOH*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Atmojo, S. W. 2003. *Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. (Pidato Pengukuhan). Sebelas Maret University Press. 35 hal. <http://suntoro.staff>. Surakarta.
- Bakhtiar, F. 2019. *Poduksi Pepaya di Dunia*. www.paktanidigital.com
- Bayer, E.A., Morag, E., Lamed, R. 1994. *The Cellulosome- A Treasure-Trove for Biotechnology*. TIBTECH 12, 379-386.
- Brooks, G., Carroll, K. C., Butel, J., & Morse, S., Jawetz, Melnick & Adelberg's. 2012. *Medical Microbiology (26th ed.)*. McGraw-Hill Medical 305-506. New York.

- Cappucino, J., G., Sherman, N. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Cooperband, L. 2002. *Building Soil Organic Matter with Organic Amendments*. Center for Integrated Agricultural Systems. University of Wisconsin-Madison.
- Dashtban, M., Schraft, H., Qin, W. 2009. Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residue: Opportunities & Perspectives. *Int. J. Biol. Sci.* 578-595.
- Dewi, C., Purwoko, T., dan Pangastuti, A. 2005. Produksi Gula Reduksi oleh *Rhizopus oryzae* dari Substrat Bekatul. *Bioteknologi*. 2(1): 21-26.
- Faiqoh, H. 2016. *Efisiensi Hidrolisis Tepung Kulit Ubi Kayu Menggunakan Aspergillus niger dan Trichoderma viride*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember, Jember.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Cetakan Pertama. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fengel, D., Wegener, G. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Diterjemahkan oleh Hardjono Sastrohamidjoyo. Cetakan I, Gajah Mada University Press. Hal. 124-154. Yogyakarta.
- Fitriani, E. 2003. *Aktivitas Enzim Karboksilmetil Selulase Bacillus pumilus Galur 55 pada Berbagai suhu. Inkubasi*. skripsi. Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. 22 hlm. Bogor.
- Food and Drugs. 1998. *Code of Federal Regulation*. US Government Printing Office. Washington.
- Fredlund E, Blank, L.M., Schn_ rer J., Sauer, U., Passoth, V. 2004. *Oxygen and Glucose dependent regulation of central carbon metabolism in pichia anomala*. Applied and Environmental Microbiology.
- Fugelsang, Kenneth C., Edwards, Charles, G., eds. 2010. *Yeasts*. Wine Microbiology (Second ed.). Boston, MA 3-28. Springer.
- Gandjar, I., W. Sjamsuridjal, dan Detrasi, A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gay, L. R. 2006. *Educasional Research on Educational Innovations*. Eye on Educational. Boston.
- Hardjo, SS., Indrasti, N. S., Tajuddin, B. 1989. *Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian*. Biokonveksi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. IPB. Bogor.

- Harman, G.E., Charles, R.H., Viterbo, A., Chet, I., and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Journal Nature Rev* 2:43-54.
- Hendriks, A.T.W.M., Zeeman, G. 2009. Pretreatments to Enhance the Digestibility of Lignocellulose Biomass. *Biores. Technol.* 100, 10-18.
- Howard, R.L., Abotsi, E., J. van Rensburg E.L., and Howard, S. 2003. Lignocellulose Biotechnology : Issue of Bioconversion and Enzyme Production. *African J. of Biotech. Vol* 2(12), 602-619.
- Hsu, T.C., Guo, G.L., Chen, W.H., dan Hwang, W.S. 2010. Effect of dilute acid pretreatment of rice straw on structural properties and enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology, 101*: 4907- 4913.
- Iranmahboob, J., Nadim, F., and Monemi, S. 2002. Optimizing acid-hydrolysis: A critical step for production of ethanol from mixed wood chips. *Biomass and Bioenergy.* 22:401-404.
- Jawetz, Melnick, & Adelberg / Geo F. Brooks. 2012. *Mikrobiologi Kedokteran*. EGC. Jakarta.
- Kamara, D.S., Rachman, S.D., dan Gaffar, S. 2006. *Degradasi Enzimatis Selulosa dari Batang Pohon Pisang Untuk Produksi Enzim Selulase dari Kapang Trichoderma viride*. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Kamara, D.S., Rachman, S.D., dan Gaffar, S. 2007. *Degradasi Enzimatis Selulosa dari Batang Pohon Pisang Untuk Produksi Glukosa dengan Bantuan Aktivitas Selulolitik Trichoderma viride*. Laporan Penelitian. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjajaran. Bandung.
- Koch, T. 1973. *Anatomy of the Chicken and Domestic Birds*. The Iowa State University Press, Iowa, USA.
- Krasovska, O.S., Stasyk, O.V., Nahorny, V.O., Stasyk, O.V., Granovski N., Kordium, V.A., Vozianov, O.F., Sibirny, A.A. 2007. Glucose-induced production of recombinant proteins in *Hansenula polymorpha* mutants deficient in catabolite repression. *Biotechnol. Bioeng.* 97, 858-870.
- Kwoseh, C.K., Darko, M., A., Adubofour, K. 2012. Cassava starch-agar blend as alternative gelling agent for mycological culture media. *Bots. J. Agric. Appl. Sci.* 2012. 8(1): 8-15.
- Lailah, R. 2017. *Aktivitas Jamur Trichoderma viride Pada Substrat Pasta Tepung Kulit Buah Rambutan (Nephelium lappaceum) Menggunakan Tolok Ukur Glukosa*. Skripsi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Malang.
Malang.

- Li, X.H., Yang, H.J. B., Roy, D., Wang, W.F. Yue, L.J., Jiang, E.Y., Park, & Miao, Y.G. 2009. The most stirring technology in the future: cellulase enzyme and biomass utilization. *African Journal of Biotechnology*. 8 : 2418-2422.
- Marks, Dawn, B., Marks, A.D., And Smith, C.M. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar: Sebuah Pendekatan Klinis* (Alih Bahasa: Brahm U, P; Editor edisi bahasa Indonesia, Joko Suyono, Vivi Sadikin, Lydia I, Mandra). EGC. Jakarta.
- Maryanty, Y., Pristianti, H., dan Ruliawati, P. 2010. *Produksi Crude Lipase dari Aspergillus niger pada Substrat Ongok Menggunakan Metode Fermentasi Fasa Padat*. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, ISSN : 1411-4216, Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang. Malang.
- Mc Donald, P., Edward, R. A., Greenhalg, J. F. D., & Morgan, C. A. 2002. *Animal Nutrition, 6 th Edition*. Longman Scientific and Technical Co. Published in The United States with John Willey and Sons inc. New York.
- Melin, P., Hakansson, S., and Schnurer, J. 2007. *Optimisation and Comparison of Liquid and Dry Formulations of The Biocontrol Yeast Pichia anomala*. Applied Microbiology and Biotechnology.
- Mosier, N., Wayman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y.Y., Holtzapple, M., Ladisch, M. 2005. Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulose. *Biores. Technol.* 96, 673-686.
- Murni, R, Suparjo, Akmal, dan Ginting, B.L. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan*. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi.
- Nisa, N.K. 2010. *Isolasi Trichoderma sp. Asal tanah dan aktivitas penghambatannya terhadap pertumbuhan Phytophthora capsici penyebab penyakit busuk pangkal batang lada*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Noverita. 2009. Identifikasi Kapang dan Khamir Penyebab Penyakit Manusia pada Sumber Air Minum Penduduk pada Sungai Ciliwung dan Sumber Air Sekitarnya. *Vis vitalis* 02 No. 2 (September 2009): 12-22.
- Pelczar, Michael J dan Chan, E. C. S. 2007. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid I*. UI Press. Jakarta.

- Perez, J., Dorado, J.M., Rubia, T., Martinez, J. 2002. Biodegradation and Biological treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin : An Overview. *Int. Microbiol.* 5, 53-63.
- Rachmawati. 2017. *Perbandingan Kuantitas Glukosa pada Media Fermentasi Kulit Buah Rambutan (Nephelium lappaceum L.) dan Limbah Buah Pepaya (Carica papaya L.)*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Malang. Malang.
- Rahayu, dkk., 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. UGM Yogyakarta.
- Raper, K.B., dan Fennel, D.I. 1965. *Genus Aspergillus*. Williams dan Wilkins perusahaan.
- Reed, G. 1966. *Enzyme in Food Processing*. Academic Press. New York.
- Rosgaard, L., Pedesen, S., & Meyer, A.S. 2007. *Comparison of Different Pretreatment Strategies for Enzymatic Hydrolysis of Wheat and Barley Straw*. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 143: 284 - 296.
- Rymowicz, W., and Lenart, D. 2003. Oxalic acid production from lipids by a mutant of *Aspergillus niger* at different pH. *Biotechnology letters vol. 25(12)*:955-958.
- Sanches, O.O., dan Candona, C.A. 2008. Review: Trends of biotechnological production of fuel ethanol from different feedstock. *Bioresource Technology*, 99 (13): 5270-5295.
- Saha, B.C. 2003. Hemicellulose Bioconversion. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 30: 279-291.
- Saha, B.C. 2004. Lignocellulose Biodegradation and Application in Biotechnology. US Government Work. *American Chemical Society*. 2-14.
- Saha, A., Mandal, P., Dasgupta, S., Saha, D. 2008. Influence of Culture Media and Environmental Factors on Mycelia Growth and Sporulation of *Lasiopodiola theobromae* (Pat.) Griffon and Maubl. *Journal of Enviromental Biology*, 29(3), 407-410.
- Semangun, H. 2000. *Ilmu penyakit tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sjostrom, E. 1995. *Kimia Kayu, Dasar-dasar, dan penggunaan*. Edisi kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suganthi, R., Benazir, J. F., Santhi, R., Ramesh, K.V., Anjana, H., Nitya, M., Nidhiya, K.A., Kavitha, G., Lakshmi., R. 2011. Amylase Production By *Aspergillus niger* Under Solid State Fermentation Using Agro industrial Wastes. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. Vol 3(2):1756-1763.

- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Suhartono, Maggy, T. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. IUC-Bank Dunia XVII. Bogor.
- Sumarjito.2008. *Panduan Belajar Biologi*. Primagama .Yogyakarta.
- Suprijatna. 2005. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suskandini, D.R. 2016. *Effects of Chitosan and Plastic Wrapping on Fruit Shelf-life and Qualities of 'California' Papaya*. Fakultas Pertanian-Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Svanström, Åsa.2013. *Trehalose metabolism and stress resistance in Aspergillus niger*. Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880 ; 2013:74
- Syauqi, A. 2001b. *The Synergistic Fungi and Concentration of starters in Three Variety of Cassava (Manihot esculenta Crantz) Substrats of Fermentation*. Makalah tidak diterbitkan.
- Syauqi, A. 2008. *Membentuk Konsorsium Jamur Aspergillus niger, Trichoderma sp, Hansenula sp, Candida sp, Saccharomyces cerevisiae Untuk Produksi Alkohol dari Ubi Kayu (Manihot esculenta Crantz)*. Laporan Penelitian DITJEN DIKTI. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Islam Malang. Malang.
- Syauqi, A. 2014. *Petunjuk Praktikum Biokimia Teknik*. Lab Pusat Universitas Islam Malang. Malang.
- Syauqi, A. 2015. *Mikrobiologi Lingkungan Peranan Mikroorganisme dalam Kehidupan*. Edisi V. Universitas Islam Malang. Malang.
- Taherzadeh, M.J. and Karimi, K. 2008. *Pretreatment of lignocellulic waste to improve ethanol and biogas production: a review*. 9. 1621 - 1651.
- Tauber, H. 1950. *Chemistry and Technology of Enzymes*. John Willey and Sonc Inc. Terhadap Produksi Sel *Aspergillus niger*". *Bioma*. Vol. 10 No. 2 (2008): 46-50. New York.
- Taufik, M. 2008. *Efektivitas agens antagonis Trichoderma sp. pada berbagai media tumbuh terhadap penyakit layu tanaman tomat*. Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI PFI XIX Komisariat Sulawesi Selatan. Makassar.
- Tilman, A.D., Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., Prawirokusumo, S., & Lebdosoekojo, S. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Touomela, M., Vikman, Hatakka, A., Itavaara, M. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Biores Tech* 72: 169–183.
- Usman, H. dan Akbar, R.P.S.2000. *Pengantar Statistika*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Uthayasooryan, M., et al. 2016. Formulation of Alternative Culture Media for Bacterial and Fungal Growth. *Der Pharmacia Lettre*. 8(1): 431-436.
- Wahyuno, D., Manohara, D., dan Mulya, K. 2009. Peranan bahan organik pada pertumbuhan dan daya antagonisme *Trichoderma harzianum* dan pengaruhnya terhadap *P. capsici*. pada tanaman lada. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 7: 76–82.
- Widowati, S. 2001. *Prospek Tepung Sukun Untuk Berbagai Produk Makanan Olahan dalam Upaya Menunjang Diversifikasi Pangan*. BB Pascapanen. Bogor.
- www.biotec.or.th/Sciencepark/ - Lily Eurwilaichitr- diakses tanggal 28 Maret 2007 pukul 10.09 WIB.
- Yudoamijoyo, M., Darwis, A.A., dan Sa'id, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Penerbit Rajawali Press Dengan Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institute Pertanian Bogor. Jakarta.
- Yuniati. 2005. *Pengaruh pemberian beberapa spesies Trichoderma sp. dan pupuk kandang kambing terhadap penyakit layu Fusarium oxysporum f. sp Lycopersici pada tanaman tomat (Lycopersicum esculentum Mill)*. (Skripsi) Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Yuwanta, T. 2004. *Dasar Ternak Unggas*. Kanisius. Yogyakarta.