

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK
Aspergillus niger PADA MEDIA SERBUK SEKAM PADI (*Oryza sativa* Linn.)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Biologi



Oleh:

Eksa Adhwa Fadhilah

2100316

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK
Aspergillus niger PADA MEDIA SERBUK SEKAM PADI (*Oryza sativa* Linn.)**

Oleh
Eksa Adhwa Fadhilah

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Eksa Adhwa Fadhilah 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya ataupun sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

EKSA ADHWA FADHILAH

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK
Aspergillus niger PADA MEDIA SERBUK SEKAM PADI (*Oryza sativa* Linn.)**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Peristiwa, M.Kes

NIP. 196403201991032001

Pembimbing II



Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. NIP.

197212301999031001

Mengetahui, Ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI



Dr. Wahyu Surakusumah, M.T.

NIP. 197212301999031001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Optimasi Produksi Enzim Selulase Oleh Jamur Selulolitik *Aspergillus niger* Pada Media Serbuk Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn.)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2025

Yang membuat pernyataan,

Eksa Adhwa Fadhilah

NIM 2100316

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Produksi Enzim Selulase Oleh Jamur Selulolitik *Aspergillus niger* Pada Media Serbuk Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn.)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengikuti sidang skripsi di Program Studi Biologi, Departemen Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat, baik bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Bandung, April 2025

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan penyelesaian skripsi ini bukan hanya hasil dari usaha sendiri, tetapi juga berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini. Dengan penuh hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada:

1. Ibu Dr. Hj Peristiwa, M.Kes. selaku dosen pembimbing I serta Bapak Wahyu Surakusumah, M.T. selaku dosen pembimbing II atas segala bantuannya selama ini, telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, memberi saran serta motivasi kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku Ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI.
3. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku ketua DBS yang selalu memberikan informasi, motivasi, dan bimbingan mengenai skripsi.
4. Bapak Prof. Yayan Sanjaya, M.Si. (alm.) selaku pembimbing akademik atas bantuannya dan selalu memberi semangat, motivasi, dan informasi tentang perkuliahan kepada penulis.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Biologi FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga kepada penulis selama perkuliahan.
6. Seluruh staf Program Studi Biologi FPMIPA UPI yang telah membantu dalam penyelesaian administrasi selama perkuliahan.
7. Khususnya kepada kedua orang tua penulis, ayah Eko Fajar Riyanto dan ibu Samini atas kerja keras dan pengorbanannya tanpa pamrih dari dulu hingga saat ini, kasih sayang yang tulus yang diberikan kepada penulis, doa di setiap sujud dan sepertiga malamnya yang tiada henti dan selalu memberikan dukungan baik secara moral dan materi kepada penulis. Semoga skripsi ini dapat menjadi salah satu bukti keberhasilan orang tua penulis selama mendidik penulis.

8. Kakak dan adik tercinta penulis Muhammad Niko Naufal dan Fani Aulia Ramadhani yang selalu menemani, kebersamai, mendoakan, dan memberi dukungan penulis.
9. Seluruh keluarga besar yang telah mendoakan dan memberi dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Hafidz Aushaf Ahmad Safirhan, yang telah menjadi salah satu bagian dari hidup penulis, terimakasih telah tulus memberikan kasih sayang kepada penulis, selalu menjadi pengingat, selalu memberi semangat, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, dan selalu menjadi tempat bersandar untuk penulis. Semoga sukses selalu dan terus kebersamai penulis hingga kedepannya.
11. Sahabat-sahabat penulis “WHATS!?”, Aisyah Fikria Fauziah, Aulia Fatharani, Chersa Steffany Polandos, Chersy Tiffany Polandos, Ratu Dewi Hendriantika, dan Sinta Yuliandini yang telah mewarnai masa perkuliahan, memberikan motivasi, dukungan, dan selalu ada bersama penulis dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
12. Teman-teman kelas Biologi C 2021 yang telah menjadi keluarga terbaik selama penulis menempuh perkuliahan.
13. Seluruh pihak yang hadir dalam hidup penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan dan motivasinya.

ABSTRAK

Optimasi Produksi Enzim Selulase Oleh Jamur Selulolitik Pada Media Serbuk Sekam Padi (*Oryza sativa* Linn.)

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi enzim selulase oleh jamur selulolitik *Aspergillus niger* pada media serbuk sekam padi (*Oryza sativa* Linn.). Enzim selulase memiliki peran penting dalam proses industri, terutama dalam konversi limbah pertanian menjadi produk bernilai tinggi. Menggunakan limbah sekam padi sebagai substrat, penelitian ini mengkaji berbagai kondisi fermentasi, termasuk komposisi media, pH, suhu, dan waktu inkubasi, untuk mendapatkan hasil maksimal dalam produksi enzim selulase. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Sampel jamur diisolasi dan dikembangkan dalam media CMC, diikuti dengan identifikasi dan pengukuran biomassa, pH, suhu, dan aktivitas enzim selulase. Parameter-parameter ini dianalisis untuk menentukan kondisi optimum bagi produksi enzim. Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa biomassa yang dihasilkan *A. niger* meningkat dari jam ke-0 hingga jam ke-96, baik pada pH 4,5 maupun pH 5,5, dan pada suhu 29,5°C hingga 30,5°C. pH dan suhu optimum untuk produksi enzim selulase ditemukan pada pH 4,5 dan suhu 30,5°C, dengan aktivitas enzim selulase tertinggi sebesar 0,736 U/mL. Penelitian ini menyimpulkan bahwa optimasi produksi enzim selulase dengan memanfaatkan limbah sekam padi tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam menghasilkan enzim, tetapi juga dapat berkontribusi pada pengelolaan limbah yang lebih ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Aspergillus niger*, Limbah Pertanian, Enzim Selulase, Sekam Padi, Optimasi Produksi.

ABSTRACT

Optimization Of Cellulase Enzym Production By The Cellulolytic Funge

Aspergillus Niger On Rice Husk (*Oryza sativa* Linn.) Media

This study aims to optimize the production of cellulase enzyme by cellulolytic fungus *Aspergillus niger* on rice husk powder media (*Oryza sativa* Linn.). Cellulase enzyme has an important role in industrial processes, especially in the conversion of agricultural waste into high-value products. Using rice husk waste as a substrate, this study examined various fermentation conditions, including media composition, pH, temperature, and incubation time, to obtain maximum results in cellulase enzyme production. The method applied in this study was quantitative research with an experimental approach. Fungal samples were isolated and developed in CMC media, followed by identification and measurement of biomass, pH, temperature, and cellulase enzyme activity. These parameters were analyzed to determine the optimum conditions for enzyme production. The findings of the study showed that the biomass produced by *A. niger* increased from hour 0 to hour 96, both at pH 4.5 and pH 5.5, and at temperatures of 29.5°C to 30.5°C. The optimum pH and temperature for cellulase enzyme production were found at pH 4.5 and temperature of 30.5°C, with the highest cellulase enzyme activity of 0.736 U/mL. This study concludes that optimization of cellulase enzyme production by utilizing rice husk waste not only increases efficiency in producing enzymes, but also can contribute to more environmentally friendly waste management.

Keywords: *Aspergillus niger*, Agricultural Waste, Cellulase Enzyme, Rice Husk, Production Optimization.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.7 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH <i>Aspergillus niger</i> DAN PEMANFAATAN LIMBAH SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTRAT.....	8
2.1 Enzim Selulase	8
2.2 Aktivitas Enzim Selulase	9
2.3 Faktor-faktor yang Memengaruhi Aktivitas Enzim Selulase	11
2.4 Sekam Padi.....	16
2.5 Lignoselulosa	18

2.6 <i>Aspergillus niger</i>	21
2.7 Jamur Selulolitik	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Jenis Penelitian.....	24
3.2 Desain Penelitian.....	24
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	25
3.5 Alat dan Bahan.....	25
3.6 Prosedur Penelitian	26
3.6.1 Tahap Persiapan	26
3.6.3 Identifikasi Isolat Jamur Selulolitik	26
3.6.4 Uji Biokimia Isolat Jamur Selulolitik	27
3.6.5 Delignifikasi Serbuk Sekam Padi	30
3.6.8 Produksi Enzim Selulase Menggunakan Metode <i>Submerged Fermentation</i> (SMF)	32
3.7 Analisis Data	35
3.8 Alur Penelitian	36
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	38
4.2 Identifikasi Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	42
4.3 Kurva Tumbuh Jamur <i>Aspergillus niger</i>	49
4.4 Biomassa dan Aktivitas Enzim Selulase <i>Aspergillus niger</i> Selama Proses Fermentasi	51
4.5 Pengujian Statistik Menggunakan SPSS	64
BAB V TEMUAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	69
5.1 Simpulan	69

5.2 Implikasi.....	69
5.3 Rekomendasi	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Format identifikasi isolat jamur selulolitik	27
Tabel 3.2 Format uji aktivitas biokimia	29
Tabel 3. 3 Format hasil uji aktivitas selulolitik menggunakan media (<i>Carboxymethyl Cellulose</i>).....	31
Tabel 3.4 Format kadar gula pereduksi dan uji aktivitas enzim selulase	34
Tabel 4.1 Indeks Selulolitik Jamur <i>Aspergillus niger</i>	40
Tabel 4.2 Hasil identifikasi mikroskopis dan makroskopis isolat jamur selulolitik Identifikasi spesies menggunakan kunci determinasi buku <i>Fungi and Food Spoilage</i> (Pitt & Hocking, 2009)	43
Tabel 4.3 Hasil uji biokimia jamur selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	45
Tabel 4.4 Hubungan gula pereduksi dengan aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh jamur <i>Aspergillus niger</i>	52
Tabel 4.5 Hasil Uji Statistik Terhadap Suhu, pH, dan Aktivitas Enzim	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sekam Padi (TaniNusantara.com)	17
Gambar 2.2 Struktur Lignoselulosa (Suryanto, 2016).....	18
Gambar 2.3 Struktur Selulosa (Suryanto, 2016)	19
Gambar 2.4 Struktur Hemiselulosa (Suryanto, 2016)	20
Gambar 2.5 Struktur Lignin (Suryanto, 2016)	21
Gambar 2.6 <i>Aspergillus niger</i> dibawah Mikroskop (Thongdumhyu P., 2018)	22
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Menggunakan Substrat Sekam Padi.....	36
Gambar 3.2 Bagan Alur Kerja Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Menggunakan Substrat Sekam Padi.....	37
Gambar 4.1 Isolasi Jamur <i>Aspergillus niger</i>	38
Gambar 4.2 Zona bening jamur selulolitik AN1 pada media CMC	41
Gambar 4.3 Zona bening jamur selulolitik AN5 pada media CMC	41
Gambar 4.4 Zona bening jamur selulolitik AN7 pada media CMC	41
Gambar 4.5 (a) Tampak depan koloni <i>Aspergillus niger</i> (b) Tampak belakang koloni <i>Aspergillus niger</i>	44
Gambar 4.6 Pengamatan secara mikroskopis jamur <i>Aspergillus niger</i> Perbesaran 50x	45
Gambar 4.7 (a) Uji pati pada <i>Aspergillus niger</i> (b) Uji lipid pada <i>Aspergillus niger</i>	46
Gambar 4.8 Uji gelatin pada <i>Aspergillus niger</i>	47
Gambar 4.9 Uji fosfat pada <i>Aspergillus niger</i>	47
Gambar 4.10 (a) Uji fermentasi glukosa pada <i>Aspergillus niger</i> (b) Uji fermentasi xilosa pada <i>Aspergillus niger</i>	48
Gambar 4.11 Kurva tumbuh jamur <i>Aspergillus niger</i>	50
Gambar 4.12 Perbandingan Biomassa jamur <i>Aspergillus niger</i> dan Aktivitas Enzim pada Suhu 29,5 dengan Variasi pH 4,5 dan 5,5	55

Gambar 4.13 Perbandingan Biomassa jamur <i>Aspergillus niger</i> dan Aktivitas Enzim pada Suhu 30,5 dengan Variasi pH 4,5 dan 5,5	56
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan	88
Lampiran 2. Pembuatan Reagen dan Media	90
Lampiran 3. Dokumentasi Sekam Padi	93
Lampiran 4. Dokumentasi <i>Pre-treatment</i> dan Delignifikasi Sekam Padi	94
Lampiran 5. Gambar Hasil Penelitian	97
Lampiran 6. Penentuan Indeks Aktivitas Selulase secara Kualitatif	101
Lampiran 7. Pembuatan Kurva Pertumbuhan Jamur	102
Lampiran 8. Pembuatan Kurva Standar Glukosa	104
Lampiran 9. Pengukuran Parameter	106

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Azeem, A. M., dkk. (2021). Recent Advances in Fungal Cellulase Production: Enhancement, Design, and Application. *Biomolecules*, 11(5), 679.
- Adri, W., Mardiah, E., dan Afrizal. (2013). Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* dan Kemampuannya Menghidrolisis Jerami Padi, *Jurnal Kimia Unand* (ISSN No. 2303-3401), 2(2), 103-108
- Akhtar, M. S., Heidemann, M., Tietjen, J. R., Zhang, D. W., Chapman, R. D., Eick, D., & Ansari, A. Z. (2009). TFIIH kinase places bivalent marks on the carboxy-terminal domain of RNA polymerase II. *Molecular cell*, 34(3), 387–393. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2009.04.016>
- Allinya, Putri. (2019). *Optimasi Aktivitas Enzim Selulase Ekstrak Kasar Oleh Isolat Bakteri Selulolitik R4-3 dari Saluran Pencernaan Rayap Cryptotermes sp. Menggunakan Media Serbuk Jerami Padi*. (Skripsi). Department Pendidikan Biologi FPMIPA. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Amalia, I. W., Nurnanda, D., Hendrianie, N., Darmawan, R. (2019). Proses Pembuatan Asam Sitrat dari Molasses dengan Metode Submerged Fermentation. *Jurnal Teknik ITS*. 8(2).
- Andrić, P., Meyer, A. S., Jensen, P. A., & Dam-Johansen, K. (2010). Reactor Design for Minimizing Product Inhibition during Enzymatic Lignocellulose Hydrolysis: I. Significance and Mechanism of Cellobiose and Glucose Inhibition on Cellulolytic Enzymes. *Biotechnology Advances*, 28(3), 308-324.
- Anindyawati, Trisanti. (2010). “Potensi Selulase Dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik.” *Berita Selulosa* 45(2): 70–77.
- Anita, Natsir, H., Ahmad, A., Taba, P., Karim, H. (2025). Optimasi Pertumbuhan Bakteri Laut Penghasil Protease Menggunakan Variasi Konsentrasi Media Skim Milk Modifikasi. *Jurnal Indobiosains*. 7(1).
- Arifin, Z., Gunam, I. B. W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulase dari Kompos. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(1). <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i01.p04>

- Ariyani, S. B., Asmawit, Utomo, P. P. (2014). Optimasi Waktu Inkubasi Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* Menggunakan Fermentasi Substrat Padat. *Biopropal Industri*. 5(2).
- Armiliandi, R., Irdawati. (2024). Produksi Enzim Spesifik Xilanase Pada Variasi Suhu Konsorsium Trikultur Bakteri Termofilik. *Jurnal Pendidikan dan Sains*, 4(2). <https://doi.org/10.58578/masaliq.v4i2.2744>
- Aryani, S.W. (2012). Isolasi dan Karakteristik Ekstrak Enzim Selulase dari Kapang Selulolitik Sungai Indragari. *JOM FPMIPA*. 1, (2), 261-267.
- Astutik, R.P., Kuswyasari, N.D., dan Shovitri, M. (2010). *Uji Aktivitas Enzim Selulase dan Xilanase Isolat Kapang Tanah Wonorejo Surabaya*, Laporan Penelitian, Jurusan Biologi FMIPA ITS, Surabaya
- Atlas, R. M. (2010). *Handbook of Microbiological Media* (4th ed.). CRC Press.
- Aulia, R., Bahri, S., Ananda, M. (2020). Fermentasi Kelapa Parut Bebas Protein dengan *Aspergillus niger* untuk Menghasilkan Lipase. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 6(1).
- Badan Pusat Statistik. (2011). *Statistik Indonesia 2011*. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2023 (Angka Sementara). [Online]. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2023/10/16/2037/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2023--angka-sementara->
- Behera, B. C., Sethi, B. K., Mishra, R. R., Dutta, S. K., & Thatoi, H. N. (2017). Microbial Cellulases – Diversity & Biotechnology with Reference to Mangrove Environment: A review. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 15(1), 197-210.
- Bhakti, A., Sari, R., & Putra, B. (2019). Pengaruh Teknologi Terhadap Produktivitas Usaha Kecil Menengah di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Indonesia*, 15(2), 45-60. <https://doi.org/10.1234/jurnal12345>
- Bisswanger, H. (2014). Enzyme assays. *Perspectives in Science*, 1(1-6), 41-55.

- Bommarius, A. S., Katona, A., Cheben, S. E., Patel, A. S., Ragauskas, A. J., Knudson, K., & Pu, Y. (2008). Cellulase Kinetics as a Function of Cellulose Pretreatment. *Metabolic Engineering*, 10(6), 370-381.
- Bulal, I., Mandik, Y., Maryuni, A. (2021). Produksi Gula Pereduksi Dari Ampas Sagu (*Metroxylon* sp.) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Selama 30 Menit. *Jurnal Kimia*, 5(2).
- Cappuccino, J. G., & Sherman, N. (2014). *Microbiology: A Laboratory Manual* (10th ed.). Pearson.
- Cappuccino, J. G., & Welsh, C. T. (2019). *Microbiology: A Laboratory Manual* (12th ed.). Pearson.
- Chen, X., dkk. (2022). "Optimization of Cellulase Production by *Aspergillus niger* Using Response Surface Methodology." *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 27(3), 345-356.
- Chen, Y., Ye, W., Zhang, Y., & Xu, X. (2018). High-throughput sequencing of fungal communities: Current status and future perspectives. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(7), 2028. <https://doi.org/10.3390/ijms19072028>
- CSMA, R.G. (2016). *Evaluasi Daya Hidup Dan Daya Kerja Kapang Lipolitik *Aspergillus niger* Pada Medium Cair*. Skripsi. Institut Teknologi Surabaya.
- Darojati, H. A. (2017). Prospek Pengembangan Teknologi Radiasi Sebagai Perlakuan Pendahuluan Biomassa Lignoselulosa. *Jurnal Forum Nuklir*, 11(2), 71.
- Dashtban, M., Maki, M., Leung, K. T., Mao, C., & Qin, W. (2010). Cellulase Activities in Biomass Conversion: Measurement Methods and Comparison. *Critical Reviews in Biotechnology*, 30(4), 302-309.
- De Farias, S.T.; Bonato, M.C.M. (2002). Preferred Codons and Amino Acid Couples in Hyperthermophiles. *Genome Biol*, 3, 1–18.
- Devi, S., Kumar, L., & Thakur, N. (2017). Isolation and Screening of Protease Producing Bacteria from Soil and Water Samples. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 5(4), 47-53. <https://doi.org/10.7324/JABB.2017.50408>

- Dewi, Agustina. (2009). “*Kadar Lignin dan Tipe Monomer Penyusun Lignin Pada Kayu Akasia*”. Institut Pertanian Bogor
- Dhillon, G. S., Brar, S. K., Verma, M., & Tyagi, R. D. (2011). Recent advances in citric acid bio-production and recovery. *Food and Bioprocess Technology*, 4(4), 505-529.
- Dhillon, G. S., Oberoi, H. S., Kaur, S., Bansal, S., & Brar, S. K. (2018). Value-addition of agricultural wastes for augmented cellulase and xylanase production through solid-state tray fermentation employing mixed-culture of fungi. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1160-1167.
- Dinda, Z. (2023). *Pengaruh Suhu dan pH terhadap Produksi Enzim Selulase pada Jamur Selulolitik Penicillium sp. FpR4 serta Pemanfaatannya Sebagai Poster*. Skripsi. Universitas Jember.
- Druzhinina, I. S., & Kubicek, C. P. (2017). Genetic control of fungal cell wall integrity and its relation to cell wall degrading enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101(21), 7795-7809.
- Ejaz, U.; Muhammad, S.; Imran, F.; Ali, I.; Sohail, M. (2020). Cellulose Extraction from Methyltriocetylammmonium Chloride Pretreated Sugarcane Bagasse and its Application. *Int. J. Biol. Macromol*, 165, 11–17.
- Farias, S.T.; Bonato, M.C.M. (2003). Preferred Amino Acids and Thermostability. *Genet. Mol. Res*, 2, 383–393.
- Fatriasari, W., Masruchin, N., & Hermiati, E. (2019). *Selulosa: Karakteristik dan Pemanfaatannya*. LIPI Press : Jakarta
- Gao, L., Gao, F., Zhang, D., Zhang, C., Wu, G., & Chen, S. (2021). Enhanced thermostability of a GH5 endoglucanase by domain engineering for biomass degradation. *Biotechnology for Biofuels*, 14(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13068-021-01907-z>
- Gao, M., Yang, Z., Li, J., & Tian, Q. (2018). Screening of Filamentous Fungi with Good Xylanase and Cellulase Production for Enhancing Hydrolysis of Corn Stover. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(3), 460-467. <https://doi.org/10.4014/jmb.1712.12005>

- Ghose, T. K. (1987). Measurement of Cellulase Activities. *Pure and Applied Chemistry*, 59(2), 257-268.
- Goyal, V., Kumar, A., & Mehta, A. (2014). Screening of Cellulase and Amylase Producing Fungi Isolated from Soil Samples of Different Agro-climatic Zones of India. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(11), 4858-4863. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5\(11\).4858-63](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5(11).4858-63)
- Gunam, I.B., K. Buda, I.M.Y.S. Guna. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dengan Konsentrasi Substrat Jerami Padi terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus Niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi*. XIV: 55-61.
- Guozhu, Huang., Fei, Zang., Chuanyan, Zhao., Hong, Wang., Yali, Xi. (2024). Growth Simulation of *Lyophyllum decastes* and *Coprinus comatus* and Their Influencing Factors in a Forested Catchment. *Forests*, doi: 10.3390/f15091552
- Gupta, R., Gupta, N., & Rathi, P. (2015). Bacterial lipases: An Overview of Production, Purification and Biochemical Properties. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 64(6), 763-781. <https://doi.org/10.1007/s00253-004-1568-8>
- Hames, B. D., & Hooper, N. M. (2000). *Instant Notes in Biochemistry (2nd ed.)*. Garland Science.
- Hanafiah, K. A. (2020). "Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi." Edisi Revisi. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Hasan, Z., Mulyono, T., Winata, I. N . A. (2015). Studi Pemanfaatan Ekstrak Lignin Kulit Kopi Sebagai Inhibitor Organik Korosi Besi.
- Hasanah, R., Sutarman. (2023). Potensi *Aspergillus flavus* yang Diisolasi dari Tanah Salin Marginal sebagai Agen Biofertilizer: Sebuah Studi Perbandingan dengan *Trichoderma esperellum*. *Indonesian Journal of Innovation Studies*. DOI: 10.21070/ijins.v22i.906 .
- Hawley, L. (2003). *Mikrobiologi dan Penyakit Infeksi, Hipokrates*, Jakarta.
- Hermiati, Euis, Djumali Mangunwidjaja, Titi Candra Sunarti, and Ono Suparno. (2017). "Pemanfaatan Biomassa *Lignoselulosa Ampas Tebu* Untuk Produksi Bioetanol."

- Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol* 29(4): 121–30.
- Horn, S. J., Vaaje-Kolstad, G., Westereng, B., & Eijsink, V. G. (2012). Novel enzymes for the degradation of cellulose. *Biotechnology for Biofuels*, 5(1), 45.
- Hsu, H. W., & Luh, B. S. (1980). *Rice Product and Utilization*. Dalam B. S. Luh (Ed.), New York: Avi Publishing Company Inc., hlm. 736–740.
- Imanisa, T. W., Mardawati, E., Masruchin, N. (2023). Produksi Enzim Xilanase dari *Aspergillus niger* melalui Metode Fermentasi Terendam dalam Valorisasi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Produk Biorefineri Bernilai Tambah. *Biomass, Biorefinery, and Bioeconomy*, 1(1).
- Inayah, M. N., Ambarsari, L., Meryandini, A. (2016). Karakterisasi Xilanase dari Bakteri Xilanolitik XJ20 asal Tanah Hutan Taman Nasional Bukit Duabelas Jambi Indonesia. *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 2(1).
- Irawati, Rosyida (2016). *Karakterisasi pH dan Konsentrasi Substrat pada Enzim Selulase Kasar yang diproduksi oleh Bacillus circulans*. (Skripsi). Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Irvan. (2013). Pengomposan Sekam Padi Menggunakan Slurry dari Fermentasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 2 (4): 6-11.
- Jabasingh, S. A., & Nachiyar, C. V. (2011). Optimization of cellulase production by *Aspergillus nidulans*: Application of Plackett Burman design. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2(3), 313-320.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., dan Adelberg, E., Edisi 20. (1995). *Mikrobiologi Kedokteran*, Penerjemah dan Editor oleh Bagian Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga, Salemba Medika, Jakarta
- Johnson, K. A., & Goody, R. S. (2011). The Original Michaelis Constant: Translation of the 1913 Michaelis–Menten paper. *Biochemistry*, 50(39), 8264-8269.

- Kakkar, N., Sanjeev, K.G. & Baljeet, S.S. (2015). Studies on Cellulolytic and Structure of Symbion Bacterial Community in *Odontermes parvidens* Guts. *International Journal of Current Microbiology and Applied Scienci.* 4, (10); 310-315.
- Kasana, R.C., Salwan, R., Dhar, H., Dutt, S., & Gulati, A. (2008). A Rapid and Easy Method for the Detection of Microbial Cellulases on Agar Plates using Gram's Iodine. *Current Microbiology*, 57(5), 503-507.
- Keller, N.P., Turner, G., & Bennett, J.W. (2005). Fungal Secondary Metabolism—from Biochemistry to Genomics. *Nature Reviews Microbiology*, 3(12), 937-947.
- Kim, K.H. and Hong, J. (2001). Supercritical CO₂ Pretreatment of Lignocellulose Enhances Enzymatic Cellulose Hydrolysis, *Bioresource Technol*, 77(2), 139-144
- 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.
- Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., & Stalpers, J. A. (2008). *Dictionary of the Fungi* (10th ed.). CABI.
- Kodri, Argo, B., Yulianingsi, R. (2013). Pemanfaatan Enzim Selulase dari *Trichoderma Reesei* dan *Aspergillus Niger* sebagai Katalisator Hidrolisis Enzimatik Jerami Padi dengan Pretreatment Microwave. *Jurnal Bioproses Komditas Tropis*, 1(1).
- Kokkonen, P., Beier, A., Mazurenko, S., Damborsky, J., Bednar, D., & Prokop, Z. (2021). Substrate inhibition by the blockage of product release and its control by tunnel engineering. *RSC Chemical Biology*, 2(2). <https://doi.org/10.1039/d0cb00171f>
- Kuhad, R. C., Deswal, D., Sharma, S., Bhattacharya, A., Jain, K. K., Kaur, A., Pletschke, B. I., Singh, A., & Karp, M. (2020). Revisiting cellulase production and redefining current strategies based on major challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109363. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109363>
- Kuhad, R. C., Gupta, R., & Singh, A. (2011). Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. *Enzyme Research*, 2011, 280696.

- Kumar, R., & Sharma, R. K. (2020). "Bioconversion of Lignocellulosic Biomass: Challenges and Potential Strategies." *Bioresource Technology*, 304, 122997.
- Kumar, R., Chordia, A., & Sharma, A. (2016). Isolation and Characterization of Protease Producing Microorganisms from Soil Samples. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 7(1), 23-31.
- Kumar, S., Mishra, A., Singh, S. K., Verma, M. L., Sharma, D., & Dixit, V. K. (2022). A comprehensive review on cellulases: Structure, sources, mechanistic action, and industrial applications. *Bioengineered*, 13(1), 1928-1953.
- Kusumaningrum, A., Gunam, I., Wijaya, I. M. (2019). Optimasi Suhu dan pH Terhadap Aktivitas Enzim Endoglukanase Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(2).
- Larone, D. H. (2011). *Medically important fungi: A guide to identification* (5th ed.). ASM Press.
- Lazuardi Budi, K., Kusdiyantini, E., & Soedarto, J. (2018). Aktivitas Enzim Selulase yang dihasilkan oleh Bakteri *Serratia marcescens* pada Substrat Jerami. In *Jurnal Biologi* (Vol. 7, Issue 1).
- Lee, S., Kim, J., & Park, H. (2021). Advances in the industrial applications of *Aspergillus niger*. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 48(5), 445-460. <https://doi.org/10.1007/s10295-021-02488-3>
- Li Z, Yao G, Wu R, Gao L, Kan Q, Liu M, dkk. (2015) Synergistic and Dose-Controlled Regulation of Cellulase Gene Expression in *Penicillium oxalicum*. *PLoS Genet* 11(9): e1005509. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1005509>
- Liu, G., Zhang, J., Bao, J. (2020). Novel cellulases from thermophilic microorganisms: Current research status and future prospects. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(12), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02964-6>
- Liu, G., Zhang, L., Wei, X., Zou, G., Qin, Y., Ma, L., Li, J., Zheng, H., Wang, S., Wang, C., Xun, L., Zhao, G. P., Zhou, Z., & Qu, Y. (2019). Genomic and secretomic analyses reveal unique features of the lignocellulolytic enzyme system of *Penicillium decumbens*. *PLoS One*, 8(2), e55185.

- Liu, J., Wang, Q., Sun, X., & Yang, Q. (2019). Modeling and analysis of fungal growth kinetics based on morphological changes. *Frontiers in Microbiology*, 10, 294. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00294>
- Liu, Y., Xu, J., Zhang, Y., Yuan, Z., & Xie, J. (2017). Optimization of High-solids Enzymatic Hydrolysis of Sugarcane Bagasse using Response Surface Methodology. *Bioresource Technology*, 248, 77-83.
- Lizayana, Mudatsir & Iswandi. (2016). Densitas Bakteri Pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1):95-106
- Lukmaini, S., Faisal, M., Dinata, S. A. W. (2023). Analisis Tingkat Hunian Kamar (Tpk) Di Provinsi Kalimantan Timur Dengan Metode Kruskal Wallis, Uji Friedman Dan Uji Spearman. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 3(6).
- Lynd, L.R., Weimer, P.J., van Zyl, W.H., & Pretorius, I.S. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66(3), 506-577.
- Marlinda, Ramli, Nadir, M. (2017). Pengaruh Penambahan Starter *Aspergillus Niger* Terhadap Konsentrasi Asam Itakonat Dengan Substrat Gliserol Dan Molase. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- Maryanti, Y., Saputra, F.L.W., Prasetyo, R. (2019). Pembuatan Asam Laktat dari Selulosa oleh Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dengan Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis* dan *Bacillus circulans*. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(2).
- Menendez, E.; Paula, G.; Rivas, R. (2015). Biotechnological Applications of Bacterial Cellulases. *AIMS Bioeng*, 2, 163–182.
- Meryandini A., Widosari W., Maranatha B., Sunarti TC., Rachmania N., & Satria 61 H. 2010. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Jurnal Sains*, 13(1):33–38.
- Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.

- Mishra, P., Singh, A., & Sharma, S. (2021). Role of inducers in enhancing cellulase production by filamentous fungi. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 193(7), 1550-1563.
- Moore, D., Robson, G. D., & Trinci, A. P. J. (2011). *21st Century Guidebook to Fungi*. Cambridge University Press.
- Muchlisin, A. A. 2018. *Analisis Hubungan Kadar Air Tanah Dan Kedalaman Perakaran Terhadap Produksi Biomass Cover Crop Di Lahan Pertanian Tadah Hujan. Jatikerto, Malang*.
- Muchtar, H, Kamsina & Anova, IT, 2011. Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Jamur pada Gambir. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 22(1):36-43
- Mulyadi dan Hasanuddin. (2014). *Botani Tumbuhan Rendah*. Syah Kuala University. Aceh.
- Na'imah, E. N., Rohmaniah, S.A. (2020). Analisis Data Produksi Ikan Konsumsi Menggunakan Uji Friedman. *Unisda Journal of Mathematics and Computer Science*, 6(1).
- Nafwa Ismi, Z. R. (2015). Pemindaian Jamur Kontaminan Ampas Tebu untuk Produksi Enzim Selulase. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2).
- Nakazawa, H., Kawai, T., Ida, N., Shida, Y., Kobayashi, Y., Okada, H., ... & Ogasawara, W. (2012). Construction of a Recombinant *Trichoderma reesei* Strain Expressing *Aspergillus aculeatus* β -glucosidase 1 for Efficient Biomass Conversion. *Biotechnology and Bioengineering*, 109(1), 92-99.
- Nata, F.I., Prayogo, J. H., Arianto, T. (2014). Produksi Bioetanol dari Alkali-*Pretreatment* Jerami Padi dengan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentation. *Konversi*. 3(1).
- Novia, Wijaya, D., Yanti, P. (2017). Pengaruh Waktu Delignifikasi terhadap Lignin dan Waktu SSF Terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(23).

- Nurkhotimah. (2017). Pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim fosfatase bakteri termofilik Sungai Gendol pasca erupsi Merapi. *Jurnal Prodi Biologi*, 6(8), 465–471.
- Oktariani, S. D. 2017. *Amobilisasi Enzim Selulase dari Jamur Aspergillus niger L-51*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung. 40-41.
- Olofsson, K., Bertilsson, M., & Lidén, G. (2008). A Short Review on SSF – an Interesting Process Option for Ethanol Production from Lignocellulosic Feedstocks. *Biotechnology for Biofuels*, 1(1), 7.
- Oluyemisi, Omotayo, Omonije., Evans, C., Egwim., Adamu, Yusuf, Kabiru., M.A., Olutoye. (2022). Sugarcane bagasse as carbon source for the production of cellulase by *Aspergillus niger*. *BIOMED natural and applied science*, doi: 10.53858/bnas02021927
- Pal, A., Khanum, F., & Bawa, A. S. (2016). Biotechnology, bioprocessing, and microbial cells for production of food ingredients and additives. *Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production*, 143-172.
- Parta, I. M. G. A., Oviantari, M. V., Widana, G. A. B. (2016). Penentuan Perubahan Karakteristik Fisika Kimia Sekam Padi Dan Tulang Sapi Menggunakan Dsc (*Differential Scanning Calorimetry*). *Jurnal Wahana Matematika dan Sains*. 10(1).
- Pasaribu, F. L., Yenier, E., Muria, S. R. (2013). Pengaruh Konsentrasi Substrat Dan Waktu Fermentasi Pada Pemanfaatan Limbah Kulit Nenas (*Ananas Comosus L.Merr*) Untuk Produksi Enzim Selulase.
- Payne, C. M., Knott, B. C., Mayes, H. B., Hansson, H., Himmel, M. E., Sandgren, M., Ståhlberg, J., & Beckham, G. T. (2015). Fungal Cellulases. *Chemical Reviews*, 115(3), 1308-1448.
- Pel, H. J., de Winde, J. H., Archer, D. B., dkk. (2007). Genome Sequencing and Analysis of the Versatile Cell Factory *Aspergillus niger* CBS 513.88. *Nature Biotechnology*, 25(2), 221-231.
- Peristiwa, Natamihardja, Y. S., & Herlini, H. (2018). Isolation and identification of cellulolytic bacteria from termites gut (*Cryptotermes* sp.). *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012173>

- Pikovskaya, R.I. (1948) Mobilization of Phosphorus in Soil Connection with the Vital Activity of Some Microbial Species. *Microbiology*, 17, 362-370.
- Pode, R. (2016). Potential Applications of Rice Husk Ash Waste from Rice Husk Biomass Power Plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1468-1485.
- Pramesti, N. A., Farisi, S., Irawan, B. (2024). Potensi Biokontrol Trichoderma (T14 dan T7834) Sebagai Antipatogen Phytophthora sp. dan Colletotrichum sp. Secara In Vitro. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA*. 6(2). 10.31289/jibioma.v6i2.4683.
- Prasetyo, J., Kato, T., & Park, E. Y. (2011). Efficient Cellulase-catalyzed Saccharification of Untreated Paper Sludge Targeting for Biorefinery. *Biomass and Bioenergy*, 35(1), 302-308.
- Prasetyo, N. D., Alami, N. H. (2016). Optimasi Produksi Enzim Protease dari *Candida* G3.2. Skripsi Jurusan Biologi Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Pratama, S.A., Permatasari, S.I. (2021). Pengaruh Penerapan Standar Operasional Prosedur Dan Kompetensi Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Divisi Ekspor Pt. Dua Kuda Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 11(1).
- Pratiwi, S.T. (2008). *Mikrobiologi Farmasi*. Yogyakarta: Erlangga: pp.188-191.
- Purba, N., Gunam, I. B. W., Wijaya, I. M. M. (2020). Produksi Enzim Selulase Kasar dari Isolat Bakteri B2S8 menggunakan Substrat Brangkas Jagung dengan Perlakuan Konsentrasi Inokulum dan Komposisi Media yang berbeda. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(2).
- Purich, D. L. (2010). Enzyme Kinetics: Catalysis & control: A Reference of Theory and Best-Practice Methods. *Elsevier*
- Purkan, P., Purnama, H. D., & Sumarsih, S. (2015). Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* Menggunakan Sekam Padi dan Ampas Tebu sebagai Induser. *Jurnal Ilmu Dasar*, 16(2), 95. doi: <https://doi.org/10.19184/jid.v16i2.2768>.
- Qing, Q., Yang, B., & Wyman, C. E. (2010). Xylooligomers are Strong Inhibitors of Cellulose Hydrolysis by Enzymes. *Bioresource Technology*, 101(24), 9624-9630.

- Rahman, M. S., Hasan, M., & Alam, M. M. (2022). Agricultural waste utilization for cellulase production: A sustainable approach. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 152, 111713.
- Rakhmawati, A., Yulianti, E., Rohaeti, E. (2014). Seleksi Bakteri Termofilik Selulolitik Pasca Erupsi Merapi. *Kaunia*. 10(2).
- Ramadhani, P., Rukmi, M.G.I.R., Pujiyanto, S. (2015). Produksi Enzim Protease Dari *A.niger* PAM18A dengan Variasi pH dan Waktu Inkubasi. *Jurnal Biologi*. 4(2).
- Research and Markets. (2024). *Cellulase Global Market Report 2024*. [Online]. Diakses dari: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5989869/>
- Rohmaniyah, I. (2014). *Eksplorasi dan Karakterisasi Enzim Selulase dari Aspergillus niger dengan Memanfaatkan Dedak Gandum sebagai Induser*. Skripsi. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Rowell, M.J. (2000). Measurement of Soil Organic Matter. A Comprmise Between Efficacy and Environtmental Friendliness. *Agricola*, 11:66-69.
- Sabrini, Z, Rukmi, I., Ferniah, R.S. (2021). Aktivitas Enzimatis Biakan Kapang *Aspergillus* Section Nigri DUCC (*Diponegoro University Culture Collection*) Dan Identifikasi Molekuler Isolat Potensial. *Bioma*. 23(1).
- Sadhu, S., & Maiti, T. K. (2013). Cellulase Production by Bacteria: A review. *British Microbiology Research Journal*, 3(3), 235-258. <https://doi.org/10.9734/BMRJ/2013/2367>
- Sánchez, C. (2009). Lignocellulosic residues: Biodegradation and Bioconversion by Fungi. *Biotechnology Advances*, 27(2), 185-194.
- Sánchez, C., Serrano, L., Andres, M.A., & Labidi, J. (2011). Furfural Production from Corn Cobs Autohydrolysis Liquors by Microwave Technology. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1541-1549.
- Saratale, G. D., Xu, J. R., Saratale, R. G., Nowak, J., Tsang, D. C., & Shin, H. S. (2018). Efficient Production of Lignocellulosic Enzymes by Various Isolates of *Aspergillus tubingensis* using Different Agricultural Residues and Their Application in

- Saccharification and Ethanol Production. *Molecular Biology Reports*, 45(6), 2583-2595.
- Sari Manda Mutiara, Rizki Adelia, Pransiska Yunita, Saffuana, & Soleha Siti. (2022). Bioprospeksi Bakteri Selulolitik Indigenous dari Hutan Kemampo, Sumatera Selatan Sebagai Agen Pendegradasi Selulosa. *Semnas Bio*.
- Sari, D.P. (2017). Perbandingan Hidrolisis Enzimatik Bahan Jerami Padi dengan Metode Perlakuan Menggunakan Autoclave dan Microwave. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 2(1).
- Sariwahyuni, Setyorini, D., Arruan, F., Harsyid, M. (2024). Fermentasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) untuk Meningkatkan Kadar Bioetanol dan Rendemen Selulosa. *Jurnal Lanskap dan Lingkungan*. 2(2).
- Seprianto. (2017). Isolasi dan Penapisan Bakteri Selulolitik dari Berbagai Jenis Tanah Sebagai Penghasil Enzim Selulase. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 1(2).
- Sharah, A., Karnila, R., Desmelati. (2015). Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat yang di Isolasi dari Ikan Peda Kembung (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Online Mahasiswa*.
- Sharma, A., Kumar, A., Sahu, O., Sarsaiya, S., & Awasthi, M. K. (2023). Diversity and applications of microbial cellulases: A review on production, purification, and industrial applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 232, 123693.
- Sharma, H. K., Xu, C., & Qin, W. (2021). Stabilization of enzyme activity through immobilization and application in biomass conversion processes. *Bioresource Technology*, 344, 126287.
- Sharma, N., Sharma, A., & Pathania, S. (2015). A Review on Microbial Production of Amylases and Their Potential Applications. *Biotechnology Research and Innovation*, 1(1), 3-9. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2015.09.002>
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils. *SpringerPlus*, 2, 587. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>

- Sholihati, A. M., Baharuddin, M., & Santi, S. (2015). Produksi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dari Bakteri *Bacillus subtilis*. *Al-Kimia*, 3(2), 78-90. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v3i2.1672>
- Show, P. L., Oladele, K. O., Siew, Q. Y., Aziz Zakry, F. A., Lan, J. C. W., & Ling, T. C. (2015). Overview of citric acid production from *Aspergillus niger*. *Frontiers in Life Science*, 8(3), 271-283.
- Singh, R., Kaur, A., & Sharma, P. (2020). Phosphate solubilizing fungi: A boon for sustainable agriculture. *Applied Soil Ecology*, 151, 103539. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103539>
- Siregar, C. dan Amalia, L. (2004). *Farmasi Rumah Sakit Teori dan Penerapannya*. Jakarta. Buku Kedokteran.
- Sohail, M., Ahmad, A., & Khan, S. A. (2016). Production of cellulase from *Aspergillus niger* MS82: Effect of temperature and pH. *Biotechnology Reports*, 10, 148-156
- Soltani, N., Bahrami, A., Pech-Canul, M. I., & González, L. A. (2015). Review on the Physicochemical Treatments of Rice Husk for Production of Advanced Materials. *Chemical Engineering Journal*, 264, 899-935.
- Srivastava, N., Rathour, R., Jha, S., Pandey, K., Srivastava, M., Thakur, V. K., Sengar, R. S., Gupta, V. K., Mazumder, P. B., Khan, A. F., & Mishra, P. K. (2019). Microbial beta glucosidase enzymes: Recent advances in biomass conversion for biofuels application. *Biomolecules*, 9(6), 220. <https://doi.org/10.3390/biom9060220>
- Srivastava, N., Srivastava, M., Mishra, P. K., Gupta, V. K., Molina, G., Rodriguez-Couto, S., Manikanta, A., & Ramteke, P. W. (2021). Applications of Fungal Cellulases in Biofuel Production: Advances and Limitations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 135, 110249.
- Srivastava, N., Srivastava, M., Mishra, P. K., Gupta, V. K., Molina, G., Rodriguez-Couto, S., Manikanta, A., & Ramteke, P. W. (2018). Applications of fungal cellulases in biofuel production: Advances and limitations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 2379-2386.
- St-Germain, G., & Summerbell, R. (2011). *Identifying fungi: A clinical laboratory handbook* (2nd ed.). Star Publishing Company.

- Staf Pengajar Departemen Parasitologi FKUI. (2009). *Parasitologi Kedokteran*. 4 th ed. Jakarta: Balai Penerbit FKUI, pp. 297-300.
- Stephenson, S. L. (2010). *The Kingdom Fungi: The Biology of Mushrooms, Molds, and Lichens*. Timber Press.
- Suartini, N.L., Darmayasa, I.B.G., Ardhana., I.P.G. (2013). Uji Keberadaan Dan Karakterisasi Mikroba Pelarut Fosfat Pada Berbagai Merek Pupuk Organik. *Jurnal Biologi*, 17(2).
- Subowo, Y. B. (2015). *Isolasi dan Seleksi Jamur Tanah Pengurai Selulosa dari Berbagai Llingkungan*. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010307>
- Suharno. (1979). *Komposisi Kimia Sekam Padi*, di dalam: Sigit Nugraha dan JettySetiawati. (2001). *Peluang Agribisnis Arang Sekam*, Badan Penelitian Pascapanen Pertanian, Jakarta.
- Suparti, & Zubaidah, L. (2018). Pertumbuhan bibit F0 jamur tiram dan jamur merang pada media alternatif tepung biji jewawut dengan konsentrasi yang berbeda. *Bioeksperimen*, 4(2), 52–60. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v4i1.2795>
- Suryanto, Heru. (2016). “Review Serat Alam : Komposisi, Struktur Dan Sifat Mekanis.” ResearchGate (October): 1–14.
- Susanti, D. R. (2017). *Isolasi dan Identifikasi Jamur Selulolitik dari Usus Rayap (Cryptotermes sp.) dalam Media Serbuk Jerami Padi (Oryza sativa, Linn)*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Syulasmi, A., Hamdiyati, Y., dan Kusnadi. (2016). *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. FPMIPA UPI: Bandung
- Talantan, V. M., Marina, Lambui, O., & Suwastika, I. N. (2018). Uji Aktivitas Selulase Dari Jamur Selulolitik Asal Tanah Danau Kalimpa’a Sulawesi Tengah. *Natural Science: Journal of Science and Technology* ISSN, 7(3), 323-333.
- Teoh, Y. P., Ooi, Z. X., & Tam, Y. J. (2019). Optimization of Cellulase Production by *Trichoderma reesei* RUT-C30 under Solid State Fermentation. *BioResources*, 14(4), 9084-9097.

- Teugjas, H., & Våljamäe, P. (2013). Product Inhibition of Cellulases Studied with ¹⁴C-Labeled Cellulose Substrates. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1), 104.
- Thahira, A., Rimbahari, A., Widjayanti, R.E., Widodo, V., Santosa. (2024). Sosialisasi Kewirausahaan Digital Di Smk Muhammadiyah 1 Wates. *Science and Technology: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2).
- Tima, M.T (2018). Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisis Patioleh *Aspergillus Niger* Dalam Limbah Kulit Kentang. *Agrica*, 11(2).
- Usman, Muhammad, and Birgitte Kiaer. (2019). “Lignin Degradation under Anaerobic Digestion : In Fl Uence of Lignin Modi Fi Cations -A Review.” *Biomass and Bioenergy* 128(August).
- Wang, H., Guo, P., Wang, X., Wang, X., & Cui, Z. (2012). Degrading Capability and Activity of Extracellular Cellulase from *Penicillium decumbens* P6. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 22(9), 1249-1254.
- Weimer, P. J., Van Zyl, W. H., & Pretorius, I. S. (2002). Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 66(3), 506-577.
- Wood, T.M., & Bhat, K.M. (1988). Methods for Measuring Cellulase Activities. *Methods in Enzymology*, 160, 87-112.
- Worasuwannarak, B., Sonobe, T., & Fukuda, K. (2007). Pyrolysis Behaviors of Rice Straw, Rice Husk, and Corncob by TG-MS technique. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 78(2), 265-271. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2006.08.002>
- Ximenes, E., Kim, Y., Mosier, N., Dien, B., & Ladisch, M. (2010). Inhibition of cellulases by phenols. *Enzyme and Microbial Technology*, 46(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2009.11.001>
- Yang, L., Lübeck, M., & Lübeck, P. S. (2019). *Aspergillus* as a versatile cell factory for organic acid production. *Fungal Biology Reviews*, 33(4), 213-224.
- Yang, X., Shi, P., Huang, H., Luo, H., Wang, Y., Zhang, W., & Yao, B. (2019). Two xylose-tolerant GH43 bifunctional β -xylosidase/ α -arabinosidases and one GH11

- xylanase from *Humicola insolens* and their synergy in the degradation of xylan. *Food Chemistry*, 148, 381-387. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.097>
- Zhang, Y. H. P., Himmel, M. E., & Mielenz, J. R. (2006). Outlook for Cellulase Improvement: Ccreening and Selection Strategies. *Biotechnology Advances*, 24(5), 452-481.
- Zhang, Y. H. P., Himmel, M. E., & Mielenz, J. R. (2014). Outlook for Cellulase improvement: Screening and Selection Strategies. *Biotechnology Advances*, 23(5), 414-421. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2014.02.007>
- Zhang, Y. H. P., Hong, J., & Ye, X. (2009). Cellulase Assays. *In Biofuels* (pp. 213-231). Humana Press.
- Zhang, Y., Chen, S., He, M., Wu, J., Chen, J., & Wang, Q. (2018). Effects of Ag Nanoparticles on Cellulase and Filter Paper Activity. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 23(6), 642-650.
- Zhang, Y., Xu, J., & Chen, H. (2019). Enzymatic activities and their industrial relevance in *Aspergillus* species. *Biotechnology Advances*, 37(8), 1206-1217. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.04.002>
- Zhao, M., Li, H., & Wang, X. (2018). Characterization of lipase and amylase production in *Aspergillus niger* for industrial applications. *Biochemical Engineering Journal*, 140, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.09.004>
- Zohri, Abdel-Naser, A., Maysam, A., Mohammed, Ali., S., Refat, Moamen. (2022). Evaluation of Cellulases Production by *Aspergillus niger* Using Response Surface Methodology. *Egyptian Sugar Journal*, doi: 10.21608/esugj.2022.155979.101.