

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR
SELULOLITIK *Aspergillus niger* PADA SUBSTRAT SERBUK TONGKOL
JAGUNG (*Zea mays*)**

SKRIPSI

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



Oleh:
Sinta Yuliandini
2109173

**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 SUBSTRAT SERBUK TONGKOL
JAGUNG (*Zea mays*)**

Oleh
Sinta Yuliandini

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

©Sinta Yuliandini 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

SINTA YULIANDINI

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR
SELULOLITIK *Aspergillus niger* PADA SUBSTRAT SERBUK TONGKOL
JAGUNG (*Zea mays*)**

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 Substrat Serbuk Tongkol Jagung (*Zea mays*)” 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 keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2025

Yang membuat pernyataan,

Sinta Yuliandini

NIM 2109173

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimasi Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik *Aspergillus niger* pada Substrat Serbuk Tongkol Jagung (*Zea mays*)". Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis dihadapkan pada berbagai hambatan dan rintangan, namun berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang bioteknologi dan mikrobiologi. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, April 2025

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini bukanlah hasil usaha penulis sendiri, melainkan berkat dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah ikut membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku Ketua Program Studi Biologi FPMIPA UPI.
2. Ibu Dr. Peristiwa, M.Kes. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini, memberikan arahan, masukan, serta motivasi dalam setiap prosesnya sehingga terselesaikannya skripsi ini.
3. Ibu Hj. Tina Safaria, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan, nasihat, perhatian, serta motivasi selama masa perkuliahan.
4. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si. selaku ketua DBS yang senantiasa memberikan informasi, arahan, serta memberikan bimbingan terkait skripsi.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Biologi FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman berharga bagi penulis selama menempuh kegiatan perkuliahan.
6. Seluruh staf Biologi FPMIPA UPI yang senantiasa membantu dalam penyelesaian administrasi selama masa perkuliahan.
7. Kepada orang tua penulis, bapak Alm. Adang Setiawan dan ibu Eti Triyati yang telah menjadi sumber kekuatan, inspirasi, dan motivasi dalam hidup penulis serta senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan secara moral dan materi yang tanpa henti.
8. Kepada “WHATS?!” yang merupakan sahabat-sahabat penulis, Aisyah Fikria Fauziah, Aulia Fatharani, Chersa Steffany Polandos, Chersy Tiffany Polandos, Eksa Adhwa Fadhillah, dan Ratu Dewi Hendriantika yang selalu

membersamai, memberikan dukungan kepada penulis, dan selalu ada dalam suka dan duka selama menjalani perkuliahan dan menyusun skripsi.

9. Farrel Edrea Muhammad, yang selalu ada di setiap suka dan duka selama penyusunan skripsi ini, yang senantiasa mendengarkan keluhan kesah, memberikan motivasi, semangat, dukungan, doa, dan perhatian yang tak pernah henti bagi penulis. Semoga dapat selalu membersamai penulis hingga seterusnya.
10. Seluruh teman-teman kelas Biologi C 2021 yang sudah seperti keluarga bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
11. Seluruh pihak yang telah ikut serta dalam membantu dan memberikan dukungan bagi penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Optimasi Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik *Aspergillus niger* pada Substrat Serbuk Tongkol Jagung (*Zea mays*)

Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang kaya akan selulosa dan berpotensi dimanfaatkan sebagai substrat untuk produksi enzim selulase. Enzim selulase memiliki peran penting dalam pengolahan limbah lignoselulosa dan berbagai industri seperti tekstil, pembuatan bioetanol, kertas, pakan ternak, medis, dan makanan. *Aspergillus niger* merupakan jamur selulolitik potensial yang mampu menghasilkan enzim selulase secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui optimasi produksi enzim selulase oleh jamur selulolitik *Aspergillus niger* pada substrat serbuk tongkol jagung (*Zea mays*). Metode penelitian dilakukan dengan mengisolasi kultur murni *Aspergillus niger* dari PT. AGAVI dan diuji aktivitas selulolitiknya pada media CMC agar. Fermentasi dilakukan menggunakan metode fermentasi cair (*Submerged Fermentation*) dengan variasi suhu (29,5°C dan 30,5°C) serta pH (4,5 dan 5,5). Aktivitas enzim selulase dianalisis menggunakan metode DNS untuk mengukur kadar gula pereduksi yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jamur *Aspergillus niger* memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim selulase. Suhu dan pH optimum untuk menghasilkan aktivitas enzim selulase tertinggi ditemukan pada kondisi suhu 30,5°C dan pH 4,5. Aktivitas enzim selulase tertinggi diperoleh pada kondisi optimum sebesar 1,125 U/mL dengan biomassa sebanyak 0,754 mg/mL. Penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan produksi enzim selulase melalui optimasi kondisi fermentasi seperti suhu dan pH. Serbuk tongkol jagung terbukti sebagai sumber karbon yang efektif untuk produksi enzim oleh *Aspergillus niger*. Temuan ini berpotensi diaplikasikan dalam industri bioteknologi.

Kata Kunci: *Aspergillus niger*, enzim selulase, jamur selulolitik, selulosa, tongkol jagung

ABSTRACT
Optimization of Cellulase Enzyme Production by Cellulolytic Fungus
***Aspergillus niger* on Corn Cob (*Zea mays*) Powder Substrate**

Corn cob is an agricultural waste that is rich in cellulose and has the potential to be utilized as a substrate for cellulase enzyme production. Cellulase enzymes have an important role in the processing of lignocellulosic waste and various industries such as textiles, bioethanol production, paper, animal feed, medical, and food. *Aspergillus niger* is a potential cellulolytic fungus that can produce cellulase enzyme efficiently. This study aims to optimize the production of cellulase enzyme by cellulolytic fungus *Aspergillus niger* on corn cob powder substrate (*Zea mays*). The research method was carried out by isolating pure culture of *Aspergillus niger* from PT. AGAVI and tested its cellulolytic activity on CMC agar media. Fermentation was carried out using the liquid fermentation method (Submerged Fermentation) with temperature variations of (29.5°C and 30.5°C) and pH (4.5 and 5.5). Cellulase enzyme activity was analyzed using the DNS method to measure the level of reducing sugar produced. The results showed that *Aspergillus niger* fungus has the ability to produce cellulase enzyme. The optimum temperature and pH to produce the highest cellulase enzyme activity were found at 30.5°C and pH 4.5. The highest cellulase enzyme activity was obtained in the optimum condition of 1.125 U/mL with 0.754 mg/mL biomass. This study contributes to increase the production of cellulase enzyme through optimization of fermentation conditions such as temperature and pH. Corn cob powder was proven as an effective carbon source for enzyme production by *Aspergillus niger*. This finding has the potential to be applied in the biotechnology industry.

Keywords: *Aspergillus niger*, cellulase enzyme, cellulolytic fungus, cellulose, corn cob

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Pertanyaan Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Batasan Penelitian	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	8
1.7 Struktur Organisasi Skripsi	8
BAB II PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH <i>Aspergillus niger</i> DAN PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG SEBAGAI SUBSTRAT... 11	
2.1 Enzim Selulase	11
2.1.1 Aktivitas Enzim Selulase	12
2.1.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim Selulase.....	13
2.1.3 Aplikasi Enzim Selulase	16
2.2 Lignoselulosa.....	19
2.3 Tongkol Jagung (<i>Zea mays</i>)	24
2.4 Jamur Selulolitik.....	26
2.5 Jamur <i>Aspergillus niger</i>	27
2.5.1. Morfologi dan Karakteristik Jamur <i>Aspergillus niger</i>	27
2.5.2. Potensi <i>Aspergillus niger</i> sebagai Penghasil Enzim Selulase.....	29
2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur	30
2.7 Proses Fermentasi SmF	32
BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Jenis Penelitian	33
3.2 Desain Penelitian	33

3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	34
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	34
3.5 Prosedur Penelitian.....	34
3.5.1 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	34
3.5.2 Pengambilan Sampel Penelitian.....	35
3.5.3 Pembuatan Reagen dan Media.....	35
3.5.4 Delignifikasi dan <i>Pre-treatment</i> Tongkol Jagung	35
3.5.5 Isolasi Jamur Selulolitik.....	36
3.5.6 Uji Aktivitas Selulolitik Jamur Menggunakan Media CMC	36
3.5.7 Identifikasi Jamur Selulolitik.....	37
3.5.8 Pembuatan Kurva Pertumbuhan Jamur.....	40
3.5.9 Produksi Enzim Selulase Menggunakan <i>Submerged Fermentation</i> (SmF).....	41
3.5.10 Pembuatan Larutan Standar Glukosa.....	42
3.5.11 Pembuatan Kurva Standar Glukosa	42
3.5.12 Pengukuran Parameter	43
3.6 Analisis Data	44
3.7 Alur Penelitian.....	45
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Isolasi Jamur <i>Aspergillus niger</i> dan Uji Aktivitas Selulolitik pada Media CMC	47
4.2 Identifikasi Karakteristik Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	52
4.2.1. Identifikasi Secara Makroskopis dan Mikroskopis.....	52
4.2.2. Uji Aktivitas Biokimia.....	54
4.3 Kurva Pertumbuhan Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	60
4.4 Biomassa dan Aktivitas Enzim Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Selama Fermentasi.....	62
4.5 Analisis Statistik Menggunakan SPSS	78
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	83
5.1 Simpulan.....	83
5.2 Implikasi	83
5.3 Rekomendasi	83
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin pada Berbagai Limbah	24
Tabel 3.1 Kategori nilai Indeks Selulolitik (IS)	37
Tabel 3.2 Format hasil uji aktivitas selulolitik pada media CMC.....	37
Tabel 3.3 Format hasil identifikasi jamur selulolitik	38
Tabel 3.4 Format hasil uji aktivitas biokimia.....	40
Tabel 3.5 Format uji pH dan suhu optimum	42
Tabel 3.6 Format aktivitas enzim selulase dalam substrat serbuk tongkol jagung	44
Tabel 4.1 Hasil Uji Aktivitas Selulolitik Jamur <i>Aspergillus niger</i>	49
Tabel 4.2 Hasil pengamatan morfologi jamur selulolitik <i>Aspergillus niger</i> secara makroskopis dan mikroskopis	52
Tabel 4.3 Hasil uji aktivitas biokimia jamur selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	55
Tabel 4.4 Hubungan Kadar Gula Pereduksi dan Aktivitas Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh Jamur <i>Aspergillus niger</i>	63
Tabel 4.5 Hasil Uji Statistik.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Kimia Selulosa	20
Gambar 2.2	Degradasi Selulosa oleh Enzim Selulase	21
Gambar 2.3	Struktur Kimia Hemiselulosa	22
Gambar 2.4	Struktur Kimia Lignin	22
Gambar 2.5	Skema <i>Pre-treatment</i> Bahan Lignoselulosa.....	23
Gambar 2.6	Tongkol Jagung (<i>Zea mays</i>)	25
Gambar 2.7	Jamur <i>Aspergillus niger</i> secara Mikroskopis Perbesaran 40x.....	28
Gambar 2.8	Morfologi Jamur <i>Aspergillus niger</i>	28
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	45
Gambar 3.2	Alur Kerja Produksi Enzim Selulase oleh Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Pada Substrat Serbuk Tongkol Jagung.....	46
Gambar 4.1	Isolat Murni Jamur <i>Aspergillus niger</i>	47
Gambar 4.2	Zona Bening Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Isolat AN8 pada Medium CMC	48
Gambar 4.3	Zona Bening Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Isolat AN6 pada Medium CMC	48
Gambar 4.4	Zona Bening Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i> Isolat AN3 pada Medium CMC	49
Gambar 4.5	Penampakan jamur <i>Aspergillus niger</i> secara makroskopis (a) penampakan koloni depan; (b) penampakan koloni belakang.....	53
Gambar 4.6	Penampakan jamur <i>Aspergillus niger</i> secara mikroskopis perbesaran 50x	54
Gambar 4.7	Hasil Uji Hidrolisis Pati pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	56
Gambar 4.8	Hasil Uji Hidrolisis Lipid pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	56
Gambar 4.9	Hasil Uji Pelarut Fosfat pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	57
Gambar 4.10	Hasil Fermentasi Xilosa pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	58
Gambar 4.11	Hasil Fermentasi Glukosa pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	59
Gambar 4.12	Hasil Uji Hidrolisis Gelatin pada Jamur <i>Aspergillus niger</i>	59
Gambar 4.13	Grafik Pertumbuhan Jamur <i>Aspergillus niger</i> pada Media PDB suhu 37°C, kecepatan 135 rpm.....	60
Gambar 4.14	Grafik Biomassa dan Aktivitas Enzim Isolat Jamur <i>Aspergillus niger</i> pada Suhu 29,5°C dan pH 4,5.....	65
Gambar 4.15	Grafik Biomassa dan Aktivitas Enzim Isolat Jamur <i>Aspergillus niger</i> pada Suhu 29,5°C dan pH 5,5.....	65
Gambar 4.16	Grafik Biomassa dan Aktivitas Enzim Isolat Jamur <i>Aspergillus niger</i> pada Suhu 30,5°C dan pH 4,5.....	67
Gambar 4.17	Grafik Biomassa dan Aktivitas Enzim Isolat Jamur <i>Aspergillus niger</i> pada Suhu 30,5°C dan pH 5,5.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian	105
Lampiran 2. Pembuatan Reagen dan Media	107
Lampiran 3. Dokumentasi Tumbuhan Jagung (<i>Zea mays</i>)	110
Lampiran 4. Dokumentasi <i>Pre-treatment</i> Tongkol Jagung dan Delignifikasi	111
Lampiran 5. Dokumentasi Kultur Murni Isolat Jamur Selulolitik <i>Aspergillus niger</i>	113
Lampiran 6. Dokumentasi Hasil Uji Biokimia	113
Lampiran 7. Penentuan Indeks Selulolitik secara Kualitatif.....	115
Lampiran 8. Pembuatan Kurva Pertumbuhan Jamur	116
Lampiran 9. Pembuatan Kurva Standar Glukosa	117
Lampiran 10. Dokumentasi Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh Jamur <i>Aspergillus niger</i> Menggunakan Reagen DNS	120
Lampiran 11. Pengukuran Parameter	121
Lampiran 12. Analisis Statistik dengan Software SPSS	124

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-rahman, M. A., Abdel-shakour, E. H., El-din, M. N., Refaat, B. M., Ewais, E. E., & Alrefaey, H. M. A. (2015). A Novel Promising Thermotolerant Cellulase-Producing *Bacillus licheniformis* 1-1v Strain Suitable for Composting of Rice Straw. *International Journal of Advanced Research*, 3(12), 413–423.
- Acharya, P. B., Acharya, D. K., & Modi, H. A. (2008). Optimization for cellulase production by *Aspergillus niger* using saw dust as substrate. *African Journal of Biotechnology*, 7(22), 4147-4152.
- Adab, F. K., Yaghoobi, M. M., & Gharechahi, J. (2024). Enhanced Crystalline Cellulose Degradation by A Novel Metagenome-derived Cellulase Enzyme. *Scientific reports*, 14(1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59256-4>
- Aisya, N. (2012). *Aplikasi Penambahan Laktase pada Kombinasi Selulase dan Xilanase dalam Proses Pemutihan Pulp pada Deinking Kertas Koran Bekas*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Al-Arif, M. A., & Lamid, M. (2014). Kualitas Pakan Ruminansia yang Difermentasi Bakteri Selulolitik *Actinobacillus* sp. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 2(1), 12-16.
- Ali, S. R. M., Fradi, A. J., & Al-Aaraji, A. M. (2017). Effect of some physical factors on growth of five fungal species. *European Academic Research*, V(2), 1069–1078. www.euacademic.org.
- Allinya, P. (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., Nuranda, D., Hendrianie, N., & Darmawan, R. (2019). Proses pembuatan asam sitrat dari molasses dengan metode submerged fermentation. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2), 145–149.
- Anggarawati, D. (2012). *Aktivitas Enzim Selulase Isolat SGS 2609 BBP4B-KP menggunakan Substrat Limbah Pengolahan Rumput Laut yang Dipertreatment dengan Asam*. (Skripsi). Universitas Indonesia, Jakarta.
- Anggreanita, B., Pata'dungan, Y. S., & Khaliq, M. A. (2022). Identifikasi dan Uji Kemampuan Melarutkan Fosfat Fungi Pelarut Fosfat dari Rhizosfer

Tanaman Nilam (*Pogestemon cablin* Benth.) di Desa Makmur Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *J. Agrotekbis*, 10(4), 565–573.

Arifin, R. M. M. (2016). *Upaya Peningkatan Rendemen Ekstraksi Minyak Daun Cengkeh (Syzygium aromaticum) Menggunakan Metode Fermentatif dengan Aspergillus niger*. (Skripsi). Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

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), 61–67.

Aryani, S. W. (2012). *Isolasi Dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Enzim Selulase dari Kapang Selulolitik Mucor sp.B2*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Astawan, M., & Febrinda, E. (2010). Potensi Dedak dan Bekatul Beras Sebagai Ingredient Pangan dan Produk Pangan Fungsional. *Jurnal Pangan*, 19(1), 14–21.

Astuti, W. (2018). *Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa*. Semarang: Unnes Press.

Badan Pusat Statistik. (2025). *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2023-2024*. [Online]. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjIwNCMy/luas-panen--produksi--dan-produktivitas-jagung-menurut-provinsi.html>

Baharuddin, M., Patong, A. R., Ahmad, A., & Nafie, N. A. (2014). Aktivitas Enzim Selulase Kasar dari Isolat Bakteri Larva *Cossus cossus* dalam Hidrolisis Jerami Padi. *Jurnal Kimia Valensi*, 4(2), 128-133.

Bahri, M. Z., Elfiati, D., Susilowati, A., & Amelia, R. (2023). Isolation and Identification of Cellulolytic Fungi Under *Swietenia macrophylla*, *Mimusops elengi*, and *Polyalthia longifolia* Stands at the Universitas Sumatera Utara Campus, Indonesia. *Global Forest Journal*, 1(1), 19–26.

Bakare, V., Abdulsalami, M. S., Ndibe, T. O. A., Ejuama, C. K., Effiong, T., & Ebipade, K. (2022). Production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger* and hydrolysis of cellulosic materials. *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 28(2), 121–129.

Belal, E. B., Shalaby, M. E., El-Said, R. A. R., Abdelrazek, M. A.S., Ebrahim, A. E. E., & Gad, W. A. (2021). Utilization of paper wastes for cellulolytic

Sinta Yuliandini, 2025

OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK *Aspergillus niger* PADA SUBSTRAT SERBUK TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)

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

enzyme production by *Aspergillus niger* strain 13A and using the bioorganic materials in the biocontrol of Fusarium wilt of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 19(2), 1233-1246.

Bendaoud, A., Hmamou, A., Moussaoui, F., Eloutassi, N., & Lahkimi, A. (2024). Optimization of lignocellulosic enzyme production by microbial strains: Study of kinetics and environmental influences. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 28(9), 1-8.

Bentubo, H.D., & Gompertz, O.F. 2014. Effects of temperature and incubation time on the in vitro expression of protease, phospholipases, lipases and dnases by different species off trichosporon. *Springer Plus*, 3(1): 1-10

Biology Notes Online (BNO). (2024). *Aspergillus niger – Structure, Habitat, Characteristics*. [Online]. Diakses dari: <https://biologynotesonline.com/aspergillus-niger-structure-habitat-characteristics/>

Brodeur, G., Yau, E., Badal, K., Collier, J., Ramachandran, K. B., & Ramakrishnan, S. (2011). Chemical and physicochemical pretreatment of lignocellulosic biomass: a review. *Enzyme research*, 2011, 787532. doi: <https://doi.org/10.4061/2011/787532>

Brown, J., Lindstrom, J. K., Ghosh, A., Rollag, S. A., & Brown, R. C. (2024). Production of sugars from lignocellulosic biomass via biochemical and thermochemical routes. *Frontiers in Energy Research*, 12, 134737.

Bukar, A., Abbas, M. I., Milala, M. A., & Ali, A. A. (2016). Cellulase Production by *Aspergillus niger*, *Trichoderma harzianum*, and *Penicillium chrysogenum* Using Some Selected Agricultural Wastes. *Discovery*, 52(250), 1947-1953.

Bulal, I., Mandik, Y. I., & Maryuni, A. E. (2021). Produksi gula pereduksi dari ampas sagu (*Metroxylon* sp.) menggunakan metode hidrolisis asam selama 30 menit. *AVOGADRO Jurnal Kimia*, 5(2), 71-79.

Cahyani, P., Wijanarka., & Raharjo, B. (2017). Aktivitas Spesifik Selulase *Serratia marcescens* dengan Variasi Konsentrasi Amonium Sulfat ((NH₄)₂SO₄) dan pH. *Jurnal Biologi*, 6(2), 41-49.

Chakti, P. T. (2018). *Uji Biodegradabilitas dan Karakterisasi Mikroorganisme Selulolitik Pendegradasi Limbah Jerami Padi*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Lampung.

- Damisa, D., Ameh, J. B., & Umoh, V. J. (2008). Effect of chemical pretreatment of some lignocellulosic wastes on the recovery of cellulase from *Aspergillus niger* AH3 mutant. *African Journal of Biotechnology*, 7(14), 2444–2450.
- Darah, I., Sumathi, G., Jain, K., & Hong, L. S. (2011). Involvement of Physical Parameters in Medium Improvement for Tannase Production by *Aspergillus niger* FETL FT3 in Submerged Fermentation. *Biotechnology Research International*, 2011, 1–7. doi: <https://doi.org/10.4061/2011/897931>
- Darojati, H. A. (2017). Prospek Pengembangan Teknologi Radiasi Sebagai Perlakuan Pendahuluan Biomassa Lignoselulosa. *Jurnal Forum Nuklir*, 11(2), 71. doi: <https://doi.org/10.17146/jfn.2017.11.2.5313>
- Dehani, F. R., Argo, B. D., & Yulianingsih, R. (2013). Utilization of Microwave Irradiation to Maximaze Pretreatment Process of Lignin Levels Reduction of Paddy Straw (on the production of bioethanol). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 13–20.
- 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.
- Díaz, G. V., Coniglio, R. O., Chungara, C. I., Zapata, P. D., Villalba, L. L., & Fonseca, M. I. (2021). *Aspergillus niger* LBM 134 isolated from rotten wood and its potential cellulolytic ability. *Mycology*, 12(3), 160–173. doi: <https://doi.org/10.1080/21501203.2020.1823509>
- Dina, S., Thankamani, V. T., & Abraham, T. E. (2023). Optimization of cellulase production from *Aspergillus flavipes* by submerged and solid-state fermentation. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 12(5), 1-7.
- Divya, V., Malarkodi, K., Mathiyazhagan, S., Manonmani, V., Anand, T., Velayutham, A. (2023). Effect of pH on the Mycelial Growth of *Aspergillus niger* and *Aspergillus flavus*. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(10), 1104–1109. doi: <https://doi.org/10.9734/IJECC/2023/v13i102759>
- Effiong, T. E., Benjamin, B., Egbe, N. E., Abdulsalami, M. S., Kereakede, E., & Bakare, V. (2024). Bimolecular Optimization of Cellulase Production by *Tichoderma citrinoviride* and *Aspergillus niger* Isolates on Corn Cob, Rice Bran and Sorghum Bran as Biomass Substrates. *Scientia Africana*, 23(2), 1–12.

- Elfiati, D., Susilowati, A., Modes, C., & Rachmat, H. H. (2019). Morphological and Molecular Identification of Cellulolytic Fungi Associated with Local Raru Species. *Biodiversitas*, 20(8), 2348–2354. doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200833>
- Elrsoul, R. M. M. A. A., & Bakhiet, S. E. A. (2018). Optimization of Factors Influencing Cellulase Production by Some Indigenous Isolated Fungal Species. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 11(1), 31-36.
- Erdiansyah, I., & Zaini, Q. (2023). Identifikasi Karakteristik Agens Hayati *Aspergillus niger* dan Uji Daya Hambat terhadap Perkembangan Penyakit Bercak Daun pada Kacang Tanah. *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 296–306. doi: <https://doi.org/10.25047/agropross.2023.483>
- Ezeagu, G. G., Sanusi, U. R., Wali, U. M., & Mohammed, S. S. D. (2023). Determination of Cellulolytic Potentials of *Aspergillus* Species Isolated from Central Waste Dump Site of Nile University of Nigeria. *Science World Journal*, 18(4), 619-622.
- Ezekiel, C. N., Odebode, A. C., Omenka, R. O., & Adesioye, F. A. (2010). Growth response and comparative cellulase induction in soil fungi grown on different cellulose media. *Acta Satech*, 3(2), 52-59.
- Fahrudin., Haedar, N., & Tuwo, M. (2020). Potensi Bakteri dari Limbah Kotoran Ternak Dalam Mendegradasi Selulosa. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 11(1), 21–28.
- Falichah, N. (2021). *Pengaruh Jenis Substrat pada Produksi Enzim Selulase oleh Bakteri Selulolitik Asal Bekatul dan Pengujian Aktivitas dengan Variasi pH*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Mafaraulana Malik Ibrahim, Malang.
- Faradilla, M. (2022). *Isolasi dan Karakterisasi Fungi Selulolitik dari Serasah Daun Mangrove (Rhizophora apiculate) Asal Hutan Mangrove Lamnga Kabupaten Aceh Besar*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Darussalam, Aceh.
- Fathuliah, F., Ana, L. M., Rahayu, R. D., Kuslina, R. P., Fiqiyah, S. A., & Febriani, S. D. A. (2022). Digitalisasi pemetaan potensi tongkol jagung menjadi bioetanol berbasis Quantum GIS. *J-TETA (Jurnal Teknik Terapan)*, 1(2), 47–56.

- Ferdinantara, K. A., & Hidayat, H. H. (2023). Analisis Kelayakan Usaha dan Aspek Keteknikan Tiller untuk Usaha Tani Jagung di PT. Hibrida Jaya Unggul. *Agrokompleks*, 23(1), 38–45. doi: <https://doi.org/10.51978/japp.v23i1.484>
- Firyal, C. F., Kamal, S., & Mulyadi, M. (2022). Spesies Jamur Ascomycota Di Objek Wisata Pucok Krueng Raba Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 9(2), 252. doi: <https://doi.org/10.22373/pbio.v9i2.11680>
- Fitria, L. (2021). *Isolasi Bakteri Selulolitik dari Bekatul dan Uji Aktivitas Enzim Selulase dengan Variasi Suhu Inkubasi*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Gaddeyya, G., Niharika, P. S., Bharathi, P., & Kumar, P. K. R. (2012). Isolation and Identification of Soil Mycoflora in Different Crop Fields at Salur Mandal. *Pelagia Research Library: Applied Science Research*, 3(4), 2020–2026.
- Gandjar., I. & Sjamsuridzal, W. (2006). *Mikologi: Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gani, A., Adisalamun., Arkan, D. M. R., Suhendrayatna., Reza, M., Erdiwansyah., Saiful., & Desvita, H. (2023). Proximate and Ultimate Analysis of Corncob Biomass Waste as Raw Material for Biocoke Fuel Production. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8, 1-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100525>
- Gayang, F. (2013). *Konversi Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Enzim Xilanase dan Selulase komersial*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Glass, N. L., Schmoll, M., Cate, J. H. D., & Coradetti, S. (2013). Plant cell wall deconstruction by ascomycete fungi. *Annual Review of Microbiology*, 67, 477–498.
- Gurung, N., Ray, S., Bose, S., & Rai, V. (2013). A Broader View: Microbial Enzymes and Their Relevance in Industries, Medicine, and Beyond: A Review. *BioMed Research International*, 1–18. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/329121>
- Hakim, L., Kurniatuhad, R., & Rahmawati. (2020). Pertumbuhan Bakteri Anaerob dan Aerob pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 227–232.

- Halbi, S. (2021). *Analisis Pemanfaatan Limbah Jagung dengan Metode 4R Menjadi Elektroda Superkapasitor sebagai Upaya Pengurangan Dampak Kerusakan Lingkungan*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Hamdiyati, Y., & Kusnadi. (2022). *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hanafi, N. D., Tafsina, M., & Purba, D. R. (2018). Isolasi dan karakteristik bakteri lignoselulolitik rumen kerbau sebagai pendegradasi komponen serat. *TALENTA Conference Series: Science and Technology*, 1, 101–108.
- Hansen, G. H., Lübeck, M., Frisvad, J. C., Lübeck, P. S., & Andersen, B. (2015). Production of cellulolytic enzymes from ascomycetes: Comparison of solid state and submerged fermentation. *Process Biochemistry*, 50(9), 1327–1341. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.05.017>
- Hapsari, R. Y., Sinaga, M. S., & Khairani, H. S. (2021). Kesehatan Benih Kedelai Hasil Produksi Kelompok Tani di Wonogiri. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(5), 203-209. doi: <https://doi.org/10.14692/jfi.17.5.203-209>
- Harini, S., & Kumaresan, R. (2014). Production of cellulase from corn cobs by *Aspergillus niger* under submerged fermentation. *International Journal of ChemTech Research*, 6(5), 2900-2904.
- Harmsen, P., Huijgen, W., Bermudez, L., & Bakker, R. (2010). Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass. *Biosynergy*, 1184.
- Hasanah, U. (2018). Kurva pertumbuhan jamur endofit antijamur *Candida* dari tumbuhan raru (*Cotylelobium melanoxyton*) genus *Aspergillus*. *Jurnal Biosains*, 4(2), 102-107.
- Hasper, A. A., Visser, J., & de Graaff, L. H. (2000). The *Aspergillus niger* transcriptional activator XlnR, which is involved in the degradation of the polysaccharides xylan and cellulose, also regulates D-xylose reductase gene expression. *Molecular microbiology*, 36(1), 193–200. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2958.2000.01843.x>
- Hendri, Y., Samingan, & Thomy, Z. (2016). Pengaruh Variasi Jenis Dan Komposisi Substrat Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*). *Jurnal EduBio Tropika*, 4(1), 19–23.

- Hermawan, F., Zakiatulyaqin, & Sarbino. (2013). Pengaruh inokulasi kapang pelarut fosfat *Aspergillus niger* dan *Gliocladium virens* terhadap pertumbuhan tanaman jagung pada gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 2(1).
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2010). Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol Regulation of gene-edited crop produce View project Biorefinery. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 121–130.
- Hidayat, R. A., & Isnawati. (2021). Isolasi dan Karakterisasi Jamur Selulolitik pada Fermentodege: Pakan Fermentasi Berbahan Campuran Eceng Gondok, Bekatul Padi, dan Tongkol Jagung. *LenteraBio*, 10(2), 176-187.
- Hu, Y., Xu, W., Hu, S., Lian, L., Zhu, J., Shi, L., Ren, A., & Zhao, M. (2020). In *Ganoderma lucidum*, Glsnf1 regulates cellulose degradation by inhibiting GICreA during the utilization of cellulose. *Environmental microbiology*, 22(1), 107–121. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14826>
- Ibrahim, N. A., Abdel-Aziz, M. S., Ahmed, A. A., Amin, H. A., Yassin, M. A., & Basma, M. (2024). Biosynthesis and potential application of sustainable lignocellulolytic enzymes cocktail for the development of eco-friendly multifunctional cellulosic products. *Clean Technologies and Environmental Policy*. doi: <https://doi.org/10.1007/s10098-024-03021-8>
- Idiawati, N., Harfinda, E. M., & Arianie, L. (2014). Produksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger* pada Ampas Sagu. *Jurnal Natur Indonesia*, 16(1), 1-9.
- Ikram-ul-Haq, Javed, M. M., & Khan, T. S. (2006). An innovative approach for hyperproduction of cellulolytic and hemicellulolytic enzymes by consortium of *Aspergillus niger* MSK-7 and *Trichoderma viride* MSK-10. *African Journal of Biotechnology*, 5(8), 609–614.
- Ilmi, Z. (2019). *Inventarisasi Jamur Makroskopis di Kawasan Taman Hutan Raya Bukit Barisan Kabupaten Karo Sumatera Utara*. (Skripsi). Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Sumatera Utara, Medan.
- Imran, M., Anwar, Z., Zafar, M., Ali, A., & Arif, M. (2018). Production and Characterization of Commercial Cellulase Produced through *Aspergillus niger* IMMIS1 After Screening Fungal Species. *Pakistan Journal of Botany*, 50(4), 1563–1570.

- Irma. (2015). *Optimasi Media Pertumbuhan Aspergillus niger dengan Menggunakan Tepung Singkong*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Isa, I., Setiawati, E., Mohammad, E., & Kunusa, W. (2020). Utilization of corncob cellulose isolate (*Zea mays*) as adsorbent of heavy metal copper and cadmium. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 589, 1-10.
- 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.
- Jasman., Bete, G., & Sarifudin, K. (2024). Pengaruh Konsentrasi Substrat dan Waktu Inkubasi Terhadap Produksi Enzim Selulase Dari *Trichoderma Reesei* Pada Media Sekam Padi. *Media Sains*, 4(1), 28-34.
- Julia, B. M., Belén, A. M., Georgina, B., & Beatriz, F. (2016). Potential Use of Soybean Hulls and Waste Paper as Supports in SSF for Cellulase Production by *Aspergillus niger*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 6, 1–8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2016.02.003>
- Jumadi, O. dkk. (2021). *Teknologi Budidaya Tanaman Jagung (Zea mays) dan Sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. Makassar: Penerbit Jurusan Biologi FPMIPA UNM.
- Juwaied, A. A., Al-amier, A. A. H., Abdumuniem, Z., & Anaam, U. (2011). Optimization of cellulase production by *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride* using sugar cane waste. *Journal of Yeast and Fungal Research*, 2(2), 19-23.
- Kalsum, U. (2017). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Distilasi*, 2(1), 46-54.
- Kanani, N., Rahmayetty., & Yudo, E. (2018). Pengaruh Penambahan FeCl_3 dan Al_2O_3 terhadap Kadar Lignin pada Delignifikasi Tongkol Jagung dengan Pelarut NaOH Menggunakan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2407-1846.
- Kartika, I. N., & Ibrahim, M. (2021). Efek Manipulasi pH pada Aktivitas Enzim Selulase Bakteri *Bacillus subtilis* Strain FNCC 0059 dalam Mendegradasi Selulosa. *LenteraBio*, 10(1), 51-57.

- Kasmiran, A., & Tarmizi. (2012). Aktivitas Enzim Selulase dari Kapang Selulolitik Pada Substrat Ampas Kelapa. *Lentera*, 12(1), 9–14.
- Kim, S. W., Hwang, H. J., Xu, C. P., Choi, J. W., & Yun, J. W. (2003). Effect of Aeration and Agitation on the Production of Mycelial Biomass and Exopolysaccharides in an Entomopathogenic fungus *Paecilomyces sinclairii*. *Letters in Applied Microbiology*, 36(5), 321–326. doi: <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2003.01318.x>
- Kuhad, R. C., Gupta, R., & Singh, A. (2011). Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. *Enzyme Research*, 2011(1), 1-10.
- 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.
- Kurniawati, C. T., Sutrisno, J., Walujo, D. A., & Sembodo, B. P. (2022). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Manis (*Zea mays* L. saccharata) sebagai Bahan Bioplastik dengan Penambahan ZnO dan Gliserol. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 20(01), 54–64. doi: <https://doi.org/10.36456/waktu.v20i01.5147>
- Kurniawati, L., Kusdiyantini, E., & Wijanarka. (2021). Effect of variation of temperature and incubation time on activity cellulase enzyme from bacteria *Serratia marcescens*. *Bioma*, 23(1), 33-42.
- Kusuma, A. P., Chuzaemi, S., & Mashudi. (2019). Pengaruh lama waktu fermentasi limbah buah nanas (*Ananas comosus* L. Merr) terhadap kualitas fisik dan kandungan nutrisi menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(1), 1–9.
- Kusumaningrum, A., Gunam, I. B. W. G., & Wijaya, I. M. M. (2019). Optimasi Suhu dan pH terhadap Aktivitas Enzim Endoglukanase Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7(2), 243-253.
- Larasati, T. R. D., Mulyana, N., Anggriawan, M., & Effendi, Y. (2015). Produksi Enzim Selulase oleh Fungi Selulolitik yang Diradiasi Sinar Gamma dalam Fermentasi Jerami Padi. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 16(3), 139-147.
- Lestiani, D. P., & Pawenang, E. T. (2018). Lingkungan Fisik yang Mempengaruhi Keberadaan Kapang *Aspergillus* sp. dalam Ruang Perpustakaan. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 1(3), 84–94.

- Li, Y., Liu, C., Bai, F., & Zhao, X. (2019). Overproduction of cellulase by *Trichoderma reesei* RUT C30 through batch-feeding of synthesized low-cost sugar mixture. *Bioresource Technology*, 272, 226-233.
- Litaay, M., Sari, K., Gobel, R. B., & Haedar, N. (2017). Potensi abalon tropis haliotis asinina sebagai sumber inokulum. *Spermonde*, 3(1), 42–46.
- Lizayana, M., & Iswandi. (2016). Densitas Bakteri Pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*, 1(1), 95-106.
- Lubis, Y. A. B., Rahayu, Y. P., Dalimunthe, G. I., & Nasution, H. M. (2024). Produksi protein sel tunggal dari *Aspergillus niger* kultur dengan kulit nanas (*Ananas comosus* L. MERR) media limbah. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*, 2(4), 327-345.
- Maftukhah, S., & Abdullah, A. (2018). Cellulase Enzyme Production from Rice Straw using Solid State Fermentation and Fungi *Aspergillus niger* ITBCC L74. *MATEC Web of Conferences*, 156, 1–7. doi: <https://doi.org/10.1051/matecconf/201815601010>
- Mahardhika., & Dewi, F. R. (2014). Analisis Pengembangan Usaha Pemanfaatan Limbah Bonggol Jagung Menjadi Produk Kerajinan Multiguna. *Jurnal Manajemen Dan Organisasi*, 5(3), 214-226. doi: <https://doi.org/10.29244/jmo.v5i3.12170>
- Mandari, S., Yenier, E., & Muria, S. R. (2014). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) Menggunakan Enzim Selulase dan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Proses *Simultaneous Sacharification And Fermentation* (SSF). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1-6.
- Menendez, E., Garcia-Fraile, P., & Rivas, R. (2015). Biotechnological Applications of Bacterial Cellulases. *AIMS Bioengineering*, 2(3), 163-182.
- Meryandini A., Widosari W., Maranatha, B., Sunarti T. C., Rachmania N., & Satria H. (2009). Isolasi Bakteri Selulolitik dan Karakterisasi Enzimnya. *Jurnal Makara Sains*, 13(1), 33-38.
- Miller, G. L. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31, 426-428.
- Mrudula, S., & Murugammal, R. (2011). Production of Cellulase by *Aspergillus niger* Under Submerged and Solid State Fermentation Using Coir Waste as A Substrate. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(3), 1119-1127.

- Mulyana, N., Larasati, T. R. D., Nurhasni, & Ningrum, M. (2015). 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), 13-26.
- Mulyani, N. S., Asy'ari, M., & Prasetyoningish, H. (2009). Penentuan konsentrasi optimum *Oat spelts xylan* pada produksi xilanase oleh *Aspergillus niger* dalam media PDB (*Potato Dextrose Broth*). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 12(1), 7–13.
- Murtiyaningsih, H., & Hazmi, M. (2017). Isolasi dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah. *Agritrop*, 15(2).
- Musianto, L. S. (2002). Perbedaan Pendekatan Kuantitatif Dengan Pendekatan Kualitatif Dalam Metode Penelitian. *Jurnal Manajemen Dan Wirausaha*, 4(2), 123–136.
- Naher, L., Fatin, S. N., Sheikh, M. A. H., Azeez, L. A., Siddiquee, S., Zain, N. M., & Karim, S. M. R. (2021). Cellulase Enzyme Production from Filamentous Fungi *Trichoderma reesei* and *Aspergillus awamori* in Submerged Fermentation with Rice straw. *Journal of Fungi*, 7(10), 1–11. doi: <https://doi.org/10.3390/jof7100868>
- Narasimha, G., Sridevi, A., Viswanath, B., Chandra, M. S., & Reddy, R. B. (2006). Nutrient Effects on Production of Cellulolytic Enzymes by *Aspergillus niger*. *African Journal of Biotechnology*, 5(5), 472–476.
- Nawfa, I. Z. R. (2015). Pemindaian jamur kontaminan ampas tebu untuk produksi enzim selulase. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), 95-99.
- Ndlovu, T. M., & van Wyk, J. P. H. (2023). Saccharification of various wastepaper materials by cellulase from brown garden snail (*Cornu aspersum*) at different incubation pH values. *Nature Environment and Pollution Technology*, 22(4), 2153-2162. doi: <https://doi.org/10.46488/NEPT.2023.v22i04.041>
- Nigam, M., Husain, S. M., & Awasthi, G. (2018). Microbial Production and Purification of Cellulase Enzyme on Waste as A Substrate. *Toxicology International*, 25(2), 93–99. doi: <https://doi.org/10.18311/ti/2018/v25i2/22222>
- Norhamly, B. M. N. (2006). *Production of Xylanase Enzyme from Aspergillus niger Using Sugarcane Bagasse; The Effect of Substrate Concentration*. (Thesis).

Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering, University College of Engineering & Technology, Malaysia.

- Novia, G., Martin, S., & Mulyani, W. E. (2022). Proses Biowashing Menggunakan Enzim Selulase Tipe Netral (Cellusoft®cr) terhadap Kenampakan dan Sifat Fisik Kain Denim. *Texere*, 20(1), 19-26.
- Nurwahdah., Naini, A. A., Nadia, A., Lestari, R. Y., & Sunardi. (2018). Review: Pretreatment Lignoselulosa dari Jerami Padi dengan Deep Eutectic Solvent untuk Meningkatkan Produksi Bioetanol Generasi Dua. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(1), 43-54.
- Oktariani, E., Mauliza, I. N., & Muslim, I. (2019). Morfologi dan Sifat Fisik Kain Kapas Berwarna Hasil Proses Biowashing Menggunakan Enzim Selulase Hasil Fermentasi Jerami dan Sekam Padi oleh Bakteri *Aspergillus niger*. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 4(2), 98-104.
- Oktariani, S. D. (2017). *Amobilisasi Enzim Selulase dari Jamur Aspergillus niger L-51 Menggunakan Zeolit*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Lampung.
- Oliva, B., Ferraz, A., & Segato, F. (2024). Biochemical and inhibitor analysis of recombinant cellobiohydrolases from *Phanerochaete chrysosporium*. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 17(138), 1-17.
- Omonije, O. O., Egwim, E. C., Kabiru, A. Y., & Olutoye, M. A. (2022). Sugarcane Bagasse as Carbon Source for the Production of Cellulase by *Aspergillus niger*. *BIOMED Natural and Applied Science*, 02(02), 19–27. doi: <https://doi.org/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.
- Pandey, S., Srivastava, M., Shahid, M., Kumar, V., Singh, A., Trivedi, S., & Srivastava, Y. K. (2015). *Trichoderma* species Cellulases Produced by Solid State Fermentation. *Journal of Data Mining in Genomics & Proteomics*, 6(2), 1-4.
- 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.
- Peng, M., Khosravi, C., Lubbers, R. J. M., Kun, R. S., Pontes, M. V. A., Battaglia, E., Chen, C., Dalhuijsen, S., Daly, P., Lipzen, A., Ng, V., Yan, J., Wang, M., Visser, J., Grigoriev, I. V., Mäkelä, M. R., & de Vries, R. P. (2021).

Sinta Yuliandini, 2025

OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH JAMUR SELULOLITIK *Aspergillus niger* PADA SUBSTRAT SERBUK TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)

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

CreA-mediated repression of gene expression occurs at low monosaccharide levels during fungal plant biomass conversion in a time and substrate dependent manner. *The Cell Surface*, 7, 1-11.

Pikovskaya, R.I. (1948). Mobilization of Phosphorus in Soil Connection with Vital Capacity of Source Microbial Species. *Microbiologiya*, 17, 362-370.

Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage* (3rd ed.). New York: Springer, 313-315.

Pratama, F. U., Rahmawati, W., Wisnu, F. K., & Suharyatun, S. (2023). Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving block Porous. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(3), 345. doi: <https://doi.org/10.23960/jabe.v2i3.7891>

Pratiwi, N., & Ardiansyah, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Substrat untuk Memproduksi Enzim Selulase oleh *Aspergillus niger*. *Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan*, 1(1), 24-31.

Prayitno, T. A. & Hidayati, N. (2017). *Pengantar Mikrobiologi*. Malang: Media Nusa Creative.

Pujiati., & Primiani, C. N. (2016). Analisis kadar gula reduksi pada fermentasi kacang gude (*Cajanus cajan*) oleh *Aspergillus niger*. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 832–835.

Pujiati., Kiswardianta, R. B., & Solikati, W. (2014). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Inkubasi terhadap Aktivitas Enzim Selulase dari Kapang *Aspergillus niger*. *Jurnal LPPM*, 2(1), 19-24.

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>

Putri, M. C., Erina, Abrar, M., & Daud, M. A. K. (2021). Isolation and identification of *Aspergillus* sp. from air sac of quail (*Cortunix japonica*). *Acta Veterinaria Indonesiana*, 9(2), 134-142.

Putri, S. (2016). *Karakterisasi Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh Lactobacillus plantarum pada Variasi Suhu, pH, dan Konsentrasi Substrat*. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.

- Putri, Y., Santosa, L., & Adiman, E. Y. (2023). Kajian Penggunaan Serat Selulosa Alami Dari Daun Nanas (Serat Nanas) Sebagai Bahan Stabilizer Campuran Beraspal SMA. *Journal of Infrastructure and Construction Technology*, 1(1), 1–9. doi: <https://doi.org/10.56208/jictech.1.1.1-9>
- Qazi, J. I., Chaudhary, N., & Mirza, S. (2011). Biofuel from Cellulosic Mass with Incentive for Feed Industry Employing Thermophilic Microbes. *Biofuel Production-Recent Developments and Prospects*, 247-292. doi: <https://doi.org/10.5772/16534>
- Qian, Y., Zhong, L., Sun, Y., Sun, N., Zhang, L., Liu, W., ... & Zhong, Y. (2023). Enhancement of cellulase production in *Trichoderma reesei* via disruption of multiple protease genes identified by comparative secretomics. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1144599.
- Raharja, H., Zubaidah, A., & Prasetyo, D. (2023). Biochemical analysis of candidate probiotic bacteria was isolated from the digestive tract of the Banana shrimp (*Penaeus merguensis*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 10(2), 158-162.
- Raharja, S., Suryadarma, P., & Oktavia, T. (2011). Hidrolisis enzimatik minyak ikan untuk produksi asam lemak omega-3 menggunakan lipase dari *Aspergillus niger*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, XXII(1).
- Raharjo, B., Supriyadi, A., & Agustina, D. K. (2007). Pelarutan fosfat anorganik oleh kultur campur jamur pelarut fosfat secara *in vitro*. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*, 15(2), 45–54.
- Rahayu, A. G., Haryani, Y., & Puspita, F. (2014). Uji Aktivitas Selulolitik dari Tiga Isolat Bakteri *Bacillus* sp. Galur Lokal Riau. *Jom Fmipa*, 1(2), 319–327.
- Ramayani, S. L., Argadia, M., & Purwati, D. H. (2016). Pengaruh Metode Ekstraksi terhadap Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Media Farmasi Indonesia*, 11(2).
- Reanprayoon, P., & Pathomsiriwong, W. (2012). Tropical Soil Fungi Producing Cellulase and Related Enzymes in Biodegradation. *Journal of Applied Sciences*, 12(18), 1909-1916.
- Reddy, G. P. K., Narasimha, G., Kumar, K. D., Ramanjaneyulu, G., Ramya, A., Kumari, B. S. S., & Reddy, B. R. (2015). Cellulase Production by *Aspergillus niger* on Different Natural Lignocellulosic Substrates. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(4), 835-845.

- Remli, N. A. M., Md Shah, U. K., Mohamad, R., & Abd-Aziz, S. (2014). Effects of Chemical and Thermal Pretreatments on the Enzymatic Saccharification of Rice Straw for Sugars Production. *BioResources*, 9(1), 510–522. doi: <https://doi.org/10.15376/biores.9.1.510-522>
- Research and Markets. (2024). *Cellulase Global Market Report 2024*. [Online]. Diakses dari: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5989869/>
- Rifdah., Herawati, N., & Dubron, F. (2017). Pembuatan Biobriket dari Limbah Tongkol Jagung Pedagang Jagung Rebus dan Rumah Tangga sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan dengan Proses Karbonisasi. *Distilasi*, 2(2), 39-46.
- Rismawati, Y., Bahri, S., & Prismawiryanti. (2016). Produksi glukosa dari jerami padi (*Oryza sativa*) menggunakan jamur *Trichoderma sp.* KOVALEN: *Jurnal Riset Kimia*, 2(2), 67-76.
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, W., & Widodo. (2022). Kurva pertumbuhan isolat bakteri asam laktat dari saluran pencernaan itik lokal asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(1), 1-7.
- Rohmah, H. F., Setyaningsih, R., Pangastuti, A., & Sari, S. L. A. (2019). Optimasi produksi selulase dari fungi selulolitik *Thielaviopsis ethacetica* SLL10 yang diisolasi dari serasah daun salak (*Salacca edulis*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), 150-154.
- Rulianah, S., Irfan, Z., Mufid., & Prayitno. (2017). Produksi Crude Selulase dari Bahan Baku Ampas Tebu Menggunakan Kapang *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Teknik Kimia Lingkungan*, 1(1), 17-27.
- Sadhu, S., & Maiti, T. K. (2013). Cellulase Production by Bacteria: A Review. *British Microbiology Research Journal*, 3(3), 235-258.
- Sahare, P., Singh, R., Laxman, R. S., & Rao, M. (2012). Effect of alkali pretreatment on the structural properties and enzymatic hydrolysis of corn cob. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 168(7), 1806–1819.
- Sahrawat, R. & Garg, A. P. (2022). Optimization of Production Conditions of Cellulase Enzyme from Micro-Fungi *Aspergillus Fumigatus* for Agriculture Application. *International Journal of Plant & Soil Science*, 34(24), 193-199.
- Sahu, T., Choudhary, R., & Kulkarni, P. (2023). Cellulase Enzyme Producing Bacteria and Its Application. *Molecular Biology: Its Approaches and Developments in the Recent Era*, 135-139.

- Saliu, B. K., & Sani, A. (2012). Bioethanol potentials of corn cob hydrolysed using cellulases of *Aspergillus niger* and *Penicillium decumbens*. *EXCLI journal*, 11, 468–479.
- Saputra, D., Erlina, Y., & Barbara, B. (2022). Analisis Trend Produksi dan Konsumsi Jagung Pipilan di Indonesia. *J-SEA (Journal Socio Economics Agricultural)*, 17(1), 30-46. doi: <https://doi.org/10.52850/jsea.v17i1.4340>
- Saqib, A. A. N., Hassan, M., Khan, N. F., & Baig, S. (2012). Thermostability of crude endoglucanase from *Aspergillus fumigatus* grown under solid state fermentation (SSF) and submerged fermentation (SmF). *Process Biochemistry*, 47(3), 413-418.
- Sari, A. R., Kusdiyanti, E., & Rukmi, M. I. (2017). Produksi selulase oleh kapang *Aspergillus* sp. hasil isolasi dari limbah pengolahan sagu (*Metroxylon* sp.) dengan variasi konsentrasi inokulum pada fermentasi terendam statis. *Jurnal Biologi*, 6(1), 11–20.
- Sari, M. M., Rizki, A., Pransiska, Y., Saffuana, S., & Soleha, S. (2022). Bioprospeksi bakteri selulolitik indigenous dari Hutan Kemampo, Sumatera Selatan sebagai agen pendegradasi selulosa. *Prosiding SEMNAS BIO 2022, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, 345-354.
- Sari, P. D., Puri, W. A., & Hanum, D. (2018). Delignifikasi Bonggol Jagung Dengan Metode Microwave Alkali. *Agrika*, 12(2). doi: <https://doi.org/10.31328/ja.v12i2.767>
- Sembiring, A. (2019). Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil selulase asal tanah kandang sapi. *Jurnal Biology Science & Education*, 8(1), 21-28.
- Septiani, A., Wijanarka., & Rukmi, M. G. I. (2017). Produksi Enzim Selulase dari Bakteri *Serratia marcescens* KE-B6 dengan Penambahan Sumber Karbon, Nitrogen dan Kalsium Pada Medium Produksi. *Bioma*, 19(2), 159-163.
- Septiani, D. I. A., Suryadi, H., Mun'im, A., & Mangunwardoyo, W. (2019). Production of Cellulase from *Aspergillus niger* and *Trichoderma reesei* Mixed Culture in Carboxymethylcellulose Medium as Sole Carbon. *Biodiversitas*, 20(12), 3539–3544. doi: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201211>
- Setiawan, H., & Kusumo, E. (2015). Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Bantuan Enzim Selulase dari Jamur Tiram. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(2), 132-137.

- Setiawan, R. (2023). *Isolasi dan Karakterisasi Cendawan Selulolitik dari Tanah Perkebunan Tebu Desa Gunung Waras, Kabupaten Way Kanan*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Lampung.
- Setyanto, A. E. (2013). Memperkenalkan Kembali Metode Eksperimen dalam Kajian Komunikasi. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 3(1), 37-48.
- Setyoko, H., & Utami, B. (2016). Isolasi dan Karakterisasi Enzim Selulase Cairan Rumen Sapi untuk Hidrolisis Biomassa. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 863–867.
- Sharma, H. K., Xu, C., & Qin, W. (2021). Stabilization of enzyme activity through immobilization and application in biomass conversion processes. *Bioresource Technology*, 344, 126287.
- 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, A., Bajar, S., Devi, A., & Pant, D. (2021). An Overview on the Recent Developments in Fungal Cellulase Production and their Industrial Applications. *Bioresource Technology Reports*, 14, 1-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100652>
- Siva, D., Srivethi, G., Vasan, P. T., Rajesh, D., Alfarhan, A., & Rajagopal, R. (2022). Enhanced Cellulase Enzyme Production by *Aspergillus niger* using Cellulase/Iron Oxide Magnetic Nano-composites. *Journal of King Saud University Science*, 34(1), 101695. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101695>
- 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
- Sohail, M., Siddiqi, R., Ahmad, A., & Khan, S. A. (2009). Cellulase production from *Aspergillus niger* MS82: effect of temperature and pH. *New Biotechnology*, 25(6), 437–441.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production. *Bioresource technology*, 83(1), 1-11.
- Sunandi, E., Nugroho, S., & Rizal, J. (2013). Rancangan Acak Lengkap dengan Subsampel. *E-Jurnal Statistika*, 80-101.

- Sunarti, T. C., & Richana, N. (2007). Produksi Selulase oleh *Trichoderma Viride* pada Media Tongkol Jagung dan Fraksi Selulosanya. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 4(2), 57-64.
- Sunarti, T. C., Meryandini, A., Sofiyanto, M. E., & Richana, N. (2010). Saccharification of corncob using cellulolytic bacteria for bioethanol production. *BIOTROPIA*, 17(2), 105–115.
- 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>
- 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*, 6(2), 1-10.
- Susanti, D., & Rahmi, S. (2020). Efektivitas Komposisi Substrat dan Lama Fermentasi oleh *Trichoderma Harzianum* untuk Aktivitas Enzim Selulase dari Campuran Tongkol Jagung dan Blondo. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian* 2(1), 28-34.
- Sutari, N. W. S. (2020). Isolasi dan Identifikasi Morfologi Jamur Selulolitik dari Limbah Rumah Tangga di Desa Sanur Kauh, Bali. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 100–105.
- Sutini., Widiastuty, Y. R., & Ramadhani, A. N. (2019). Review: Hidrolisis Lignoselulosa dari Agricultural Waste Sebagai Optimasi Produksi Fermentable Sugar. *Equilibrium*, 3(2), 59-68.
- Taherzadeh, M. J., & Karimi, K. (2007). Enzyme-based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Materials: A Review. *BioResources*, 2(4), 707-738. doi: <https://doi.org/10.15376/biores.2.4.707-738>
- Talantan, V. M., Lambui, M. 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*, 7(3), 323–333.
- Tang, W., Kuehn, T. H., & Simcik, M. F. (2015). Effects of Temperature, Humidity and Air Flow on Fungal Growth Rate on Loaded Ventilation Filters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 12(8), 525–537. doi: <https://doi.org/10.1080/15459624.2015.1019076>

- Thangavelu, K., Desikan, R., Taran, O. P., & Uthandi, S. (2018). Delignification of Corncob via Combined Hydrodynamic Cavitation and Enzymatic Pretreatment: Process Optimization by Response Surface Methodology. *Biotechnol Biofuels*, 11(203). doi: <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1204-y>
- Tima, M. T. (2018). Penentuan kondisi optimum hidrolisis pati oleh *Aspergillus niger* dalam limbah kulit kentang. *Agrica*, 11(2), 136–144.
- Wahyuningish, M., Sarjono, P. R., & Aminin, A. L. N. (2013). Biokonversi jerami padi menjadi gula fermentasi menggunakan konsorsium termofilik kompos. *Jurnal Sains dan Matematika*, 21(1), 7-14.
- Wang, B., Han, Z., Gong, D., Xu, X., Li, Y., Sionov, E., Prusky, D., Bi, Y., & Zong, Y. (2022). The pH Signalling Transcription Factor PacC Modulate Growth, Development, Stress Response and Pathogenicity of *Trichothecium roseum*. *Environmental microbiology*, 24(3), 1608–1621. doi:
- Welsiliana. (2020). Dekomposisi Hemiselulosa Sekam Padi *Oryza sativa* L Oleh Jamur Pelapuk. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 86–91. doi: <https://doi.org/10.32938/jbe.v5i2.571>
- Winarni, I., Waluyo, T. K., & Komarayati, S. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Empulur dan Limbah Serat Sagu dengan Metode Kimiawi dan Enzimatis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(1), 43-50.
- Wulandari, B. A., & Jaelani, L. M. (2019). Identifikasi Fase Pertumbuhan Tanaman Jagung Menggunakan Citra SAR Sentinel-1A (Studi Kasus: Kecamatan Gerung, Lombok Barat, NTB). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 1(2), 52–59.
- Wuryanti. (2008). Pengaruh Penambahan Biotin Pada Media Pertumbuhan Terhadap Produksi Sel *Aspergillus niger*. *Bioma*, 10(2), 46-50.
- Yamazawa, A., Iikura, T., Morioka, Y., Shino, A., Ogata, Y., Date, Y., & Kikuchi, J. (2013). Cellulose Digestion and Metabolism Induced Biocatalytic Transitions in Anaerobic Microbial Ecosystems. *Metabolites*, 4(1), 36–52.
- 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.
- Yogyaswari, S. A., Rukmi, M. I., & Raharjo, B. (2016). Eksplorasi bakteri selulolitik dari cairan rumen sapi peranakan Fries Holland (PFH) dan Limousine Peranakan Ongole (Limpo). *Jurnal Biologi*, 5(4), 70-80.

Zulfikar, M. F., Kusdiantini, E., & Nurjannah, S. (2017). Identifikasi jenis pigmen dan uji potensi antioksidan ekstrak pigmen bakteri *Rhodococcus* sp hasil isolasi dari sedimen sumber air panas Gedong Songo. *Jurnal Biologi*, 6(4), 106-114.