

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH BAKTERI  
SELULOLITIK B1 DAN B2 ASAL *LEACHATE* PADA MEDIA SERBUK  
TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains*



Oleh:

ZARA JANEETA YUSUF

NIM 1908240

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**LEMBAR HAK CIPTA**

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH BAKTERI  
SELULOLITIK B1 DAN B2 ASAL LEACHATE PADA MEDIA SERBUK  
TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)**

Oleh:

**Zara Janeeta Yusuf**

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

© Zara Janeeta Yusuf

Universitas Pendidikan Indonesia

2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang

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

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**ZARA JANEETA YUSUF**

**OPTIMASI PRODUKSI ENZIM SELULASE OLEH BAKTERI  
SELULOLITIK B1 DAN B2 ASAL LEACHATE PADA MEDIA SERBUK  
TONGKOL JAGUNG (*Zea mays*)**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

Mengetahui,  
Kepala Program Studi Biologi



Dr. H. Wahyu Surakusumah, M.T.  
NIP. 197212301999031001

## ABSTRAK

Dalam pembuatan enzim selulase diperlukan substrat yang mengandung selulosa, salah satunya yaitu limbah tongkol jagung. Limbah tongkol jagung yang tidak dimanfaatkan dengan baik akan berdampak negatif bagi lingkungan selain itu Tongkol jagung sangat efektif jika dilihat dari kandungan yang ada akan menjadi potensi yang besar untuk dijadikan substrat penginduksi produksi enzim selulase. Dalam pembuatan enzim selain substrat dibutuhkan juga mikroorganisme yang mampu memproduksi enzim selulase yaitu mikroorganisme selulolitik. Untuk mendapatkan mikroorganisme ini diperoleh dari air lindi (*leachate*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui optimasi produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik pada media serbuk tongkol jagung (*Zea mays*). Pemilihan bakteri yang memiliki kemampuan mengurai selulosa dilaksanakan melalui pemanfaatan medium selektif berbahan dasar *carboxymethylcellulose* (CMC). Tanda kehadiran bakteri selulolitik ditunjukkan oleh zona bening yang muncul di sekitar koloni. Selanjutnya, uji dilakukan dengan menambahkan larutan congo red 0,1% untuk menguji potensi kemampuan seluloliticnya. Substrat yang digunakan dalam produksi enzim selulase adalah tongkol jagung (*zea mays*). Aktivitas enzim selulase diukur melalui penggunaan senyawa *dinitrosalicylic acid*. Hasil identifikasi dari bakteri B1 dan B2 adalah *Serratia* dan *Flavobacterium*. Penilaian secara kuantitatif dilakukan menggunakan metode spektrofotometri reagen asam 3,5- *dinitrosalisilat* (DNS) menunjukkan bahwa aktivitas enzim selulase yang paling tinggi terjadi pada hari ke-5 sebesar 6,534 U/mL dan 10,909 U/mL.

**Kata Kunci: Bakteri selulolitik, Air lindi, Tongkol jagung, Aktivitas enzim selulase**

## **ABSTRACT**

*In the manufacture of cellulase enzymes, a substrate containing cellulose is needed, one of which is corncob waste. Corn cob waste that is not utilized properly will have a negative impact on the environment besides that corn cob is very effective when viewed from the existing content it will have great potential to be used as a substrate inducing the production of cellulase enzymes. In making enzymes other than substrates, microorganisms that are capable of producing cellulase enzymes are also needed, namely cellulolytic microorganisms. To get these microorganisms obtained from leachate. The purpose of this study was to determine the optimization of cellulase enzyme production by cellulolytic bacteria on corn cob powder (*Zea mays*) media. Selection of cellulolytic bacteria was carried out using selective carboxymethylcellulose (CMC) medium with an indication of cellulolytic bacteria in the presence of clear zones around the colonies. The substrate used to produce cellulase enzymes is corn cobs (*Zea mays*). Cellulase enzyme activity was measured using the dinitrosalicylic acid reagent. From the research results it is known that bacteria B1 and B2 is *Serratia* and *Flavobacterium*. Cellulase enzyme activity in bacteria B1 and B2 reached the highest results at 120 hours with 6.534 U/mL and 10.909 U/mL respectively.*

**Keywords: : Cellulolytic Bacteria, Cellulase Enzyme, Corn Cob.**

## DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian .....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Batasan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
1.7. Struktur Penulisan Skripsi .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Tongkol Jagung ( <i>Zea mays var. saccharate</i> ) .....	7
2.3. Enzim Selulase .....	11
2.4. Faktor yang mempengaruhi Aktivitas Enzim Selulase .....	13
2.4.1. pH.....	13
2.4.2. Suhu.....	14
2.4.3. Waktu .....	14
2.4.4. Konsentrasi Substrat.....	15

2.4.5. Inhibitor.....	15
2.5. Aplikasi Enzim Selulase .....	15
2.5.1. Industri Makanan .....	15
2.5.2. Industri Tekstil .....	15
2.5.3. Industri Deterjen.....	15
2.5.4. Industri Kertas dan <i>Pulp</i> .....	16
2.5.5. Biofuel.....	16
2.6. Uji Aktivitas Enzim Selulase dengan Metode DNS .....	16
2.7. Bakteri Selulolitik .....	17
2.7. Proses Fermentasi.....	19
2.8. Air Lindi ( <i>leachate</i> ).....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>21</b>
3.1. Jenis Penelitian .....	21
3.2. Desain Penelitian .....	21
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.4. Populasi dan Sampel.....	21
3.5. Prosedur Penelitian.....	21
3.5.1 Tahap Persiapan .....	21
3.5.2 Tahap Analisis Data .....	31
3.5.3 Alur Penelitian .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.2 Karakteristik Isolat Bakteri Selulolitik pada Medium CMC.....	36
4.3 Identifikasi Bakteri Selulolitik B1 & B2.....	39
4.4 Pengukuran Kurva Pertumbuhan Bakteri Selulolitik B1 dan B2.....	41
4.5 Biomassa Bakteri Pada Saat Proses Fermentasi .....	43
4.6 <i>Pre treatment</i> Tongkol Jagung & Delignifikasi.....	45

4.7 Hasil Gula Pereduksi.....	46
4.8. Hasil Aktivitas Enzim Selulase oleh Bakteri B1 dan B2 menggunakan DNS .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Implikasi dan Rekomendasi .....	52
5.2.1. Implikasi.....	52
5.2.2. Rekomendasi.....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN .....	62



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 4. 1 Morfologi Isolat Bakteri <i>Leachate</i> .....	35
Tabel 4. 2 Indeks selulolitik bakteri hasil isolasi dari leachate.....	37
Tabel 4. 3 Karakteristik Morfologi Bakteri Selulolitik B1 dan B2.....	39
Tabel 4. 4 Karakteristik Uji biokimia selulolitik bakteri B1 dan B2 .....	39
Tabel 4.5 Hubungan Gula Pereduksi Dengan Aktivitas Enzim Selulase yang dihasilkan oleh bakteri B1 & B2.....	47
Tabel 4.6 Uji Perbedaan Aktivitas Enzim Selulase oleh Bakteri B1 dan B2 menggunakan DNS .....	50

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3. 1 Alur penelitian isolasi bakteri selulolitik B1 & B2 dari leachate.....	32
Gambar 3. 2 Alur penelitian isolasi bakteri selulolitik B1 & B2 dari leachate.....	32
Gambar 3. 3 Alur penelitian produksi enzim selulase secara SmF menggunakan media serbuk tongkol jagung ( <i>Zea mays</i> ) .....	33
Gambar 4. 1 Koloni Bakteri hasil isolasi leachate .....	34
Gambar 4. 2 Subkultur Bakteri Hasil Isolasi Leachate .....	35
Gambar 4. 3 Zona Bening Isolat Bakteri B2.....	36
Gambar 4. 4 Grafik pertumbuhan bakteri B1 dan B2 pada Nutrient Broth pH 7, suhu 37°C dan 120 rpm dengan optical density (OD) $\lambda = 610$ nm .....	43
Gambar 4. 5 Grafik biomassa bakteri B1 & B2 pada saat proses fermentasi .....	44
Gambar 4. 6 Proses pre treatment tongkol jagung ( <i>Zea mays</i> ) .....	45
Gambar 4. 7 Kurva Standar Glukosa .....	46
Gambar 4. 8 Grafik aktivitas enzim selulase .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Daftar Alat dan Bahan Penelitian .....	62
Lampiran 2 Pengambilan sampel <i>leachate</i> .....	63
Lampiran 3. Pre-treatment Tongkol Jagung Dan Delignifikasi .....	64
Lampiran 4. Karakteristik Morfologi Koloni Bakteri B1 dan B2 .....	65
Lampiran 5. Kurva Tumbuh Bakteri B1 Dan B2 .....	72
Lampiran 6. Kurva Standar Glukosa .....	74
Lampiran 7. Pengukuran Gula Pereduksi .....	76
Lampiran 8. Pengukuran Aktivitas Enzim Selulase .....	77
Lampiran 9. Analisis Statistik Dengan <i>Software IBM SPSS 25 For Windows</i> ....	78
Lampiran 10. Dokumentasi Gula Pereduksi yang Dihasilkan Oleh Bakteri B1 dan B2 Menggunakan Reagen DNS .....	81

## DAFTAR PUSTAKA

- Akihary CV, Kolondam BJ. 2020. Pemanfaatan gen 16S rRNA sebagai perangkat identifikasi bakteri untuk penelitian-penelitian di Indonesia. *Pharmacon Jurnal Ilmiah Farmasi – Unsrat* 9(1): 16–22. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.27405>
- Alam, M.Z., Manchulur, M.A., and Anwar, M.N. 2004. Isolation Purification, Characterization of Cellulolytic Enzym Producer by the Isolate *Streptomyces omiyaensis*. *Perkist Journal Biology Scientific*, 7 (10):1647–1653.
- Alam, Moch Syaiful., Sarjono, Purbowatiningrum R & Aminin, Agustina L N. (2013). Isolasi dan Karakterisasi Selulase dari Bakteri Selulolitik Termofilik Kompos Pertanian Desa Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Matematika*. 21(2): 48-53
- 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 (*Oryza sativa*, Linn) (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Andhikawati, A., Oktavia, Y., Ibrahim, B., & Tarman, K. (2014). Isolation and Screening of Endophytic Marine Fungi for Cellulase Production. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1).
- Anuar W, Andi D, Jose AC. 2014. Isolasi bakteri selulolitik dari perairan Dumai. *JOM FMIPA*.1(2):149–159.
- Arifin, Zainul., Ida B. W. G., Nyoman, S. A & Yohanes, S. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulosa dari Kompos. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 7 (2).
- Arifuddin, Widiastini (2013) Isolasi dan Karakterisasi Enzim Sellulase dari Kerang kepah *Atactodea striata* menggunakan Substrat Selulosa Kertas. Thesis thesis, Universitas Hasanuddin.
- Aryal, Sagar. (2018). Biocemical Test. [Online] Diakses dari : <https://microbiologyinfo.com/category/biochemical-test/> Argo, Bambang Dwi., Hendrawan, Yusuf., Maharani, Dewi May
- Astriani, M. 2017. Skrining Bakteri Selulolitik Asal Tanah Kebun Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Biota*, 3(1):6–10.
- Aulanni'am. 2005. *Protein dan Analisisnya*. Citra Mentari Grup: Malang.
- Azhary H., Dodi. 2010. Pembuatan Pulp dari Batang Rosella dengan Proses Soda. Sriwijaya : Universitas Sriwijaya.
- Aziz, S. Q. 2012 Landfill Leachate Treatment Using Powdered Activated Carbon Augmented Sequencing Batch Reactor (SBR) Process. PhD Thesis, School of Civil Engineering, Universiti Sains Malaysia, Malaysia. Azmi, N. B., Singarayah, A., Bashir, M. J. K. &

- Bailey, Regina. (2021, February 17). Phases of the Bacterial Growth Curve. Retrieved from <https://www.thoughtco.com/bacterial-growth-curve-phases-4172692>
- Bertrand, B. L. 2019. Lag phase is a dynamic, organized, adaptive, and evolvable period that prepares bacteria for cell division: Minireview. *Journal of Bacteriology*. 201(7); 1-21.
- Budi KL, Wijanarka, Kusdiyantini E. 2018. Aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri *Serratia marcescens* pada substrat jerami. *Jurnal Biologi*. 7(1): 35–42.
- Cappoccino, J.G. dan N. Sherman. 2017. *Microbiology: A Laboratory Manual*, New York: The Benjamin Cumm.
- Cappuccino, JG. dan Sherman, N. (2014). *Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi Kedelapan*. Alih Bahasa: Nur Miftahurrahman. Jakarta: EGC.
- Chusniasih, D., Suryanti, E., & Safitri, E. 2023. Isolasi dan Uji Aktivitas Selulolitik Bakteri Asal Limbah Bagas. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Vol. 28 No. 3.
- Co, R., & Hug, L. A. (2021). Prediction, enrichment and isolation identify a responsive, competitive community of cellulolytic microorganisms from a municipal landfill. *FEMS microbiology ecology*, 97(5), fiab065.
- Costa, A.M., Alfaia, R.G.D.S., Campos, J.C. (2019) Landfill leachate treatment in Brazil-an overview. *J. Environ. Manage.* 232, 110-116.
- Dali, S., dkk, 2009, Karakterisasi Enzim Amilase dari Isolat Bakteri Termofilik *Bacillus subtilis*. *Jurnal Kimia*. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.
- Dewi, P dan Kusmiyati. (2016). *Fisiologi tanaman budidaya*. Universitas Indonesia, Jakarta. Fitrihidajati H., Ratnasari E, Isnawati, Soeparno G. (2019). Kualitas Hasil Fermentasi Pada Pembuatan Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*). *Biosaintifika: Journal Of Biology & Biology Education*, 7(1), 62-67.
- Dewi, Y., Robin, R., Prasetyono, E., & Kurniawan, A. (2020). Aktifitas selulolitik dan Patogenisitas *Bacillus cereus*\_TSS4 dari serasah daun mangrove. *DEPIK Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(1), 8-17
- Falichah, Najiyatul (2021) Pengaruh jenis substrat pada produksi enzim selulase oleh bakteri selulolitik asal bekatul dan pengujian aktivitas dengan variasi pH. Undergraduate thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Fani Ramadhan, R., Montesqrit, M., & Marlida, Y. (2020). Produksi Enzim Selulase Termotabil Dari Bakteri Ng2 Menggunakan Berbagai Sumber Selulosa Asal Limbah Pertanian Dan Perkebunan. *JITP Vol. 8 No. 2, Juli*.

- Fardiaz, S. (1992). Mikrobiologi Pengolahan Pangan. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB.
- Fawzuya, Y.N., S. Putri, N. Noriko. and G. Patantis, 2013. Identification of SGS 1609 Cellulolytic Bacteria Isolated from Sargassum spec. and Characterization of The Cellulase Produced. *Squalen Bulletin of Marine & Fisheries Postharvest & Biotechnology*. 8 (2): 57-68.
- Fitria, L. (2021). Isolasi bakteri selulolitik dari bekatul dan uji aktivitas enzim selulase dengan variasi suhu inkubasi (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim)
- Fitrianti, r. (2014). Pengaruh suhu dan ph terhadap aktivitas enzim selulase dari kultur campuran trichoderma sp., gliocladium sp. Dan botrytis sp. Yang ditumbuhkan pada media kulit pisang. *Skripsi*, 45–57.
- Flickinger, M.C. 1999. Encyclopedia Of Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis And Bioseparation. New York: John Wiley And Sons.
- Gupta, P., Samant, K., and Sahu, A. 2012. Isolation of cellulose–degrading bacteria and determination of their cellulolytic potential. *International Journal of Microbiology*, 10:1–5.
- Hamdiyati, Yanti & Kusnadi. (2018). Petunjuk Praktikum Mikrobiologi. Depatemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika IPA. Univeristas Pendidikan Indonesia.
- Hankin, Lester & Sandra L.Anagnostakis. (1977). Solid Media Containing Carboxymethylcellulose to Detect Cx Cellulase Activity of Microorganisms. *Journal of General Microbiology*. (98): 109-115.
- Indah Sari, N. (2018). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Di Kecamatan Pattallasang Kabupaten Gowa (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Indariani, F.(2018).Karakteristik Arang AktifTongkol Jagung (*Zea Mays* Linn) Dengan Penambahan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) Pada Beberapa Variasi Suhu Aktivasi(Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Irawati Rosyida. 2016. Karakteristik pH suhu dan Konsentrasi substrat pada enzim selulase kasar yang diproduksi. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Maliki Ibrahim; Malang
- Jannah J, Safik, Jalaluddin M, Darmawi, Farida, Aliza D. 2017. Jumlah koloni bakteri selulolitik pada sekum ayam kampung (*Gallus domesticus*). *Jimvet*. 1(3): 558–565
- Ji W, D. Ming., L. Yan-Hong., C.Qing-Xi., X.Gen-Jun & Z.Fu-Kun. (2003). Isolation Functional Endogenous Cellulase Gene from Mollusc, *Ampullaria crossean*. *Jurnal Acta Biochimica et Biophysica Sinica*. 35(10): 941-946.

- Johnsen, H.R. and K. Krause, 2014. Cellulase Activity Screening Using Pure Carboxymethylcellulose: Application to Soluble Cellulolytic Samples and to Plant Tissue Prints. *Int. J. Mol. Sci.* 15: 830-838
- Julya, F. (2022). Seleksi Isolat Cendawan dari Limbah Serasah Tegakan Jati (*Tectona grandis*) Penghasil Enzim Selulase dan Pektinase= Selection of Fungi Isolates from Litter Waste of Teak Stands (*Tectona grandis*) Produced Cellulase and Pectinase Enzymes (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Kam, Yew & Siew Ling, Hii & Sim, Cheryl & Ong, Lisa. (2016). Schizophyllum commune Lipase Production on Pretreated Sugarcane Bagasse and Its Effectiveness. *International Journal of Polymer Science*. 2016. 1-6. 10.1155/2016/2918202.
- Khoiroh, Z. 2014. Bioremediasi logam berat timbal (Pb) dalam lumpur Lapindo menggunakan campuran bakteri (*Pseudomonas pseudomallei* dan *Pseudomonas aeruginosa*). Tesis. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 41-55.
- Kohlmann, F.J., (2003), What is pH, and How is it Measured, U.S.A, Heach Company. Kurniawan, E. *et al.*, (2019). Utilization Of Cocopeat And Goat Of Dirt In Marking Of Solid Organik Fertilizer To Quality Macro Nutrient (NPK). *IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering*, Doi: 10.1088/1757-8999X/543/1/012001.
- Kosasi C, Lolo WA, Sedewi S. 2019. Isolasi dan uji aktivitas antibakteri dari bakteri yang berasosiasi dengan alga *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh serta identifikasi secara biokimia. *Pharmacon*. 5(2): 321–359. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29301>
- Kuhad, R.C., Gupta, R., dan Singh, A. 2011. Mikrobial Cellulases and Their Industrial Applications. *Review Article of Enzyme Research*.
- Kulkarni, Rohan & Srivastava, S.. (2016). Conjugation of Dextran with Antibiotic Drugs and Release Studies. 10.13140/RG.2.2.26843.05927.
- Kurniawan, A. Asriani, E. Prihanti, A., A, Kurniawan, A., Sambah, A., B. (2018). Bakteri Selulolitik Mangrove. *Bangka Belitung: UBB press*.
- Kurniawan, A., Sari, S. P., Asriani, E., Kurniawan, A., Sambah, A. B., Triswiyana, I., & Prihanto, A. A. (2019). Kapasitas hidrolisis bakteri pendegradasi selulosa dari ekosistem mangrove. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(2), 76-82.
- Kusumaningrum, A., Wayan Gunam, I. B., & Mahaputra Wijaya, I. M. (2019). OPTIMASI SUHU DAN pH TERHADAP AKTIVITAS ENZIM ENDOGLUKANASE MENGGUNAKAN RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM). *JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI*, 7(2), 243. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i02.p08>

- Lehninger, A.L., 2005, Principles of Biochemistry, fourth edition, Academic Press, New York.
- Lizayana., Mudatsir & Iswandi. (2016). Densitas Bakteri Pada Limbah Cair Pasar Tradisional. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi*. 1(1):95-106
- Mango, M. E., Blümmel, M., Mtenga, L. A., & Becker, K. (2004). Influence of maize age on the chemical composition and in vitro digestibility of corn stover. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4), 319-327.
- Melati, I., Mulyasari., Mas, T. D. S., Maria, B. & Titin, K. (2014). Produksi Enzim Selulase dari Bakteri TS2b yang Diisolasi dari Rumput Laut dan Pemanfaatannya dalam Menghidrolisis Kulit Ubi Kayu dan Daun Ubi Kayu sebagai Bahan Baku Pakan Ikan. *J. Ris. Akuakultur*, 9 (2), 263-270.
- Moody, C.M., Townsend, T.G., (2017). A comparison of landfill leachates based on waste composition. *Waste Manag.* 63, 267 -274.
- Mulyadi, Moh., Wuryanti & Purbowatiningrum Ria S. (2013). Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Kadar Sampel Alang-Alang (*Imperata cylindrical*) dalam Etanol Melalui Metode Difusi Cakram. *Jurnal Chem Info*. 1(1): 35- 42
- Murtiyaningsih, H., & Hazmi, M. (2017). Isolasi dan uji aktivitas enzim selulase pada bakteri selulolitik asal tanah sampah. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 15(2).
- Nababan, M., Gunam, I. B. W., & Wijaya, I. M. M. (2019). Produksi enzim selulase kasar dari bakteri selulolitik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri ISSN*, 2503, 488X.
- Napitupulu H, Rumengan I, Wulur S, Ginting E, Rimper J, Toloh B. 2019. *Bacillus* sp. sebagai agensia pengurai dalam pemeliharaan *Brachionus rotundiformis* yang menggunakan ikan mentah sebagai sumber nutrisi. *Jurnal Ilmiah Platax*. 7(1): 158–169. <https://doi.org/10.35800/jip.7.1.2019.22627>
- Nazir, M. (2003). *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia
- Neerja Thakur, Sheetal, Tek Chand Bhalla, Chapter 18 - Enzymes and their significance in the industrial bioprocesses, Editor(s): Arvind Kumar Bhatt, Ravi Kant Bhatia, Tek Chand Bhalla, *Basic Biotechniques for Bioprocess and Bioentrepreneurship*, Academic Press, 2023.
- Novitasari, E. 2015. Pengaruh Suhu dan Lama Sakarifikasi Terhadap Proses Hidrolisis Bekatul Menjadi Glukosa Menggunakan Enzim Glukoamilase. Skripsi. Malang: UIN Malang.
- Nurdin Riyanto. (2009). *Panas dan Suhu Tubuh Manusia*. Bandung: Remaja Karier.
- Nuridayanti, Eka Fitri Testa. (2011). “Uji Toksisitas Akut Ekstrak Air Rambut Jagung (*Zea mays* L.) Ditinjau dari Nilai LD50 dan Pengaruhnya terhadap Fungsi Hati dan Ginjal pada Mencit” (Skripsi S-1 Progdik Ekstensi). Jakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.



- Nurmayani, D. 2007. Isolasi dan uji potensi mikroorganisme selulolitik asal tanah gambut dan kayu sedang melapuk dalam mendekomposisikan kayu. Skripsi: Universitas Sumatera Utara.
- Nurrochman, F. 2015. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Hutan Mangrove Baros Yogyakarta . Doctoral dissertation. Universitas Muhammadiyah Surakarta: Surakarta
- Oktavia, Y., Lestari, S. D., Lestari, S., Herpandi, H., & Jannah, M. (2018). Optimasi Waktu Inkubasi Produksi Protease dan Amilase Isolat Bakteri Asal Terasi Ikan Teri *Stolephorus* sp. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10 (3), 719-726.
- Omoniyi, O., Okwa, O. A., Junaid, O. O., Ikuoye, I. O., & Oyebola, A. (2016). Sustainable solid waste management: isolation of cellulolytic 27 microorganisms from dumpsites in Lagos, Southwest Nigeria. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 5(11), 842-853.
- Paeru, R.H., dan T.Q. Dewi. (2017). Panduan Praktis Budidaya Jagung. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal: 20-22.
- Poedjiadi, A dan Supriyanti, T. 2006. Dasar-Dasar Biokimia. Jakarta: UI Press
- Pratiwi, sylvia T. 2008. Mikrobiologi Farmasi. Jakarta: Penerbit erlangga
- Pratiwi, Y.H., Ratyani, O & Wirajana, I N. (2018). Perbandingan Metode Uji Gula Pereduksi Dalam Penentuan Aktivitas  $\alpha$ -L-Arabinofuranosidase Dengan Substrat Janur Kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Kimia*. 12(2): 134-138.
- Prima, R.E., (2012), Produksi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Xilanase dari *Acinetobacter baumannii* M-13.2A, Skripsi, Universitas Indonesia, Depok.
- Purkan, P., Azizah, B., Baktir, A., & Sumarsih, S. (2014). Eksplorasi Bakteri Kitinolitik dari Sampah Organik. Isolasi dan Karakterisasi Enzim Kitinase. *Molekul*, 9 (2), 128-135.
- Putri, Syarafina. (2016). Karakterisasi Enzim Selulase yang Dihasilkan oleh *Lactobacillus plantarum* pada Variasi Suhu, Ph dan Konsentrasi Substrat. Skripsi. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Malang
- Ratu Safitri. (2018). Hidrolisis Empulur Sagu (Metroxylon Sagu Rottb) Dengan HCL Untuk Meningkatkan Efektifitas Hidrolisis Kimiawi. 37 24 UNPAD Bandung. Lasamsoeroso.a. Yahoo.co.id. Diakses 21 Juni 2021.
- RazieF., AnasI., SutandiA., GunartoL., & SugiyantaS. (2011). AKTIVITAS ENZIM SELULASE MIKROBA YANG DIISOLASI DARI JERAMI PADI DI PERSAWAHAN PASANG SURUT DI KALIMANTAN SELATAN. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 13(2), 43-48. <https://doi.org/10.29244/jitl.13.2.43-48>
- Razzak, M. A., Hasan, M. M., & Khan, M. M. (2015). Biogas production from agricultural wastes: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 898-907.

- Reanida, Pramita Putri, Agus Supriyanto dan Salamun. 2012. Eksplorasi Bakteri Selulolitik Dari Tanah Mangrove Wonorejo Surabaya. Universitas Airlangga: Surabaya.
- Richards, Heidi & Baker, Priscilla & Iwuoha, Emmanuel. (2012). Metal Nanoparticle Modified Polysulfone Membranes for Use in Wastewater Treatment: A Critical Review. *Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology*. 2. 183. 10.4236/jsemat.2012.223029.
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S. H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. (2022). Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 1-7.
- Rosyada, N. (2015). Isolasi Bakteri Asam Laktat dengan Aktivitas Selulolitik pada Saluran Pencernaan Mentok (*Cairina moshata*). [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Ruswandi, Oktavia, B., & Azhar, M. 2018. Penentuan Kadar Fruktosa Hasil Hidrolisis Inulin dengan DNS Sebagai Pengoksidasi. *Jurnal Eksakta*, Vol. 19 No. 1.
- Sadhu, Sangrila dan Tushar Kanti Maiti. (2013). Cellulase Production by Bacteria: A Review. *Journal British Microbiology Research*. 3(3): 253-258
- Sari, E. K., & Lucyana, L. (2021). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Lindi Di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Simpang Kandis Kabupaten Ogan Komering Ulu. *Jurnal Deformasi*, 6(1), 33-41.
- Saropah, D. A., Jannah, A., dan Maunatin, A. 2013. Kinetika reaksi enzimatik ekstrak kasar enzim selulase bakteri selulolitik hasil isolasi dari bekatul. *Alchemy*.
- Septiani, A., Wijanarka, & Rukmi I. 2017. Produksi Enzim Selulase Dari Bakteri *Serratia marcescens* KE-B6 Dengan Penambahan Sumber Karbon, Nitrogen dan Kalsium Pada Medium Produksi. *Bioma*, Vol. 19 No. 2.
- Shahid, Zeeshan Hussain., Muhammad Irfan., Muhammad Nadeem., Quratulain Syed., & Javed Iqbal Qazi. (2016). Production, Purification and Characterization of Carboxymethyl Cellulase from Novel Strain *Bacillus megaterium*. *Journal Environmental Progress and Sustainable Energy*. 1-9. doi: <https://doi.org/10.1002/ep.12398>
- Shahid, Zeeshan Hussain., Muhammad Irfan., Muhammad Nadeem., Quratulain Syed., & Javed Iqbal Qazi. (2016). Production, Purification and Characterization of Carboxymethyl.
- Simanullang, A. F., Sijabat, A., & Hasanah, M. (2021). Karakterisasi Sifat Fisis Papan Partikel Limbah Tongkol Jagung Dengan Resin Epoxy Isosianat. *Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 5(1), 82–87.

- Soeka, Y. S., Suharna, N., Triana, E., & Yulinery, T. (2019). Characterization of cellulase enzyme produced by two selected strains of *Streptomyces macrosporeus* isolated from soil in Indonesia. *Makara Journal of Science*, 65-71.
- Sonia N.M.O. dan Kusnadi J. 2015. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Selulase dari Isolat Bakteri OS-16 Asal Padang Pasir Tengger-Bromo. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 4 p.11-19
- Sopandi, T. dan Wardah. 2014. *Mikrobiologi Pangan*. C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Sosiati, H., Wahyono, T., Azhar, A. R., & Fatwaeni, Y. N. (2021). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung untuk Makanan Ternak 25 Bernutrisi. *Community Empowerment*, 6(4), 656– 661. <https://doi.org/10.31603/ce.4570>
- Sreeja SJ, PW. Jeba Malar, J.F.R Sharmila, T. Steffi, G. Immanuel, and A. Palavesam. 2013. Optimization of cellulase production by *Bacillus altitudinis* APS MSU and *Bacillus licheniformis* APS2 MSU, gut isolates of fish *Etroplus suratensis*. *IJOART*. 2: 401-406. Vyas, Ashish. D. Vyas and K.M. Vyas. 2013
- Sudiana, Rahayu, Imaduddin, dan Rahmansyah. 2001. Cellulolytic Bacteria of Soil of Gunung Halimun Nasional Park. *Berita Biologi*. 5(6): 703-710.
- Sui, Y., Cui, Y., Xia, G., Peng, X., Yuan, G., & Sun, G. (2019). A facile Route to Preparation of Immobilized Cellulase on Polyurea Microspheres for Improving Catalytic Activity and Stability. *Process Biochemistry*, 87(September), 73–82. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.09.002>
- Sukumaran, R.K., Singhanian, R.R dan Pandey, A. 2005. Microbial Celluloses Production, Application and Challenges. *Journal of Scientific and Industrial Research*. 65:832-844.
- Sun, Y. and Cheng, J.Y. (2002) Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review. *Bioresource Technology*, 83, 1-11. [https://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Taherzadeh, M.J. and Karimi, K. (2007) Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: A review. *BioResources*, 2, 472-499.
- Tejera, J., Miranda, R., Hermosilla, D., Urra, I., Negro, C. & Blanco, A. 2019 Treatment of a mature landfill leachate: comparison between homogeneous and heterogeneous photo-Fenton with different pretreatments. *Water* 11, 1849. <https://doi.org/10.3390/w11091849>.
- Ulfa A, Suarsini E, Muhdhar MH. 2016. Isolasi dan uji sensitivitas merkuri pada bakteri dari limbah penambangan emas di Sekotong Barat, Kabupaten Lombok Barat: Penelitian pendahuluan. *Proceeding Biology Education Conference*. 13(1): 793–799.
- Utami AP, Setyaningsih R, Pangastuti A, Sari SLA. 2019. Optimasi produksi enzim selulase dari jamur *Penicillium* sp. SLL06 yang diisolasi dari serasah daun

- salak (*Salacca edulis*). Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. 5(2): 145–149
- Vaccari, M., Tudor, T. & Vinti, G. 2019. Characteristics of leachate from landfills and dumpsites in Asia, Africa and Latin America: an overview. *Waste Manage.* 95, 419–431. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.032>
- Van der Voort, M. G. A., van der Voort, H., & de Jong, G. (2006). Calibration curves: Basics and applications. *Journal of Chromatography A*, 1112(1-2), 3-16.
- Wang, K., Li, L., Tan, F. & Wu, D. 2018a Treatment of landfill leachate using activated sludge technology: a review. *Archaea Article ID: 1039453*. <https://doi.org/10.1155/2018/1039453>.
- Wang, L., Lin, H., Dong, Y. & He, Y. 2018b Effects of cropping patterns of four plants on the phytoremediation of vanadiumcontaining synthetic wastewater. *Ecol. Eng.* 115, 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.01.008>.
- Wijayanti, K., Wulandari, N., Sevira, D. I. I., Fridianyah, A., & Mariyati, Y. (2021). Pemberdayaan Home Industri Utami Bersama PKK Mawar dalam Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Menjadi Produk Nata De Soya Sebagai Usaha Konservasi di Dusun Jligudan Borobudur. *Community Empowerment*, 6(2), 223–229. <https://doi.org/10.31603/ce.4268>
- Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama 23.
- Yaqin, N., Al-Baarri, A. N. M., Budihardjo, M. A., & Widayat, W. (2020). Efek Aerasi terhadap Perubahan Residu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Air Fermentasi Mocaf (Modified Cassava Flour). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 9(1), 38-43.
- Yasin, M. N. (2017). Screening Bakteri Penghasil Amilase dari Sedimen Sumber Air Panas Dondang Muara Jawa. *Jurnal Atomik*, 02 (2), 213-215.
- Yogyaswari, S. A., Rukmi, M. I., dan Raharjo, B. 2016. Ekplorasi Bakteri Selulolitik dari Cairan Rumen Sapi Peranakan Fries Holland (Pfh) dan Limousine Peranakan Ongole (Limpo). *Jurnal Biologi*, 5(4):70-80.
- Young, Kevin D. (2007). *Bacterial Morphology: Why Have Different Shapes?*. [Online]. Diakses dari : <https://doi.org/10.1016/j.mib.2007.09.009>
- Yuliana, N. 2008. Kinetika Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Isolat B3 yang Berasal dari Tempoyak. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 13(2):108-116.
- Yusak, Y. 2004. Pengaruh Suhu dan Buffer Asetat Terhadap Hidrolisis CMC oleh Enzim Selulase dari Ekstrak *Aspergillus niger* dalam Media Campuran Onggok dan Dedak. *Jurnal Sains Kimia*. 8 (2):35–36
- Yusuf, Muri. (2014). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif dan Penelitian Gabungan*. Jakarta : Penerbit Kencana.