



Perbandingan Produksi Enzim Selulase Dari *Aspergillus niger* Dengan dan Tanpa Menggunakan Penginduksi Carboxymethyl Cellulose (CMC)

*Comparison of Cellulase Enzyme Production from *Aspergillus niger* With and Without Using Carboxymethyl Cellulose (CMC) Inducer*

Aldevi Trisnawati Adam¹, Mahdalena Sy. Pakaya^{2*}, Faramita Hiola³, La Ode Aman⁴, Wiwit Zuriati Uno⁵

¹Mahasiswa program studi S1 Farmasi UNG

^{2,3,4,5}Dosen program studi S1 Farmasi UNG

*Corresponding author: Email: mahdalena@ung.ac.id

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 15 Jul, 2025

Revised: 25 Aug, 2025

Accepted: 15 Sept, 2025

Kata Kunci:

Enzim Selulase, *Aspergillus niger*, Karboksimetil

Selulosa (CMC)

Keywords:

Cellulase Enzyme, *Aspergillus niger*, Carboxymethyl Cellulose (CMC)

ABSTRAK

Enzim selulase merupakan enzim yang mampu mendegradasi selulosa dengan produk utamanya yakni glukosa, selobiosa dan xilooligosakarida, selulase memiliki sistem enzim yang tersusun dari endo-1,4- β -glukanase, ekso-1,4- β -glukanase dan β -D-glukosidase. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* dengan menggunakan penginduksi berupa CMC. Proses produksi dilakukan dengan menggunakan metode fermentasi cair dengan dan tanpa penambahan inducer. Aktivitas enzim selulase diuji secara kualitatif dilihat berdasarkan pembentukan zona hidrolitik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa enzim selulase yang diproduksi menggunakan inducer CMC membentuk zona hidrolitik lebih besar dibandingkan dengan tidak menggunakan inducer dengan nilai indeks aktivitas enzim secara berturut-turut sebesar 2,5 mm dan 1,93 mm. Dapat disimpulkan bahwa *Aspergillus niger* dapat menghasilkan enzim selulase lebih banyak dengan penambahan inducer CMC dibandingkan dengan tidak menggunakan inducer.

ABSTRACT

Cellulase is an enzyme capable of degrading cellulose into primary products such as glucose, cellobiose, and xylooligosaccharides. The cellulase enzyme system comprises endo-1,4- β -glukanase, ekso-1,4- β -glukanase and β -D-glukosidase. This study aims to produce cellulase enzymes from *Aspergillus niger* using CMC as an inducer. The production process was carried out using a liquid fermentation method with and without the addition of an inducer. Cellulase enzyme activity was tested qualitatively based on the formation of a hydrolytic zone. The results showed that the cellulase enzyme produced using CMC as an inducer formed a larger hydrolytic zone than that produced without an inducer, with enzyme activity index values of 2.5 mm and 1.93 mm, respectively. It can be concluded that *Aspergillus niger* can produce more cellulase enzymes with the addition of CMC as an inducer compared to that produced without an inducer.

DOI: 10.56338/jks.v8i9.8536

PENDAHULUAN

Industri enzim telah berkembang pesat dan kini memegang peran penting dalam sektor industri. Memanfaatkan potensi keanekaragaman hayati merupakan salah satu kemajuan yang dihasilkan sebagai upaya meningkatnya persaingan untuk produk yang efisien dan berkualitas tinggi. Hewan, tumbuhan, dan mikroba merupakan keanekaragaman hayati yang melimpah di Indonesia. Namun, pemanfaatan mikroba yang paling umum karena pertumbuhannya yang cepat, kemudahan

produksi dalam kondisi pertumbuhan yang terkendali, dan kemampuannya untuk tumbuh pada substrat yang murah, serta kemampuannya untuk menghasilkan beragam enzim (Azizah, 2017).

Enzim biasa disebut juga dengan biokatalis. Biasanya berupa protein, enzim memiliki kemampuan untuk mempercepat reaksi metabolisme spesifik yang terjadi pada makhluk hidup dan menghasilkan produk tertentu. Enzim juga mulai digunakan sebagai agen terapeutik sebagai bagian dari pengembangannya di bidang medis. Purwani (2018), menegaskan bahwa dibandingkan dengan pengobatan tradisional, enzim memberikan sejumlah manfaat terapeutik. Karena afinitas dan spesifisitasnya yang tinggi terhadap targetnya, enzim mengurangi toksisitas. Karena enzim dapat mengkatalisis konversi cepat molekul target menjadi produk yang diinginkan, enzim juga dapat digunakan dalam jumlah kecil. Beberapa contoh enzim yakni protease, kitinase, lipase, katalase, dan selulase.

Selulase banyak dimanfaatkan dalam bidang industri diantaranya dalam deterjen sebagai pemutih dan agen anti-redeposisi pada tekstil katun. Selulase juga digunakan di sektor pulp dan kertas serta untuk melembutkan tekstil katun. Enzim selulase juga memiliki aktivitas sebagai antimikroba. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi melaporkan bahwa 99 persen industri Indonesia bergantung pada enzim yang dibuat dan diimpor dari luar negeri. Mikroorganisme dengan aktivitas selulolitik tinggi harus memproduksi selulase untuk memenuhi permintaan enzim selulase. Diharapkan bahwa produksi enzim selulase akan memenuhi kebutuhan industri akan enzim.

Penelitian tentang produksi enzim selulase selama ini telah banyak dilakukan dari berbagai hasil isolat bahan pangan, isolat tanah, maupun berbagai jenis mikroba bakteri ataupun jamur. Jamur *Trichoderma*, *Penicillium*, dan *Aspergillus* mampu menghasilkan enzim selulase. *Aspergillus niger* merupakan salah satu spesies *Aspergillus* yang memiliki kemampuan tinggi dalam memproduksi selulase (Pujiati, *et. al.* 2014; Utami, *et.al.*, 2019). Oleh karena enzim selulase bersifat induktif, media fermentasi harus mengandung induser atau zat penginduksi agar bakteri dapat memproduksinya. Induser inilah yang nantinya akan menginduksi pembentukan selulase pada mikroba (Purkan, *et.al.*, 2015). Umumnya substrat yang sering digunakan dalam produksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* yaitu carboxymethyl Cellulose (CMC).

Carboxymethyl cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dan mudah didegradasi oleh banyak organisme. Menurut Septiani *et.al.* (2019), definisi lain Carboxymethyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dan mudah didegradasi oleh banyak organisme. CMC merupakan sumber karbon yang berguna dari media cair dan padat untuk produksi selulase, dan hidrolisis CMC juga mudah ditentukan oleh reagen congo red (Johnsen and Krause 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* dengan menggunakan carboxymethyl cellulose (CMC) sebagai penginduksi serta mengetahui secara kualitatif aktivitas enzim selulase yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium, dalam penelitian ini akan dilakukan produksi enzim selulase dari jamur *Aspergillus niger* dengan dan tanpa menggunakan penginduksi Carboxymethyl cellulose (CMC) serta menguji aktivitas enzimnya secara kualitatif.

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian harus disterilkan terlebih dahulu. Untuk mensterilkan alat gelas seperti cawan petri dan tabung reaksi gunakan oven bersuhu 170 °C selama 1 jam, sterilasi jarum ose dan pinset dengan pemijaran langsung diatas api bunsen, dan sterilisasi media menggunakan pemanasan basah yaitu autoklaf dengan tekanan uap air pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm selama 15 menit (Pakaya, MS, *et.al.*, 2024).

Pembuatan Media

Media dibuat dengan komposisi (dalam g/L) 4% CMC, 0,2 g yeast extract; 1 g KH_2PO_4 ; 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0,4 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 1,4 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; dan 0,05 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Semua bahan ditimbang, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 100 mL yang berisi media *Potato Dextrose Broth* (PDB), lalu erlenmeyer ditutup dengan kapas dan aluminium foil. Selanjutnya disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit (Pratiwi & Ardiansyah, 2022)..

Produksi Enzim Selulase

Isolat jamur diinokulasikan kedalam labu erlenmeyer 250 mL yang berisi 100 mL media produksi steril, dilakukan pengocokan pada inkubator shake pada suhu $28^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ dengan kecepatan 150 rpm selama 7 hari. Selanjutnya dituang kedalam tabung sentrifus, lalu tabung disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm pada suhu 4°C selama 10-15 menit. *Cell free supernatan* yang diperoleh disaring, kemudian aktivitas enzim dianalisis secara kualitatif sebagai enzim selulase kasar (Pakaya, MS, *et.al.*, 2024).

Uji Aktivitas Enzim Selulase

Media PDA dituangkan kedalam cawan petri yang berisi CMC 1%, dihomogenkan, lalu dibiarkan memadat. *Cell free supenatan* yang diperoleh ditempatkan pada cawan porselen (media uji), kertas cakram steril direndam dalam media uji selama 30 menit. Kertas cakram steril yang mengandung isolat jamur diletakkan diatas lempeng agar (media PDA) dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Isolat mampu menghasilkan enzim selulase ditandai dengan adanya zona hidrolitik disekeliling kertas cakram. Agar pembentukan zona bening lebih jelas diamati dengan cara pewarnaan lempeng menggunakan larutan *congo red* selama 30 menit (Septiani, *et.al.*, 2019; Pakaya, MI, 2024).

HASIL PENELITIAN

Hasil Produksi Enzim Selulase



Gambar 1. (a) Hasil produksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* dengan penambahan CMC, (b) Tanpa penambahan CMC, (c) *Cell free supernatan*

Gambar 1 menunjukkan media produksi enzim selulase yang diinkubasi selama 7 hari dalam *inkubator shaker* berubah warna menjadi keruh kecoklatan. produksi enzim selulase menunjukkan bahwa dengan penambahan CMC hasilnya lebih banyak dibandingkan tanpa penambahan CMC.

Hasil Uji Aktivitas Enzim Selulase

Aktivitas enzim selulase secara kualitatif dilakukan untuk melihat ada tidaknya aktivitas enzim yang ditandai dengan terbentuknya zona hidrolitik disekitar kertas cakram. Indeks aktivitas enzim (IAE) dapat diukur dengan menggunakan rumus :

$$\text{Indeks Aktivitas Enzim} = \frac{\text{Diameter Zona Hidrolitik}}{\text{Diameter Koloni}}$$

Tabel 1. Tabel Hasil Produksi Enzim Selulase Secara Kualitatif

Jamur <i>A.niger</i>	Diameter Zona Hidrolitik (mm)	Diameter Koloni (mm)	Indeks Aktivitas Enzim	Pembentukan Zona Hidrolitik
Tanpa penginduksi	14,3	7,4	1,93	++
Dengan penginduksi	20,3	8,1	2,5	++

Source: Data pribadi yang diolah, 2025

Ket: ++ = Zona Hidrolitik Besar (> 0,2 mm)

Berdasarkan Tabel 1 hasil karakterisasi aktivitas enzim selulase yang dilakukan dengan pengukuran zona hidrolitik menunjukkan bahwa Jamur *Aspergillus niger* dengan adanya penginduksi (2,5 mm), dan tanpa penginduksi (1,93 mm) termasuk dalam kategori yang memiliki zona hidrolitik besar. Adapun hasil karakterisasi enzim selulase dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Enzim selulase tanpa *Inducer*

Enzim selulase menggunakan *Inducer*

Gambar 1. Hasil uji kualitatif enzim selulase dari *Aspergillus niger*

PEMBAHASAN

Hasil Produksi Enzim

Proses produksi enzim selulase dari *Aspergillus niger* menggunakan substrat dan tanpa penambahan substrat *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) sebagai sumber karbon utama selama 7 hari menghasilkan warna keruh kecoklatan. Menurut Nababan *et.al.* (2019), CMC digunakan pada produksi enzim selulase kasar berfungsi sebagai substrat dan sebagai zat penginduksi (*inducer*) untuk menghasilkan enzim selulase kasar dan substrat CMC juga dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber karbon untuk menghasilkan glukosa. Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) atau *inducer* selulase pada produksi enzim selulase bertujuan untuk menginduksi (merangsang) sel mikroorganisme agar meningkatkan ekspresi gen dan produksi enzim selulase. Kondisi ini akan menginduksi mikroorganisme menghasilkan selulase agar dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa. Glukosa merupakan gula sederhana yang dapat langsung digunakan tanpa harus didegradasi terlebih dahulu sebagai sumber karbon untuk memasuki jalur glikolisis dalam proses metabolismenya. Akibatnya pembelahan sel berlangsung dengan cepat dan jumlah sel bertambah banyak sehingga konsentrasi enzim akan meningkat dan aktivitas enzim makin besar.

CMC digunakan pada produksi enzim selulase kasar berfungsi sebagai substrat dan sebagai zat penginduksi (*inducer*) untuk menghasilkan enzim selulase kasar dan substrat CMC juga dimanfaatkan oleh mikroba sebagai sumber karbon untuk menghasilkan glukosa. Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) atau *inducer* selulase pada produksi enzim selulase bertujuan untuk menginduksi (merangsang) sel mikroorganisme agar meningkatkan ekspresi gen dan produksi enzim

selulase. Kondisi ini akan menginduksi mikroorganisme menghasilkan selulase agar dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Nababan, *et.al.* 2019). Dan setelah disentrifugasi pada suhu $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kecepatan 150 rpm menghasilkan *cell free supernatan* yang berbentuk cair dengan warna kuning bening. *Aspergillus niger* membutuhkan kondisi aerob untuk tumbuh optimal dan menghasilkan enzim secara maksimal (Pratiwi & Ardiansyah, 2022). Suhu 28°C berada dalam kisaran suhu optimal pertumbuhan jamur mesofilik, termasuk *Aspergillus niger* yang umumnya tumbuh baik antara $25\text{--}35^{\circ}\text{C}$, serta kecepatan 150 rpm bertujuan untuk memastikan distribusi nutrisi yang merata dalam medium kultur. Pengadukan yang konstan (Agitasi) dapat meningkatkan pertukaran oksigen yang optimal untuk pertumbuhan mikroba aerobik dan produksi enzim (Istia'nah, *et.al.*, 2020). Filtrat yang dihasilkan merupakan ekstrak enzim selulase kasar dan digunakan sebagai bahan uji analisis kualitatif.

Uji Aktivitas Enzim Selulase Secara Kualitatif

Identifikasi enzim selulase dilakukan dengan kertas cakram steril yang mengandung isolat jamur kemudian diletakkan diatas lempeng agar dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Isolat mampu menghasilkan enzim selulase ditandai dengan adanya zona bening disekeliling kertas cakram. Agar pembentukan zona bening lebih jelas diamati dengan cara pewarnaan lempeng dengan larutan *congo red* selama 30 menit, selanjutnya dibilas dengan NaCl. *Congo Red* digunakan dalam uji kualitatif aktivitas selulase karena pewarna ini memiliki kemampuan untuk berikatan dengan selulosa (CMC). Ketika selulosa dipecah oleh enzim selulase, produk pencernaan tidak berinteraksi dengan pewarna, sehingga menciptakan zona bening atau kuning di sekitar koloni mikroba yang menghasilkan enzim selulase. Zona bening ini menunjukkan bahwa enzim selulase telah memecah selulosa pada media, sehingga memudahkan visualisasi aktivitas enzim (Sembiring, 2019).

Uji kualitatif aktivitas enzim selulase dilakukan dengan pengukuran zona hidrolitik. Menurut Fahrudin *et.al.* (2020), adanya zona bening disekitar koloni yang terbentuk sebagai indikasi bahwa isolat mampu mendegradasi selulosa yang terkandung dalam media CMC dikatalisis oleh enzim selulase. Aktivitas selulase diukur berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk disekitar koloni menggunakan jangka sorong dan dihitung menggunakan rumus indeks aktivitas selulase. Hasil yang didapatkan berdasarkan tabel 1 bahwa isolat jamur *Aspergillus niger* dengan adanya penginduksi CMC (2,5 mm) dan tanpa penginduksi CMC (1,93 mm) nilai ini termasuk dalam kategori yang memiliki zona hidrolitik besar. Menurut Murtiyaningsih & Hazmi (2017), zona hidrolitik yang memiliki nilai $> 0,2$ mm dikatakan besar dan jika zona hidrolitik yang terbentuk $< 0,2$ mm dikatakan kecil. isolat yang menghasilkan diameter zona bening dua kali diameter koloni merupakan produser enzim yang potensial. Sehingga adanya aktivitas selulolitik secara kualitatif dapat dicirikan dengan terbentuknya zona bening yang berada disekeliling koloni yang tumbuh pada media selektif CMC. Besar kecilnya zona bening juga merupakan indikasi awal banyak sedikitnya selulase yang dihasilkan, semakin besar zona bening yang dihasilkan kemungkinan selulase yang dihasilkan semakin besar pula atau aktivitas enzimnya yang lebih tinggi (Talantan *et.al.*, 2018).

KESIMPULAN

Aspergillus niger dapat menghasilkan enzim selulase dengan dan tanpa menggunakan substrat CMC sebagai penginduksi. Aktivitas enzim selulase secara kualitatif dari *Aspergillus niger* menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan terbentuknya zona hidrolitik. Hasil uji kualitatif enzim selulase menunjukkan bahwa dengan penambahan CMC zona hidrolitiknya lebih besar dibandingkan tanpa penambahan CMC.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N. (2017). Pemurnian Enzim Selulase Dari Isolat Khamir Jenis Candida Utilis Menggunakan Fraksinasi Amonium Sulfat. *Biofarmasi*, 6(2), 209-212.
- Fahrudin, F. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pendeградasi Selulosa dari Limbah Pusat dustri Mebel Antang Makassar. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(2).
- Istia'nah, D., Utami, U., & Barizi, A. (2020). Karakterisasi enzim amilase dari bakteri *Bacillus megaterium* pada variasi suhu, pH dan konsentrasi substrat. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1), 11-17.
- 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.
- Murtiyaningsih, H., & Hazmi, M. (2017). Isolasi Dan Uji Aktivitas Enzim Selulase pada Bakteri Selulolitik Asal Tanah Sampah Isolation and Cellulase Enzyme Activities Assays in Cellulolytic Bacteria Origin From Soil Waste. *Agritrop*, Vol. 15 (2): 293 – 308.
- 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.
- Pakaya, M.S., Akuba, J., Tuloli, T.S., Latif, M., & Pakaya, H. (2024). Isolasi dan Karakterisasi Mikroba Tanah Pantai Di Kawasan Teluk Tomini. *Journal of Pharmacology and Natural Products (JPNP)*.1(2).
- Pakaya, M.I. (2024). Isolasi Dan Karakterisasi Mikroba Symbion Spons *Axinella* Sp. Penghasil Enzim Ekstraseluler Di Kawasan Teluk Tomini Sebagai Antibakteri. Skripsi. Fakultas Olahraga dan Kesehatan. Universitas Negeri Gorontalo.
- Pratiwi, N., & Ardiansyah, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Pertanian Sebagai Substrat Untuk Memproduksi Enzim Selulase Oleh *Aspergillus Niger*. *Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan*, 1(1).
- Pujiati, P., Kiswardianta, R. B., & Solikati, W. (2014). Pengaruh Konsentrasi Dan Lama Inkubasi Terhadap Aktivitasenzim Selulase Dari kapang *Aspergillus niger*. *Jurnal Penelitian LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) IKIP PGRI MADIUN*, 2(1), 19-24.
- Purkan, P., Purnama, H., & Sumarsih, S. (2015). Production of Cellulase Enzyme from *Aspergillus niger* using Rice Husk and Bagasse as Inducer. *Jurnal ILMU DASAR*, 16(2), 95.
- Purwani, N. N. (2018). Enzim: Aplikasi di Bidang Kesehatan sebagai Agen Terapi. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 9(2), 168-176.
- 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.
- Sembiring, A. (2019). Isolasi dan uji aktivitas bakteri penghasil selulase asal tanah kandang sapi. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 8(1), 21-28.
- Talantan, V. M., Marina, Lambui, O., & Suwastika, I. N. (2018). Uji Aktivitas Selulase Dari Jamur Selulolitik Asal Tanah Danau Kalimpa'a Sulawesi Tengah (Cellulase Activity Of Cellulolytic Fungi On Soil From Lake Kalimpa'a Central Sulawesi). *Natural Science: Journal of Science and Technology* ISSN, 7(3), 323–333.
- Utami, A.P., Setyaningsih, R., Pangastuti, A., & Sari, S.L.A. (2019). Optimasi produksi enzim selulase dari jamur *Penicillium* sp. SLL06 yang diisolasi dari serasah daun salak (*Salacca edulis*). *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 5(2),145-149.