



# Characterization of Mannanase-Producing Bacteria from Porang Tubers (*Amorphophallus muelleri* Blume)

## Karakteristik Bakteri Penghasil Mannanase dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

Dwi Retnaningtyas Utami<sup>1\*</sup>, Sutrisno Adi Pravitno<sup>1</sup>, Andi Rahmad Rahim<sup>2</sup>, Sugiyati Ningrum<sup>1</sup>, Silvy Novita Antrisna Putri<sup>1</sup>, Domas Galih Patria<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl Sumatra No. 101 Gresik Kota Baru (GKB), Randuagung, Kebomas, Gresik Jawa Timur 61121

<sup>2</sup>Program Studi Budidaya Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl Sumatra No. 101 Gresik Kota Baru (GKB), Randuagung, Kebomas, Gresik Jawa Timur 61121

### OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816  
(online)

\*Correspondence:  
Dwi Retnaningtyas Utami  
dretna05@gmail.com

Received: 27-11-2023  
Accepted: 30-01-2024  
Published: 31-01-2024

Citation: Izzah AN, Nurtiana W, Ningrum MA, Anggraeni S, Nugroho I, Hasanah AS, Alfidah R, and Febriyani R. (2024). Effect of Beef Treatment at Different Temperatures on the Changes of Myoglobin Pigment : A Brief Review. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology* 05:01

doi: [10.21070/jtfat.v5i01.1622](https://doi.org/10.21070/jtfat.v5i01.1622)

**Abstract.** Porang tubers have the potential as a source of carbon and energy for the growth of mananolytic bacteria. Mananolytic are bacteria producing mananase enzymes that are able to break down manan compounds and their derivatives. Mananase can be widely applied in the food, pharmacy, animal feed sectors, paper industries and many more. In this study, A<sub>i</sub> isolate have been isolated and characterized, porang tubers are used as substrates for measuring the activity of mananase. The optimum temperature mananase at 40 ° C, stable at a temperature of 30 ° C-50 ° C, have optimum pH 7 and are stable at pH 4-7. Fe<sup>2+</sup> was an activator, while Ca<sup>2+</sup> and Mg ions were inhibitor of mananase.

**Keywords:** mananase; mananolytic; porang

**Abstrak.** Bakteri mannanolitik merupakan bakteri penghasil enzim mananase yang mampu memecah senyawa manan dan turunannya. Umbi porang memiliki potensi sebagai sumber karbon dan energi untuk pertumbuhan bakteri mananolitik. Enzim mananase dapat diaplikasikan secara luas di sektor pangan, farmasi, pakan ternak, industri kertas dan masih banyak lagi. Pada penelitian ini, media tanah digunakan untuk memperoleh isolasi bakteri kemudian dikarakteristik, tepung umbi porang digunakan sebagai substrat untuk mengetahui aktifitas enzim mananase. Dihasilkan Isolat A<sub>i</sub> dengan indeks mananolitik 6.5 dan merupakan jenis bakteri gram positif. Karakteristik enzim mananase memiliki suhu optimum pada 40°C, stabil pada suhu 30°C-50°C. pH optimum 7 dan stabil pada pH 4-7. Fe merupakan activator, sedangkan ion Ca dan Mg sebagai penghambat aktivitas enzim.

**Kata kunci:** enzim, manolitik, umbi porang

## PENDAHULUAN

Porang (*Amorphophallus muelleri*) tergolong dalam family Araceae. Kandungan dari umbi porang yaitu pati (tersusun atas karbohidrat) 76,5%, protein 9,20%, serat 25%, lemak 0,20%, dan mengandung glukomanan serta asam oksalat yang cukup tinggi (Wigoeno et al., 2013). Dilihat dari kandungan pada umbi porang, dimungkinkan dapat digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri. Sifat dari glukomanan yaitu dapat mencair seperti agar, sehingga mampu digunakan sebagai media pertumbuhan mikroorganisme (Suyanto, A & Isworo, 2017).

Keberadaan bakteri mananolitik di alam dapat dimanfaatkan untuk memproduksi enzim mananase dengan cara isolasi mikroorganisme. Bakteri mananolitik dapat diisolasi dari berbagai sumber termasuk limbah minyak (Titapoka et al., 2007), lumpur (Carr et al., 2003), konjac (Savira & Trimulyono, 2021) bahkan tanah (Utami et al., 2016). Saat ini, beberapa mikroba telah berhasil diidentifikasi memiliki aktivitas manolitik seperti *Weissella viridescens* LB37 (Adiguzel et al., 2016), *Gloeophyllum trabeum* (Wang et al., 2016), *Neosartorya fischeri* P1 (Yang et al., 2015), *Arabidopsis thaliana* (Wang et al., 2015), *Bacillus nealsonii* (Chauhan et al., 2012), *Bacillus subtilis* BS5 (Huang et al., 2012), *Bacillus subtilis* NM-39 (Mendoza et al., 1994), *Bacillus* sp KKO1 (Hossain et al., 1996), *Bacillus subtilis* MAN-511 (Utami et al., 2016), *Thermotoga neopalitana* 5068 (Duffaud et al., 1997). Kelompok jamur juga menunjukkan aktivitas manolitik seperti, *Streptomyces*, *Aspergillus* dan *Trichoderma* (Chauhan et al., 2012; Dhawan, S., & Kaur, 2007; Lu et al., 2013; Yoo et al., 2015).

Enzim mananase merupakan enzim yang dapat mendegradasi hemiselulosa berupa manan secara acak dengan memutus rantai utama sehingga menghasilkan manooligosakarida. Untuk mendegradasi manan, setidaknya mikroorganisme harus menghasilkan 3 jenis enzim yaitu satu mananase (EC 3.2.1.78), satu  $\beta$ -manosidase (EC 3.2.1.25) dan satu  $\alpha$ -galaktosidase (EC 3.2.1.22). Pemanfaatan enzim mananase dari mikroorganisme memiliki beberapa keuntungan diantaranya proses produksi enzim yang cepat, biaya produksi yang lebih murah dan ramah terhadap lingkungan (Sigres & Sutrisno, 2015).

Mananase dapat diaplikasikan pada banyak bidang, seperti pada industry pulp dan kertas (Pan et al., 2011), kopi (Zyl et al., 2010), pakan ternak (Li et al., 2008), farmasi (Parisi et al., 2002), dan pengolahan pangan (Seftiono, 2017). Tanah merupakan media penyimpanan terbaik bagi pertumbuhan mikroba maupun jamur, sehingga memberikan kesempatan mendapatkan isolat bakteri baru. Pada penelitian ini, dilakukan isolasi dan karakterisasi bakteri yang memiliki aktivitas manolitik dan karakterisasi enzim mananase kasar meliputi suhu, pH optimum dan pengaruh ion logam.

## METODE

### BAHAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung glukomanan dan tanah dengan pengkayaan glukomanan porang (2:1). Tepung glukomanan diperoleh dari BSIP Kediri, tanah yang digunakan diperoleh di desa Bumiaji, Batu-Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan adalah p.a (Pro analisa) dan tersedia secara komersil.

### ALAT

Alat yang digunakan selama penelitian adalah sheaker, Spektrofotometri UV-VIS, Cawan petri, Ose, Penggaris, Gelas Ukur, Erlenmeyer.

### DESAIN PENELITIAN

Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan tiga kali ulangan. Penelitian dimulai dengan pengambilan sampel dari tanah dengan penambahan media selektif yang mengandung glukomanan. Sampel kemudian diisolasi dan dikarakterisasi secara morfologi. Enzim mannanase yang dihasilkan kemudian diuji aktivitas dan karakterisasinya.

### TAHAPAN PENELITIAN

#### Tahapan Pelaksanaan Penelitian

##### Isolasi Mikroba (Sigres & Sutrisno, 2015)

Isolat mikroba diperoleh dari pengenceran sampel tanah dengan pengkayaan tepung glukomanan (2:1). Koloni yang menghasilkan zona bening diinokulasikan pada media agar selektif. Media agar selektif yang digunakan adalah 1.5% agar, 1% tepung glukomanan porang, 0.5% pepton, 0.12 % $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.02%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam 150 ml akuades. Aktivitas mananolitik ditentukan berdasarkan zona bening yang terbentuk dari pewarnaan 0.1% *congo-red*. Isolat yang memiliki index mananolitik terbesar digunakan untuk produksi dan karakterisasi mananase.

##### Produksi Mananase (Sigres & Sutrisno, 2015)

Produksi enzim dilakukan pada fase log. 2 lup biakan mikroba diinokulasi pada 25 ml media agar selektif [1.5% agar, 1% tepung glukomanan porang, 0.5% pepton, 0.12 % $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0.02%  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam 150 ml akuades]. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 37°C selama 18 jam dengan shaker 120 rpm. Produk yang mengandung enzim

kasar disentrifugasi pada suhu 4°C selama 10 menit dengan kecepatan 8500 rpm. Supernatan yang diperoleh adalah enzim mananase kasar.

## Metode Analisis

### Karakterisasi Enzim Mananase (Sigres&Sutrisno, 2015)

#### Aktivitas Enzim pada pH Optimum

Ekstrak kasar enzim diuji dengan berbagai pH (4-8) ditambahkan tepung glukomanan porang 1% dalam 0.5 ml larutan penyangga dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 30 menit. Larutan penyangga yang digunakan adalah buffer sitrat 0.05M pH 6. Pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 540 nm.

#### Aktivitas Enzim pada Suhu Optimum

Ekstrak kasar enzim diuji dengan berbagai suhu (20 - 60°C) ditambahkan tepung glukomanan porang 1% dalam 0.5 ml buffer sitrat 0.05M pH 6 dan diinkubasi pada pH optimum selama 30 menit. Absorbansi diukur dengan panjang gelombang 540 nm.

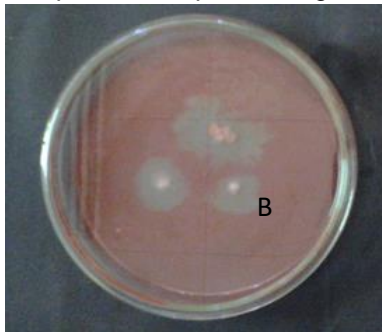
#### Pengaruh Ion Logam Terhadap Aktivitas Mananase (Sigres&Sutrisno, 2015)

Ekstrak kasar enzim sebanyak 0.5µl ditambahkan tepung glukomanan porang 1% dalam 0.5 ml buffer sitrat 0.05 M pH 6 dan 50 µl ion logam (CaCl<sub>2</sub>, CuSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, EDTA) dengan konsentrasi akhir 1mM. Pengukuran panjang gelombang pada absorbansi 540 nm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Mananase

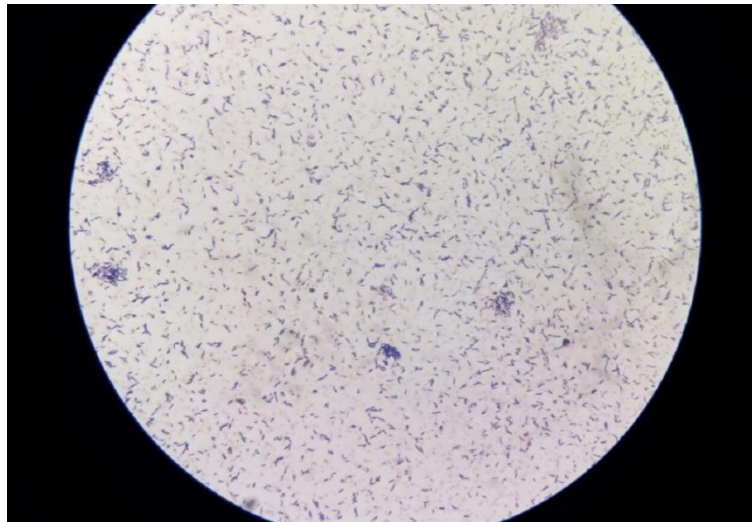
Bakteri yang dipilih berdasarkan isolat dengan index mananolitik terbesar ([Gambar 1](#)). Indeks mananolitik didapatkan dari perbandingan antara diameter zona bening dengan diameter koloni.



Nama Isolat	Ukuran diameter zona bening (cm)	Ukuran diameter koloni (cm)	Indeks mananolitik
A <sub>i</sub> (A)	1.3	0.2	6.5
M <sub>a</sub> (B)	1.6	0.3	5.3

Gambar 1. Isolat Bakteri Penghasil Mananase

Isolat yang terpilih adalah A<sub>i</sub> dengan MI (Mananolitic Index) 6.5. Isolat yang terpilih memiliki MI lebih besar dibandingkan pada penelitian (Savira & Trimulyono, 2021; Titapoka et al., 2007). Perbedaan sumber isolasi bakteri penghasil mananase juga telah dilakukan oleh (Carr et al., 2003; Oda et al., 1993; Utami et al., 2016). Terbentuknya zona bening karena substrat glukomanan telah dihidrolisis oleh enzim mananase. Zona bening yang dihasilkan berbanding lurus dengan aktivitas enzim. Zona bening ini terbentuk karena bakteri yang tumbuh menghasilkan enzim mananase, sehingga mampu menguraikan glukomanan dalam medium tumbuh. Penambahan *Congo red* memperjelas pembentukan zona bening. *Congo red* berikatan dengan polisakarida manan yang memiliki ikatan β-1.4-D-manopiranosil sehingga memberikan warna merah pada media. Enzim mananase menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida (tidak memiliki ikatan β-1.4-D-Manopiranosil) dan oligosakarida (memiliki sedikit ikatan β-1.4-D-Manopiranosil). Pembilasan dengan NaCl 1% akan memberikan warna bening disekitar koloni karena enzim mananase (Sigres & Sutrisno, 2015).

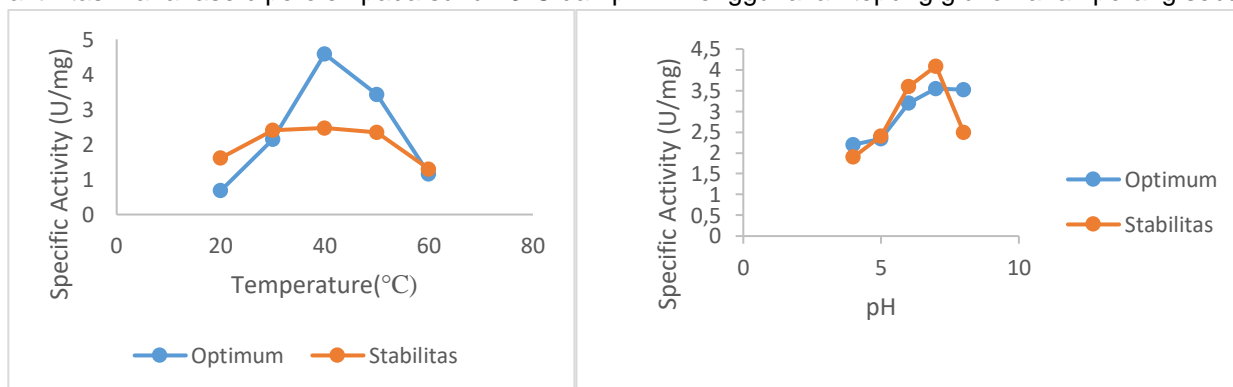
Gambar 2. Pewarnaan Gram Isolat A<sub>1</sub>

Pewarnaan gram menunjukkan bahwa isolat terpilih A<sub>1</sub> berbentuk basil dan merupakan gram positif ([Gambar 2](#)). Jenis isolat yang sama juga ditemukan oleh (Wahyuni et al., 2016) pada tanaman sagu.

Isolat A<sub>1</sub> dipilih sebagai isolat untuk memproduksi enzim mananase, dengan menggunakan tepung glukomanan porang sebagai *inducer*. Potensi A<sub>1</sub> sebagai sumber mananase ditunjukkan dari aktivitas spesifik sebesar 1,97 U/mg. Aktivitas enzim mananase dari *Bacillus* dengan tepung glukomanan porang lebih besar dibandingkan dari *Bacillus* dengan LBG (*Locust bean gum*) seperti pada penelitian (Abe et al., 1994; Wahyuni et al., 2016). Aktivitas tertinggi dilaporkan pada penelitian (Alsarrani, 2011) yang memperoleh aktivitas mananase 2.90 U/ml, 2.54 U/ml, 2.16 U/ml pada *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus ochraceous*. Perbedaan ini disebabkan karena perbedaan mikroba akan menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda juga. Isolat A<sub>1</sub> dapat menghasilkan mananase yang dapat diaplikasikan untuk memperoleh senyawa *manooligosakarida* (MOS) yang dapat digunakan sebagai pangan fungsional.

## 2. Pengaruh pH dan Suhu

Pengaruh suhu dan pH pada aktivitas mananase dari isolat A<sub>1</sub> ditunjukkan pada [Gambar 3](#). Suhu dan pH optimum aktivitas mananase diperoleh pada suhu 40°C dan pH 7 menggunakan tepung glukomanan porang sebagai substrat.



Gambar 3. Pengaruh suhu dan pH pada aktivitas mananase

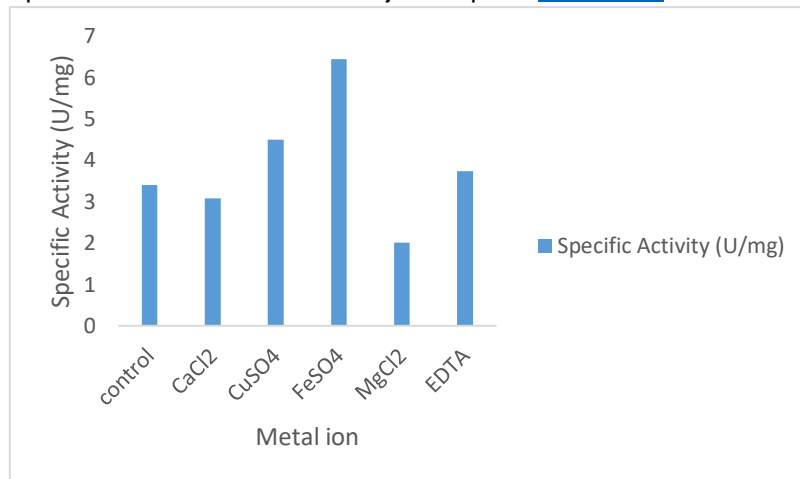
Pengaruh suhu pada aktivitas mananase ditunjukkan dengan inkubasi enzim pada variasi suhu 20°C - 60°C. Enzim mananase memiliki suhu optimum pada 40 °C. Aktivitas optimum mananase pada bakteri dan fungi berada pada kisaran suhu 40°C - 50°C (Chauhan et al., 2012; Dhawan, S., & Kaur, 2007). Stabilitas suhu mananase pada kisaran 30°C - 50°C menunjukkan bahwa enzim mananase masuk dalam kategori mesofilik. Mikroba yang bersifat misofil akan menghasilkan enzim dengan sifat misofil juga (Ginting, 2009).

pH optimum mananase adalah 7, yang menunjukkan bahwa enzim bersifat netral. Kesamaan pH optimum juga dilaporkan oleh (Kim et al., 2011; Utami et al., 2016; Wahyuni et al., 2016; Zhang et al., 2015). Stabilitas pH pada kisaran 4-7. Enzim mananase dari isolat *Geobacillus stesrothermophilus* memiliki aktivitas optimal pada pH 7 dan stabil

pada pH 4-8 (Sumardi et al., 2005). Mananase dari *Penicillium occitanis* Pol.6 memiliki stabilitas pada pH 4-10 (Blibech et al., 2010, 2011).

### 3. Pengaruh Ion Logam

Pengaruh ion logam pada aktivitas mananase ditunjukkan pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Pengaruh ion logam pada aktifitas mananase kasar

Penambahan Fe memberikan pengaruh yang kuat terhadap aktivitas mananase karena dapat meningkatkan aktivitas mananase dibandingkan kontrol. Selain Fe, penambahan Cu dan EDTA juga meningkatkan aktivitas mananase kasar. Setiap enzim memerlukan ion logam untuk aktivitasnya. Ion logam dapat berperan sebagai kofaktor atau inhibitor. Aktivitas mananase dari *Streptomyces tendae* dan *Neosartorya fischeri* P1 meningkat dengan penambahan Co. Aktivitas enzim mananase dari isolat *Aspergillus niger* BL5 meningkat dengan penambahan EDTA, MgCl<sub>2</sub>, dan CaCl<sub>2</sub> (Bollag, 1991). Aktivitas enzim mananase dari isolat *Bacillus subtilis* WY34 meningkat dengan penambahan Fe dan Co (Jiang et al., 2006). Aktivitas mananase dipengaruhi oleh perbedaan ion logam dan konsentrasinya (Hsiao et al., 2010). Logam Fe merupakan kofaktor yang digunakan untuk aktivitas enzim. Ion Mg dan Ca merupakan inhibitor karena merubah sisi aktif sehingga enzim tidak dapat berikatan dengan substrat. Ion mempengaruhi aktivitas enzim disebabkan karena muatan listrik pada permukaan enzim. Beberapa enzim membutuhkan konsentrasi garam tinggi untuk meningkatkan aktivitas dan stabilitasnya (Zhao, 2005).

## KESIMPULAN

Isolat Ai diperoleh dari hasil isolasi bakteri dari tanah dengan penambahan tepung glukomanan. Pemilihan isolate penghasil enzim mananase didapat dari indeks mananoliti terbesar. Potensi enzim dalam menghidrolisis manan telah terbukti. Enzim yang dihasilkan dari isolate Ai memiliki potensi untuk diaplikasikan pada produk pangan karena memiliki aktivitas spesifik pada suhu dan pH yang luas. Aktivitas enzim kuat dipengaruhi oleh penambahan ion Fe dan dihambat oleh ion Mg dan Ca.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, J., Hossain, Z. M., & Hizukuri, S. (1994). Isolation of  $\beta$ -mannanase Producing Microorganisms. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 78(3), 259–261. [https://doi.org/10.1016/0922-338X\(94\)90301-8](https://doi.org/10.1016/0922-338X(94)90301-8)
- Adiguzel, G., Sonmez, Z., Adiguzel, A., & Nadaroglu, H. (2016). Purification and characterization of a thermostable endo - beta - 1, 4 mannanase from *Weissella viridescens* LB37 and its application in fruit juice clarification. *European Food Research and Technology*, 242(5), 769–776. <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2584-x>
- Alsarrani, A. Q. (2011). Production of Mannan-degrading enzyme by *Aspergillus niger*. *Journal of Taibah University for Science*, 5(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S1658-3655\(12\)60032-6](https://doi.org/10.1016/S1658-3655(12)60032-6)
- Blibech, M., Ellouz Ghorbel, R., Chaari, F., Dammak, I., Bhiri, F., Neifar, M., & Ellouz Chaabouni, S. (2011). Improved Mannanase Production from *Penicillium occitanis* by Fed-Batch Fermentation Using Acacia Seeds. *ISRN Microbiology*, 2011, 1–5. <https://doi.org/10.5402/2011/938347>
- Blibech, M., Ghorbel, R. E., Fakhfakh, I., Ntarima, P., Piens, K., Bacha, A. B., & Chaabouni, S. (2010). Purification and characterization of a low molecular weight of  $\beta$ -mannanases from *Penicillium occitanis* Pol6. *Applied*

- Biochemistry Biotechnology*, 160(4), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8630-z>
- Bollag, D. . (1991). *Protein Methods*. Wiley-Liss.
- Carr, E. L., Kampfer, P., Patel, B. K. C., Gurtler, V., & Seviour, R. (2003). Seven Novel Species of *Acinetobacter* Isolated From Activated Sludge. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 53, 953–963. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.02486-0>
- Chauhan, P. S., Puri, N., Sharma, P. &, & Gupta, N. (2012). Mannanases: Microbial Sources, Production, Properties and Potential Biotechnological Application. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 93, 1817–1830. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-3887-5>
- Dhawan, S., & Kaur, J. (2007). Microbial Mannanases: An Overview of Production and Applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 27(4), 197–216. <https://doi.org/10.1080/07388550701775919>
- Duffaud, G. D., McCutchen, C. M., Leduc, P., Parker, K. N., & Kelly, R. M. (1997). Purification and characterization of extremely thermostable  $\beta$ -mannanase,  $\beta$ -mannosidase, and  $\alpha$ -galactosidase from the hyperthermophilic eubacterium *Thermotoga neapolitana* 5068. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(1), 169–177. <https://doi.org/10.1128/aem.63.1.169-177.1997>
- Ginting, J. (2009). *Isolasi Bakteri Dan Uji Aktivitas Enzim Amylase Kasar Termofilik Dari Sumber Air Semangat Gunung Kabupaten Karo, Sumatera Utara*. Universitas Sumatera Utara.
- Hossain, M. Z., Abe, J., &, & Hizukuri, S. (1996). Multiple forms of  $\beta$ -mannanase from *Bacillus* sp. KK01. *Enzyme and Microbial Technology*, 18(2), 95–98. [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(95\)00071-2](https://doi.org/10.1016/0141-0229(95)00071-2)
- Hsiao, Y. M., Liu, Y. F., Fang, M. C. &, & Tseng, Y. . (2010). Transcriptional regulation and molecular characterization of the *manA* gene encoding the biofilm dispersing enzyme mannan endo-1,4- $\beta$ -mannosidase in *Xanthomonas campestris*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(3), 1653–1663. <https://doi.org/10.1021/jf903637s>
- Huang, J. L., Bao, L. X., Zou, H. Y., Che, S. G., &, & Wang, G. . (2012). High-Level Production of A Cold-Active B-Mannanase From *Bacillus Subtilis* Bs5 And its Molecular Cloning And Expression. *Molecular Genetics Microbiology and Virology*, 27, 147–153.
- Jiang, Z. Y., Wei, D., Li, L., Li, P., Chai., &, & Kusakabe, I. (2006). High-level production, purification and characterization of a thermostable  $\beta$ -mannanase from the newly isolated *Bacillus subtilis* WY34. *Carbohydrate Polymers*, 66(1), 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.02.030>
- Kim, D. Y., Ham, S. J., Lee, H. J., Cho, H. Y., Kim, J. H., Kim, Y. J., Shin, D. H., Rhee, Y. H., Son, K. H., & Park, H. Y. (2011). Cloning and characterization of a modular GH5  $\beta$ -1,4-mannanase with high specific activity from the fibrolytic bacterium *Cellulosimicrobium* sp. strain HY-13. *Bioresource Technology*, 102(19), 9185–9192. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.06.073>
- Li, Y., Yang, P., Meng, K., Wang, Y., Luo, H., Wu, N., Fan, Y., &, & Yao, B. (2008). Gene Cloning, Expression, And Characterization of A Novel Beta-Mannanase from *Bacillus circulans* CGMCC 1416. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18(1), 160–166.
- Lu, H., Zhang, H., Shi, P., Luo, H., Wang, Y., Yang, P., &, & Yao, B. (2013). A Family 5 B-Mannanase From The Thermophilic Fungus *Thielavia Arenaria* XZ7 With Typical Thermophilic Enzyme. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 97, 8121–8128. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4656-1>
- Mendoza, N. S., Arai, M., Kawaguchi, T., Yoshida, T., &, & Josen, L. M. (1994). Purification and properties of mannanase from *Bacillus subtilis*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 10, 551– 555. <https://doi.org/10.1007/BF00367665>
- Oda, Y., Komaki, T., &, & Tonomura, K. (1993). Purification and Properties of Extracellular  $\beta$ -Mannanases Produced by *Enterococcus casseliflavus* FL2121 Isolated from Decayed Konjac. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 76(1), 14–18. [https://doi.org/10.1016/0922-338X\(93\)90045-A](https://doi.org/10.1016/0922-338X(93)90045-A)
- Pan, X., Zhou, J., Tian, A., Le, K., Yuan, H., Xue, Y., Ma, Y., &, & Lu, H. (2011). High Level Expression of A Truncated B-Mannanase From Alkaliphilic *Bacillus* Sp. N16-5 in *Kluyveromyces Cicerisporus*. *Biotechnology Letters*, 33(3), 565–570. <https://doi.org/10.1007/s10529-010-0457-8>
- Parisi, G. C., Zilli, M., Miani, M. P., Carrara, M., Bottona, E., Verdianelli, G., Battaglia, G., Desideri, S., Faedo, A., Marzolino, C., Tono, A., Ermani, M., &, & Leandro, G. (2002). High-Fibre Diet Supplementation in Patients with Irritable Bowel Syndrome (IBS): A Multicenter, Randomized, Open Trial Comparison Between Wheat Bran Diet And Partially Hydrolyzed Guar Gum (PHGG). *Digestive Diseases and Sciences*, 47(8), 1697–1704. <https://doi.org/10.1023/a:1016419906546>
- Savira, H. G., & Trimulyono, G. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri yang Diisolasi dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) Terhadap *Escherichia coli* FNCC 0091 dan *Staphylococcus aureus* FNCC 0047. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 10(3), 347–355. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n3.p347-355>
- Seftiono, H. (2017). Penentuan Aktivitas Enzim Mananase Dari Berbagai Mikroorganisme Di Indonesia Dan Peranannya Dalam Bidang Pangan: Kajian Pustaka. *Agrointek*, 11(1), 14. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v11i1.2939>
- Sigres, D. ., & Sutrisno, A. (2015). Enzim Mananase Dan Aplikasi Di Bidang Industri : Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri Vol. 3 No 3 p.899-908*, 3(3), 899–908.
- Sumardi, S., Suwanto, A., Suhartono, M. T., & Purwadaria, T. (2005). Isolation and Characterization of Mannanolytic Thermophilic Bacteria From Palm Oil Shell and Their Mannanase Enzyme Production Properties. *Biotropia*, 0(25). <https://doi.org/10.11598/btb.2005.0.25.211>
- Suyanto, A & Isworo, J. T. (2017). *Evaluasi Sifat Fisik Dan Kimia Glukomanan Dari Iles-Iles ( Amorphophallus*

- oncophillus*) Physical and Chemical Characteristic of Glucomannan Modified on Iles-Iles Flour TEPUNG ILES-ILES (*Amorphophallus oncophillus*) Physical and Chemical Characteristic of Glu. August 2015.
- Titapoka, S., Keawsompong, S., Haltrich, D., Vienna, L. S., & Nitisinprasert, S. (2007). Selection and characterization of mannanase-producing bacteria useful for the formation of prebiotic manno-oligosaccharides from copra meal Selection and characterization of mannanase-producing bacteria useful for the formation of prebiotic manno-oligosac. August. <https://doi.org/10.1007/s11274-007-9627-9>
- Utami, D. R., Sutrisno, A., & Kusnadi, J. (2016). Isolation, Purification and Characterization of Mannanase from *Bacillus subtilis* MAN-511. 2(11), 83–87.
- Wahyuni, S., Khaeruni R, A., Lianto, L., Sidarmin, S., Holilah, H., Utomo, W. P., & Asranudin, A. (2016). Characterization of mannanase-producing bacteria from sago hump. *Waste Technology*, 4(1). <https://doi.org/10.12777/wastech.4.1.1-6>
- Wang, C., Zhang, J., Wang, Y., Niu, C., Ma, R., Wang, Y., Bai, Y., Luo, H., & Yao, B. (2016). Biochemical characterization of an acidophilic  $\beta$ -mannanase from *Gloeophyllum trabeum* CBS900.73 with significant transglycosylation activity and feed digesting ability. *Food Chemistry*, 197 A, 474–481. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.115>
- Wang, Y., Azhar, S., Gandini, R., Divne, C., Ezcurra, I., & Aspeborg, H. (2015). Biochemical characterization of the novel endo- $\beta$ -mannanase AtMan5-2 from *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science*, 241, 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2015.10.002>
- Wigoeno, Y. A., Azrianingsih, R., Roosdiana, A., Biologi, J., Kimia, J., & Timur, J. (2013). Analisis kadar glukomanan pada umbi porang (. 1, 231–235.
- Yang, H., Shi, P., Lu, H., Wang, H., Luo, H., Huang, H., Yang, P., & Yao, B. (2015). A thermophilic  $\beta$ -mannanase from *Neosartorya fischeri* P1 with broad pH stability and significant hydrolysis ability of various mannan. *Polymers Food Chemistry*, 173, 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.022>
- Yoo, H. Y., Pradeep, G. C., Kim, S. W., Park, D. H., Choi, Y. H., Suh, J. W., & Yoo, J. C. (2015). A novel low-molecular weight alkaline mannanase from *Streptomyces tendae*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 20(3), 453–461. <https://doi.org/10.1007/s12257-014-0885-8>
- Zhang, R., Zhou, U., G., Y., Yaping, G., Junjun, L., T., X., Xu, B., Junmei, D., & Zunxi, H. (2015). Molecular and biochemical characterizations of a new low-temperature active mannanase. *Folia Microbiologica*, 60(6), 483–492. <https://doi.org/10.1007/s12223-015-0391-1>
- Zhao, H. (2005). Effect of ions and other compatible solutes on enzyme activity, and its implication for biocatalysis using ionic liquids. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 37(1–6), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.molcatb.2005.08.007>
- Zyl, V. W. H., Rose, S. H., Trollope, K., & Gorgens, J. (2010). Fungal  $\beta$ -Mannanase: Mannan Hydrolysis, Heterologous Production And Biotechnology Applications. *Process Biochemistry*, 45(8), 1203–1213. <https://doi.org/10.1016/J.PROCBIO.2010.05.011>

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2024 Dwi Retnaningtyas Utami, Sutrisno Adi Pravitno, Andi Rahmad Rahim, Sugiyati Ningrum, Silvy Novita Antrisna Putri, and Domas Galih Patria. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.