

PEMANFAATAN BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL AMILASE PADA BERBAGAI PATI

Nin Suharti¹, Geminsah Putra²
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan¹²
Email : ¹ninsuharti68@gmail.com, ²geminputrasiregar@gmail.com

Abstract

Indonesia is a country that produces a lot of starchy materials such as cassava, sago, corn and others. Indonesia has the potential to develop an enzyme-producing industry, especially amylase. The utilization of starchy materials which so far has not been maximized and is still limited to conventional methods can be increased by enzymatic development processes. This will increase its economic value and at the same time increase state income. One of the enzymes that is currently very widely used in the food and beverage industry is amylase. Nin Suharti and Geminsyah Putra 2021 have succeeded in isolating and identifying thermophilic bacteria from the sidedust hot springs of North Sumatra. The advantage of thermophilic bacteria is that they can produce enzymes that are resistant to high temperatures / thermostable enzymes. These enzymes are able to survive and are active at high temperatures. Such properties are highly needed by enzyme-based industries. The use of enzymes that can withstand high temperatures in the field of biotechnology can reduce operating costs and increase reaction speed, this study uses various types of starch including potatoes, cassava and corn as suitable and easily available carbon sources for the production of amylase enzymes. Bacteria in the media with potato starch added can produce the highest amylase enzyme from the three treatments of 65 U/L. For bacteria added with corn starch, the result was 50 U/L of amylase enzyme. Meanwhile, the lowest of the three treatments was media with added sweet potato starch with a content of 39 U/L. The isolates generally had a round shape, jagged edges, grooved, and smooth, white colonies, microscopic bacilli-shaped, endospores and motile, positive for catalase, gelatin and citrate tests. With Gram staining, it generally shows a positive Gram reaction.

Keywords: Thermophilic Bacteria, Starch, Amylase Enzyme.

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang banyak menghasilkan bahan berpati seperti ubi kayu, sago, jagung dan lain-lain. Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan industri penghasil enzim, terutama amilase. Pemanfaatan bahan berpati yang selama ini belum maksimal dan masih terbatas pada cara-cara yang konvensional dapat ditingkatkan dengan proses pengembangan secara enzimatik. Hal ini akan dapat meningkatkan nilai ekonominya dan sekaligus dapat meningkatkan pendapatan negara. Salah satu enzim yang saat ini sangat besar penggunaannya dalam industri makanan dan minuman adalah amilase. Nin Suharti dan Geminsyah Putra 2021 telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri termofilik dari sumber air panas sidedust Sumatera Utara. Keunggulan bakteri termofilik yaitu dapat menghasilkan enzim yang tahan pada suhu tinggi/ enzim termostabil. Enzim-enzim tersebut mampu bertahan dan aktif pada temperatur yang tinggi. Sifat seperti ini sangat dibutuhkan oleh industri-industri berbasis enzim. Penggunaan enzim yang mampu bertahan pada suhu tinggi dalam bidang bioteknologi dapat menurunkan biaya operasi dan meningkatkan kecepatan reaksi, penelitian ini menggunakan berbagai jenis pati diantaranya kentang, singkong dan jagung sebagai sumber karbon yang sesuai dan mudah didapatkan untuk produksi enzim amilase. Bakteri yang berada di media yang ditambahkan pati kentang dapat menghasilkan enzim amilase yang tertinggi dari ketiga perlakuan sebesar 65 U/L. Untuk bakteri yang ditambahkan pati jagung menunjukkan hasil sebesar 50 U/L enzim amilase. Sedangkan yang terendah dari ketiga perlakuan adalah media yang ditambahkan pati ubi dengan kadar 39 U/L. Isolat pada umumnya memiliki bentuk bulat, tepian bergerigi, berlekuk, dan licin, warna koloni putih, mikroskopis berbentuk basil, mempunyai endospora dan bersifat motil, positif terhadap uji katalase, gelatin dan uji sitrat. Dengan pewarnaan Gram pada umumnya menunjukkan reaksi Gram positif.

Kata Kunci : Bakteri Termofilik, Pati, Enzim Amilase.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang banyak menghasilkan bahan berpati seperti ubi kayu, sagu, kentang, jagung dan lain-lain, Indonesia sangat berpotensi untuk mengembangkan industri penghasil enzim, terutama amilase. Pemanfaatan bahan berpati yang selama ini belum maksimal dan masih terbatas pada cara-cara yang konvensional dapat ditingkatkan dengan proses pengembangan secara enzimatik. Hal ini akan dapat meningkatkan nilai ekonominya dan sekaligus dapat meningkatkan pendapatan negara. Salah satu enzim yang saat ini sangat besar penggunaannya dalam industri makanan dan minuman adalah enzim amilase. (Irdawati, Mades Fifendy, 2011).

Enzim adalah protein yang tersusun atas serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Di dalam sel, enzim memegang peranan dalam berbagai reaksi biokimia, antara lain konversi energi, metabolisme pertahanan sel, komunikasi antar sel sampai ke konversi sifat keturunan. Penggunaan enzim dalam industri di Indonesia akhir-akhir ini meningkat dengan tajam. Menurut Pharma Material Management Clubs (2008), konsumsi enzim di Indonesia dimanfaatkan untuk konversi bahan berpati. Selain dimanfaatkan dalam industri pangan, amilase juga digunakan dalam industri tekstil, deterjen, dan digunakan juga pada pengujian diabetes dalam bidang kedokteran. Walaupun penggunaan amilase sangat besar, seperti dalam industri bahan pangan, farmasi dan tekstil dan harga impor yang amat tinggi, namun dipihak lain untuk memproduksi enzim masih terdapat kendala yaitu kurangnya kajian tentang teknologi produksi enzim skala besar serta tidak tersedianya mikroba unggul penghasil amylase (Muharni, 2009).

Nin Suharti dan Geminsyah Putra 2021 telah berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri termofilik dari sumber air panas sidebuk-debuk Sumatera Utara. Asnawi 2006 telah berhasil mengisolasi beberapa genus bakteri termofilik dari air panas Pacet, Jawa Timur, yaitu *Bacillus* sp, *Thermus* sp, *Acetogenium* sp, *Pseudomonas* sp. Irena 2010 telah berhasil mengisolasi bakteri termofilik penghasil enzim protease dari air panas Tangkuban Perahu, sedangkan Pakpahan 2009 telah berhasil mengisolasi bakteri termofilik penghasil enzim protease dari air panas Sipoholon Tapanuli Utara Sumatera Utara. Dewi 2008 telah berhasil mengisolasi bakteri termofilik penghasil enzim kitinase dari sumber air panas Tinggi Raja, Simalungun, Sumatera Utara. Keunggulan bakteri termofilik yaitu dapat menghasilkan enzim yang tahan pada suhu tinggi/ enzim termostabil. Enzim-enzim tersebut mampu bertahan dan aktif pada temperatur yang tinggi. Sifat seperti ini sangat dibutuhkan oleh industri-industri berbasis enzim. Penggunaan enzim yang mampu bertahan pada suhu tinggi dalam bidang bioteknologi dapat menurunkan biaya operasi dan meningkatkan kecepatan reaksi. (Irena, 2010).

METODE

Bahan yang dipakai adalah bakteri *Bacillus* sp, pati jagung, pati kentang dan pati ubi, Media yang digunakan adalah Nutrien Agar, starch agar, gula-gula (glukosa, laktosa, manitol, maltosa dan sukrosa), media TSIA, media SIM, Simon Citrat (SC), iodine. Alat yang di gunakan tabung reaksi, pipet, Autoclave, Oven, Incubator, laminar flow, Neraca analitik, ose, Cawan Petri, vortex, botol sampel dan rak tabung. Isolasi bakteri termofilik dengan menginkubasi sampel pada suhu 50°C selama 48 jam. Sampel air panas diinokulasi pada media

Nutrient agar (NA) dengan metode cawan tuang untuk menumbuhkan bakteri termofilik, inkubasi pada suhu 50°C selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh, diisolasi dan dikultur kembali dengan media NA untuk mendapatkan koloni tunggal, lalu dilanjutkan identifikasi bakteri untuk mengetahui karakteristik dari masing-masing koloni bakteri tersebut. Koloni bakteri yang tumbuh diidentifikasi secara makroskopis atau visual, yaitu mengamati ukuran, bentuk, warna, permukaan, dan sifat koloni, lalu dilanjutkan identifikasi bakteri secara mikroskopis, yaitu mengamati bentuk, warna, sifat bakteri dengan melakukan pengecatan Gram. Identifikasi bakteri secara biokimia dilakukan dengan mengamati sifat-sifat bakteri termofilik dengan menggunakan media gula-gula, media biokimia dan uji kimia. Pewarnaan dilakukan untuk melihat sifat-sifat bakteri terhadap zat warna yang digunakan.

Bakteri termofilik (*Bacillus*. sp) penghasil enzim amilase ditanam pada media starch agar yang masing-masing media telah ditambah pati ubi, pati jagung dan pati kentang dan diinkubasi pada suhu 50°C, selama 24 jam, biakan ini digunakan untuk produksi enzim amilase. Dari koloni yang tumbuh pada masing-masing media di ambil dan Selanjutnya bakteri di ukur dengan menggunakan alat spektrofotometer dengan Panjang gelombang 405 nm menggunakan reagensia amilase. Hasil yang di dapat dari pembacaan pada alat spektrofotometer adalah nilai aktivitas kadar amilase dengan satuan U/L.

HASIL

Hasil penelitian ini telah dilakukan dengan pembiakan bakteri *Bacillus*. Sp dengan menambahkan pati ubi, pati jagung dan pati kentang. Bakteri yang tumbuh pada Media di uji menggunakan alat Speckrofotometer pada Panjang gelombang 405 nm. Aktivitas enzim amilase dinyatakan dalam satuan U/L. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Hasil uji pada spektrofotometer

No	Sample	Hasil	Satuan
1	Biakan kuman dalam pati ubi	39	U/L
2	Biakan kuman dalam pati jagung	50	U/L
3	Biakan kuman dalam pati kentang	65	U/L

Dari tabel diatas dapat dikatan bahwa bakteri yang berada di media yang ditambahkan pati kentang dapat menghasilkan enzim amilase yang tertinggi dari ketiga perlakuan sebesar 65 U/L . Untuk bakteri yang ditambahkan pati jangung menunjukkan hasil sebesar 50 U/L enzim amilase . Sedangkan yang terendah dari ketiga perlakuan adalah media yang di

tambahakan pati ubi dengan kadar 39 U/L. Hasil pembiakan yang dilakukan terhadap Bakteri *Bacillus*.Sp pada media nutrient agar dan dilanjutkan ke media starch agar dengan menambahkan pati ubi,pati jagung dan pati singkong lalu di uji dengan meneteska lugol di tandai dengan adanya zona bening di sekitar bakteri merupakan polimer glukosa dengan

rumus molekul (C₆H₁₀O₅)_n. Pembentukan polimer pati diawali dengan terbentuknya ikatan glukosida yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama. Pati dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer rantai lurus yang terdiri dari ribuan glukosa

dengan ikatan α 1,4 glukosida. Jenis kedua yaitu amilopektin yang mengandung percabangan rantai akibat adanya ikatan α 1,6 glukosida di beberapa bagiannya. Amilase adalah enzim yang berfungsi memutus ikatan glikosidik untuk menghidrolisis pati menghasilkan dekstrin dan oligosakarida. (Sundarram, *et al.* 2014).

Tabel 2. Morfologi Koloni dan pewarnaan gram

No sampel	Kode isolat	Bentuk koloni	Warna	Tepi	Elevasi	Gram
1	1.1	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	positif
	1.2	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	negatif
	1.3	Besar, melebar.		rata	cembung	positif
2	2.1	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	negatif
	2.2	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	positif
	2.3	Besar, melebar.		rata	cembung	positif
	2.4	Besar,bulat	Puti susu	rata	datar	positif
3	3.1	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	positif
	3.2	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	positif
	3.3	Besar, melebar.		rata	cembung	positif
	3.4	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	positif
	3.5	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	positif

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa isolat koloni memperlihatkan morfologi koloni yang berbeda. Berdasarkan morfologi isolat yang

didapat, koloni isolat dibedakan sesuai bentuk koloni, warna koloni, tepi koloni, elevasi koloni dan reaksi pewarnaan Gram.

Tabel 3. Hasil Uji Biokimia

Nama uji	No Sampel
----------	-----------

	1pk	2pj	3pu
TSIA	1.1. k/a,H ₂ S -,g- 1.2. k/a,H ₂ S -,g- 1.3. k/a,H ₂ S -,g-	2.1. k/a,H ₂ S -,g- 2.2. k/a,H ₂ S -,g- 2.3. k/a,H ₂ S -,g- 2.4. k/a,H ₂ S -,g	3.1. k/a,H ₂ S -,g- 3.2. k/a,H ₂ S -,g- 3.3. k/a,H ₂ S -,g- 3.4. k/a,H ₂ S -,g- 3.5. k/a,H ₂ S -,g-
SIM	1.1 -,,- 1.2 -,,- 1.3 -,,-	2.1 -,,- 2.2 -,,- 2.3 -,,- 2.4 -,,-	3.1 -,,- 3.2 -,,- 3.3 -,,- 3.4 -,,- 3.5 -,,-
SC	1.1 + 1.2 + 1.3 +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +
glucosa	1.1. - 1.2. - 1.3. -	2.1. - 2.2. - 2.3. - 2.4. -	3.1. - 3.2. - 3.3. - 3.4. - 3.5. -
lactosa	1.1. + 1.2. + 1.3. +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +
mannit	1.1. + 1.2. + 1.3. +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +
maltosa	1.1. + 1.2. + 1.3. +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +
sacharosa	1.1. + 1.2. + 1.3. +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +

MR VP	1.1. +	2.1. +	3.1. +
	1.2. +	2.2. +	3.2. +
	1.3. +	2.3. +	3.3. +
		2.4. +	3.4. +
			3.5. +

Dari hasil uji bio kimia yang terdapat pada tabel 3 didapat beberapa karakter seperti sifat Gram, bentuk sel dan uji katalase. Sifat fisiologis bakteri termofilik terhadap berbagai uji yang dilakukan, yaitu uji Triple Sugar Iron (TSIA), Sulfur Iron Motiliti (SIM), Simon Citrat (SC), uji Gula-gula dan Methyl Red Voges Prouskauwer (MRV). Hasil pengamatan uji TSIA dilakukan untuk menilai kemampuan bakteri dalam memfermentasi glukosa, laktosa dan sukrosa yang ditandai dengan perubahan warna akibat terbentuknya asam pada slant dan butt yang berwarna merah atau kuning, serta terbentuknya gas (H₂S). Uji SIM merupakan uji pada media semisolid yang digunakan untuk

menilai adanya hidrogen sulfida, timbulnya indol akibat enzim tryptophanase yang ditandai dengan berubahnya larutan kovac menjadi merah dan ada tidaknya pergerakan. Hasil uji Sitrat digunakan untuk melihat kemampuan suatu bakteri menggunakan natrium sitrat sebagai sumber utama metabolisme dan pertumbuhan. Hasil uji gula-gula terlihat bahwa isolat mampu memfermentasi glukosa, laktosa, mannit, maltosa dan sacharosa yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari ungu menjadi kuning sedangkan pada uji MRPV isolat tidak dapat memfermentasi butanadiol (VP) dan Metil Red atau uji MRVP bersifat negatif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Bakteri yang berada di media yang ditambahkan pati kentang dapat menghasilkan enzim amilase yang tertinggi dari ketiga perlakuan sebesar 65 U/L . Untuk bakteri yang ditambahkan pati jangung menunjukkan hasil sebesar 50 U/L enzim amilase . Sedangkan yang terendah dari ketiga perlakuan adalah media yang di tambahkan pati ubi dengan kadar 39 U/L.
2. Isolat pada umumnya memiliki bentuk bulat, tepian bergerigi, berlekuk, dan licin, warna koloni putih, mikroskopis berbentuk basil, mempunyai endospora dan bersifat motil, positif terhadap uji katalase, gelatin dan uji sitrat.

3. Dengan pewarnaan Gram pada umumnya menunjukkan reaksi Gram positif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmaloka, A. Suharto, S, Nurbaiti , I N. Tika dan F.M. Warganegara. 2006. Ribotyping Identification of Thermophilic Bacterium from Papandayan Crater. Proceeding of ITB Engineering Science. Vol. 38 B(1):1-10.
- Agustini, Rudiana. 2006. Pemanfaatan Protease Termofil yang Hidup di Sumber Air Panas Cangar Batu Malang. Indo. J. Chem., 2006, 6 (2), 205 – 211.
- Asnawi, Abdul Hafid. 2006. Keanekaragaman bakteri termofilik yang terdapat dalam sumber air panas di Taman Wisata Padusan Pacet, Kabupaten

- Mojokerto Jawa Timur Pacet, Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. Skripsi. Universitas Negeri Malang.
- Bernfeld P. 1955. Amylases α - and β -. Didalam : Colowick SP, Kaplan NO (ed). *Methods in Enzymology*. New York: Academic Pr. hlm 149158.
- Berry D. 2005. From Starch to Maltodekstrin. <https://www.naturalproductinsider.com/Articles/2005/07/From-Starch-to-Maltodextrin.aspx> [diakses 31 Mei 2017].
- Bozoglu, C., H. Selin, B. Alayar, M. Karadayi, and M. Gullece. 2015. Isolation and molecular characterization of thermophilic bacteria with xylanase activity from thermal springs in Erzurum. *Jurnal of Life Sciences and Technologies*. 3(1): 32-36
- Dewi, Iche Marina. 2008. Isolasi bakteri dan uji aktivitas kitinase termofilik kasar dari sumber air panas tinggi raja simalungun sumatera utara. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Ginting, Y. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Sumatera Utara. Tesis: USU Medan
- Gusmaniar, N., Abdullah, S, M.Y. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Enzim Fitase dari Sumber Air Panas Sumatera Barat. Artikel Penelitian Fundamental: Unand Padang
- Hartanti, A.S. 2015. Mikrobiologi kesehatan. Ed. I. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Hastuti, W., A. Agustien., and Nurmiati. 2012. Screening and characterization of amylo-thermophylic bacteria from Semurup hot springs, Kerinci, Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 1(2): 150-155.
- Irdawati. Mades Fifendy. 2011. Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Amilase Dari Sumber Air Panas Rimbo Panti, Pasaman
- Irena, Amelinda. 2010. Isolasi Dan Optimasi Protease Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Tangkuban Perahu Bandung. Skripsi. IPB. Bogor
- Junaidi. M, H. 2008. Deteksi dan Produksi Amilase. Universitas Brawijaya: Malang
- Junliang S, Ruixiang Z, Jie Z, Guanglei L, Xinhua L. 29 Juli 2010. Characterization of Destrins with Different Dextrose Equivalents. https://pdfs.semanticscholar.org/12d8/d8a84779c02f62d9230a5c64e4b8a064d5a_b.pdf [diakses 31 Mei 2017]
- Kasprzak, Mirosław Marek. 2012. Effect of Enzymatic Treatment of Different Starch Sources on the in Vitro Rate and Extent of Starch Digestion. *International Journal of Molecular Science*. Aarhus University. <https://pdfs.semanticscholar.org/0456/3d72ee863b11c918b88b8c50fcd685c67320.pdf> [diakses 31 Mei 2017]
- Kurniawan, Hafiz Muchti. 2011. Isolasi dan Optimasi Ekstrinsik Bakteri Termoproteolitik Isolat Sumber Air Panas Semurup Kabupaten Kerinci,

- Jambi. Tesis. Pascasarjana Universitas Andalas. Padang
- Kurniawati, Dwi Heni. 2012. Seleksi, Karakterisasi, Dan Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik Pasca Erupsi Merapi Sebagai Penghasil Enzim Protease. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Kusuma, S.A.F. 2009. Uji biokimia bakteri. (Karya ilmiah). Bandung: Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran. Galon pada Konsumen di Kecamatan Mal
- Krieg, N.R., J.T. Staley, D.R. Brown, B.P. Hedlund, B.J. Paster, N.L. Ward, W. Ludwig and W.B. Whitman. 2010. Bargey manual of systematic bacterology. Second Edition Volume Four. Springer. London
- Martinez, Mario M, Joana P, Manuel G. 2015. Physicochemical modification of native and extruded wheat flours by enzymatic. Food Chemistry. University of Valladolid. Spanyol.
- Muharni. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Kitinase dari Sumber Air Panas Danau Ranau Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Sains. Vol 9 (1): 12-15
- Pakpahan, R. 2009. Isolasi Bakteri Termofilik dan Uji Aktivitas Protease dari Sumber Air Panas Sipoholon Tapanuli Sumatera Utara. Tesis. USU Medan
- Rahmadani, E.P., A. Agustien dan F.A. Febria. 2015. Isolasi dan karakterisasi bakteri amilothermofilik dari sumber air panas Sungai Medang. Jurnal Biologi Universitas Andalas. 4(1): 119-122.
- Runtuboi, D., T. Gunaedi, V. Purnamasari., I. Patasik dan N. Uyo. 2014. Identifikasi *Bacillus thermofilik* penghasil protease dari beberapa sumber air panas di Merauke Papua. Prosiding Seminar Nasional Biologi di Jayapura, 7-8 Oktober 2014, hal: 1-6.
- Setiasih, S. Wahyuntari, B. Trismilah. Dewi. 2006. Karakterisasi Enzim Alfa- Amilase Ekstrasel dari Isolat Bakteri Termofil SW2. Jurnal Kimia Indonesia. Vol. 1(1): 22-27
- Stellmach B. 1988. A Bestimmungs. Methoden Enzyme Fur Pharmazie, Lebensmittelchemie, Technik Biochemie Biologie. Medizen Steinkoff Verlag Darmstadt.
- Sundarram, Ajita, Thirupathihalli PKM. 2014. α -Amylase Production and Applications: A Review. Journal of Applied & Environmental Microbiology. Saphthagiri College of Engineering. India.
- Sutimiharja, N. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Gurukinayan Karo Sumatera Utara. Tesis: USU Medan
- Tuntun, M dan M. Huda. 2014. Isolasi dan identifikasi bakteri termofilik dari sumber air panas Way Panas Bumi Natar Lampung Selatan. Jurnal Analisis Kesehatan. 3(1): 297-304.
- Utari, Indah Budi. 2011. Identifikasi Bakteri Termofilik Amilolitik Dari Mata Air Panas Ciengang Dan Gunung Darajat,

- Garut. Skripsi UPI. Diunduh dari repository.upi.edu/skripsiview.php. Tanggal 3 Maret 2013.
- Widyasti E. 2003. Isolasi dan Optimasi Suhu dan pH Pertumbuhan Bakteri Termofil Penghasil Amilase Termotabil [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Biologi Institut Pertanian Bogor.
- Wirawan, S, K. Rismijana, J. Hidayat, T. 2008. Aplikasi alfa – amilase dan Selulase pada Proses Deinking Kertas Bekas. Campuran. Majalah Ilmiah LIPI. Vol 1 (43): 1-18
- Zubaidah, Siti. 2017. Bakteri: Kajian Tentang Beberapa Aspek Biologis. Universitas Negeri Malang. Malang