

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TERMOFILIK PENGHASIL AMILASE DARI SUMBER AIR PANAS SIDEBUK- DEBUK SUMATERA UTARA

Nin Suharti¹, Geminsah Putra²
Poltekkes Kemenkes Medan

Emmail : ¹ninsuharti@yahoo.co.id, ²geminputrasiregar@gmail.com

ABSTRACT

Hot springs or hot springs are springs that are produced as a result of the release of groundwater from the earth's crust after experiencing geothermal heating. Indonesia is one of the most active tectonic regions in the world with more than 70 active volcanoes, and has many geothermal areas. Hot springs are a suitable growth medium for thermophilic bacteria. Thermophilic bacteria are a group of bacteria that adapt to high-temperature environmental conditions, with temperatures ranging from 50°C-75°C. The natural habitat of thermophilic bacteria is widespread throughout the earth's surface, including in hot springs, volcanic craters or volcanic areas. One of the hot springs in North Sumatra province is sidebuk-debuk, which is located in Bandar Baru sub-district. is a hot spring, which has a temperature between 50°C – 75°C. At this time thermophilic bacteria are studied and researched intensively for reasons of developing basic research and biotechnology applications. Thermophilic bacteria have the potential to produce heat-resistant/ thermostable enzymes and can be used in industry, waste treatment processes and mineral weathering. Amylase is an important enzyme that is widely used in industrial applications through synthesis reactions and hydrolysis reactions, accounting for almost 65% of the total sales of enzymes in the world. Researchers are interested in knowing more about the role of thermostable enzymes in modern biotechnology today, therefore it is necessary to conduct research aimed at isolating and identifying local isolates of thermophilic bacteria as potential sources of enzymes, especially in North Sumatra. From this study, 19 isolates of Bacillus sp bacteria were obtained from Sidebuk-debuk hot springs based on phenotypic characters by looking at macroscopic, microscopic and biochemical characteristics, with 9 isolates of thermophilic bacteria that have the potential to produce amylase as indicated by the presence of a clear zone around the bacterial colonies.

Keywords: Hot Springs, Bacillus sp Bacteria, Amylase Enzyme

ABSTRAK

Sumber air panas atau mata air panas adalah mata air yang dihasilkan akibat keluarnya air tanah dari kerak bumi setelah mengalami pemanasan geotermal. Indonesia adalah salah satu kawasan tektonik yang paling aktif di dunia dengan lebih dari 70 gunung merapi yang masih aktif, dan memiliki banyak daerah geotermal. Sumber air panas merupakan media pertumbuhan yang cocok bagi bakteri termofilik. Bakteri termofilik merupakan kelompok bakteri yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang bersuhu tinggi, yaitu dengan suhu berkisar 50–75°C. Habitat alami bakteri termofilik tersebar luas di seluruh permukaan bumi, diantaranya pada sumber-sumber air panas, kawah gunung berapi atau daerah vulkanik. Salah satu sumber air panas yang terdapat di provinsi Sumatera Utara adalah sidebuk-debuk, yang terletak di kecamatan Bandar Baru. merupakan tempat pemandian air panas, yang mempunyai suhu antara 50– 75°C. Pada saat ini bakteri termofilik dipelajari dan diteliti secara intensif karena alasan pengembangan penelitian dasar dan aplikasi bioteknologi. Bakteri termofilik berpotensi menghasilkan enzim yang tahan panas/ termostabil dan dapat digunakan pada industri, proses pengolahan limbah maupun pelapukan mineral. Amilase merupakan enzim penting yang digunakan secara luas pada aplikasi industri melalui reaksi sintesis dan reaksi hidrolisis, hampir mencapai 65% dari total penjualan enzim di dunia. Peneliti tertarik untuk mengetahui lebih lanjut peran enzim termostabil dalam bioteknologi modern dewasa ini, oleh karena itu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi isolat-isolat lokal bakteri termofilik sebagai sumber enzim potensial khususnya di Sumatera Utara. Dari penelitian ini didapat 19 isolat bakteri Bacillus sp yang diperoleh dari sumber air panas Sidebuk-debuk berdasarkan karakter fenotipik dengan melihat karakteristik makroskopis, mikroskopis dan sifat biokimia, dengan 9 isolat bakteri termofilik yang berpotensi menghasilkan amilase yang ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni bakteri.

Kata Kunci : Sumber Air Panas, Bakteri Bacillus sp, Enzim Amilase

PENDAHULUAN

Sumber air panas atau mata air panas adalah mata air yang dihasilkan akibat keluarnya air tanah dari kerak bumi setelah mengalami pemanasan geotermal. Indonesia adalah salah satu kawasan tektonik yang paling aktif di dunia dengan lebih dari 70 gunung merapi yang masih aktif, dan memiliki banyak daerah geotermal (Ahmaloka, 2006). Sumber air panas merupakan media pertumbuhan yang cocok bagi bakteri termofilik. Bakteri termofilik merupakan kelompok bakteri yang beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang bersuhu tinggi, yaitu dengan suhu berkisar 45°-90°C. Habitat alami bakteri termofilik tersebar luas di seluruh permukaan bumi, diantaranya pada sumber- sumber air panas, kawah gunung berapi atau daerah vulkanik. (Muharni, 2009).

Salah satu sumber air panas yang terdapat di provinsi Sumatera Utara adalah sidebuk-debuk, yang terletak di kecamatan Bandar Baru. merupakan tempat pemandian air panas, yang mempunyai suhu antara 50° – 75°C. Penelitian terhadap bakteri termofilik yang terdapat pada sumber air panas telah banyak dilakukan, diantaranya Muharni 2009 telah menemukan bakteri *Bacillus* sp dari air panas Danau Ranau Sumatera Selatan. Kurniawan 2011 telah menemukan bakteri *Bacillus* sp dari sumber air panas Semurup Kabupaten Kerinci, Jambi. 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 operasional dan meningkatkan kecepatan reaksi, seperti penggunaan enzim dari bakteri *Thermus aquaticus* pada proses PCR (Irena, 2010).

Pada saat ini bakteri termofilik dipelajari dan diteliti secara intensif karena alasan pengembangan penelitian dasar dan aplikasi bioteknologi. Bakteri termofilik berpotensi menghasilkan enzim yang tahan panas/ termostabil dan dapat digunakan pada industri, proses pengolahan limbah maupun pelapukan mineral (Irdawati, 2011). Berdasarkan hasil penelitian terhadap bakteri termofilik yang telah dilakukan pada sumber-sumber air panas di beberapa daerah Indonesia, maka dilakukan penelitian terhadap bakteri termofilik pada sumber air panas sidebuk-debuk Sumatera Utara, karena sumber air panas ini memenuhi kriteria sebagai tempat pertumbuhan bakteri termofilik, yaitu mempunyai suhu sekitar 50° – 75°C, dan pH sekitar 7. Pendekatan ini merupakan langkah untuk mengungkap biodiversitas komunitas bakteri termofilik di Indonesia. Penelitian terhadap bakteri termofilik dilakukan dengan cara mengeksplorasi adanya bakteri tersebut pada sumber air panas sidebuk-debuk Sumatera Utara, yaitu dengan cara menumbuhkan bakteri pada media yang sesuai, lalu mengisolasi dan mengidentifikasi karakteristik bakteri termofilik dengan melihat sifat-sifatnya secara mikroskopis, makroskopis, biokimia dan fermentasi gula-

gula. Amilase merupakan enzim penting yang digunakan secara luas pada aplikasi industri melalui reaksi sintesis dan reaksi hidrolisis, hampir mencapai 65% dari total penjualan enzim di dunia (Junaidi, M, H. 2008). Protease digunakan pada beberapa aplikasi industri seperti deterjen, farmasi, produk-produk kulit, pengempukan daging, hidrolisat protein, produk-produk makanan dan proses pengolahan limbah industri (Agustini, Rudiana. 2006). Penggalan strain-strain mikroorganisme yang menghasilkan enzim-enzim termotabil dari sumber air panas di Sumatera Utara masih belum banyak dilakukan, sedangkan tempat-tempat potensial di Sumatera utara untuk mendapatkan mikroorganisme yang menghasilkan enzim-enzim termotabil cukup banyak. Salah satu diantaranya sumber air panas sidebuk-debuk.

METODE PENELITIAN

Bahan yang dipakai adalah sampel air dari air panas Sidebuk-debuk, Media yang digunakan adalah Nutrien Agar, MC 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.

HASIL PENELITIAN

Sampel air panas diambil dari sumber air panas si debuk-debuk dengan menggunakan botol sampel steril sebanyak 100 ml dan diberi kode sampel. Dilakukan pengukuran pH air dengan kertas pH universal dan pencatatan fisik air seperti: bau, rasa dan warna. Sampel air disimpan dalam termos dan dibawa langsung ke laboratorium untuk dianalisis sebelum 24 jam dari waktu pengambilan sampel. Selanjutnya dilakukan inokulasi pada Media Nutrient Agar (NA) dan diinkubasi pada suhu 50 °C selama 24 jam (Krieg et al., 2010; Patasik et al., 2015; Bozoglu et al., 2015). Koloni yang tumbuh diisolasi dan dikultur kembali untuk mendapatkan isolat murni. Identifikasi dilakukan dengan mengamati karakter makroskopis, mikroskopis dan reaksi biokimia yang meliputi karakter koloni, sifat Gram, spora, fermentasi karbohidrat (glukosa, laktosa, manitol, maltose, sakhrosa). Produksi H₂S, produksi indol, produksi katalase, uji metil merah, uji Voges-Proskauer, Uji TSI dan Uji Simon sitrat. Hasil penelitian ini, telah didapatkan sebanyak 19 isolat koloni bakteri pada sumber air panas Sidebuk-debuk. Jumlah isolat termofilik yang terisolasi dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Jumlah Isolat Bakteri Termofilik

Sampel	Isolat Bakteri
Sampel no.1	3 isolat
Sampel no.2	4 isolat
Sampel no.3	5 isolat
Sampel no.4	4 isolat
Sampel no.5	3 isolat

Jumlah	19 isolat
---------------	------------------

Pada tabel 1 terlihat bahwa setiap kolam air panas berpotensi memiliki bakteri termofilik, dan sampel no. 3 memiliki isolat yang terbanyak sedangkan sampel no 1,2,4,5 didapatkan jumlah bakteri yang lebih sedikit, suhu alaminya 50–75°C. Kondisi yang optimum akan mempengaruhi pertumbuhan sel mikroorganisme. Jadi, semakin optimum kondisi lingkungan maka semakin banyak jumlah isolat mikroorganisme yang mampu hidup dilingkungan yang sama. Sebagaimana diungkapkan oleh Ginting (2009) yang menyatakan bahwa pengaruh suhu lingkungan berhubungan dengan pertumbuhan mikroorganisme. Kusnandar (2010) mengungkapkan bahwa suhu optimum bagi bakteri

termofilik berada pada temperatur 55-70°C. Sutimihardja telah melakukan isolasi bakteri termofilik pada lingkungan air panas Penen Sibiru-biru Sumatera Utara dan memperoleh 12 isolat termofilik yang hidup dengan suhu 55° C dan 5 isolat yang hidup pada suhu 47°C. Lebih lanjut lagi Dirnawan dkk (2000) juga telah mengisolasi 18 isolat termofil dari Gunung Pancar Bogor yang memiliki suhu 70°C.

Dari 19 isolat koloni ini 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 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
4	4.1	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	positif
	4.2	Besar, melebar.		rata	cembung	positif
	4.3	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	positif
	4.4	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	negatif
5	5.1	Kecil,bulat	Putih	bergerigi	datar	positif
	5.2	Sedang,bulat.	Putih susu	bergerigi	cembung	positif
	5.3	Besar, melebar.		rata	cembung	positif

Sumber air panas ini memiliki rentangan suhu 50°C sampai suhu 75°C dengan pH berkisar 6-7, tidak berwarna, berbau belerang. Belerang sebagai salah satu senyawa anorganik yang dimanfaatkan oleh bakteri termofilik. Bakteri akan memanfaatkan senyawa anorganik seperti: H₂O, H₂, atau H₂S sebagai donor elektron untuk mereduksi CO₂ menjadi komponen karbon untuk sumber energi. Sebagai lingkungan yang memiliki suhu yang tinggi, air panas menjadi salah satu tempat hidup bagi



mikroorganisme. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Bozoglu (2015), yang menyebutkan bahwa salah satu habitat bakteri termofilik berada pada sumber air panas. Suhu lingkungan yang sesuai untuk kehidupannya memiliki mikroba yang bervariasi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Ketahanan mikroba pada suhu yang tinggi disebabkan karena bakteri termofilik memiliki struktur protein yang berbeda dari mikroba mesofil sehingga mampu bertahan pada suhu yang ekstrim.

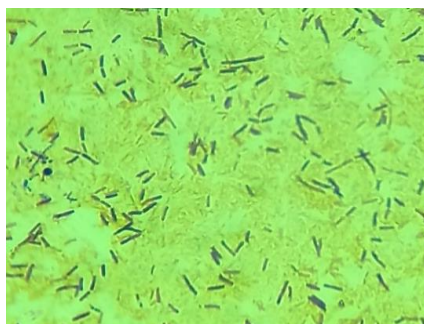


Gambar 1. Bentuk Koloni Pada NA

Hasil Pengamatan Mikroskopis dan Sifat Katalase

Isolat-isolat bakteri tersebut selanjutnya diidentifikasi secara mikroskopis terhadap beberapa karakter seperti sifat Gram, bentuk sel, ada tidaknya endospore dan uji katalase. Titik sumber air panas yang berbeda dapat mempengaruhi banyaknya jumlah isolat yang diperoleh sehingga mempengaruhi jumlah bakteri pada sumber air panas tersebut. Perbedaan jumlah isolat yang pada masing- masing titik dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang mendukung kehidupan bakteri. Faktor biotik yang terdapat pada lokasi pengambilan sampel diantaranya dedaunan yang gugur, rerumputan, lumut dan sumber organik lain yang menjadi sumber energi bagi mikroorganisme (Rahmadani *et all.*, 2015). 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 Prouskauer (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 (H_2S). 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.



A



B

Gambar 2. A. Pandangan pada Mikroskop. B. Hasil Pada seri gula-gula

Tabel 3. Hasil Uji Biokimia

Nama uji	No Sampel				
	1	2	3	4	5
TSIA	1.1. k/a,H ₂ S - ,g-	2.1. k/a,H ₂ S - ,g-	3.1. k/a,H ₂ S - ,g-	4.1. k/a,H ₂ S - ,g-	5.1. k/a,H ₂ S - ,g-
	1.2. k/a,H ₂ S - ,g-	2.2. k/a,H ₂ S - ,g-	3.2. k/a,H ₂ S - ,g-	4.2. k/a,H ₂ S - ,g-	5.2. k/a,H ₂ S - ,g-
	1.3. k/a,H ₂ S - ,g-	2.3. k/a,H ₂ S - ,g-	3.3. k/a,H ₂ S - ,g-	4.3. k/a,H ₂ S - ,g-	5.3. k/a,H ₂ S - ,g-
		2.4. k/a,H ₂ S - ,g	3.4. k/a,H ₂ S - ,g-	4.4. k/a,H ₂ S - ,g-	
			3.5. k/a,H ₂ S - ,g-		
SIM	1.1 -,-,-	2.1. -,-,-	3.1. -,-,-	4.1. -,-,-	5.1. -,-,-
	1.2 -,-,-	2.2. -,-,-	3.2. -,-,-	4.2. -,-,-	5.2. -,-,-
	1.3 -,-,-	2.3. -,-,-	3.3. -,-,-	4.3. -,-,-	5.3. -,-,-
		2.4. -,-,-	3.4. -,-,-	4.4. -,-,-	
			3.5. -,-,-		
SC	1.1 +	2.1. +	3.1. +	4.1. +	5.1. +
	1.2 +	2.2. +	3.2. +	4.2. +	5.2. +
	1.3 +	2.3. +	3.3. +	4.3. +	5.3. +
		2.4. +	3.4. +	4.4. +	
			3.5. +		
glucosa	1.1. -	2.1. -	3.1. -	4.1. -	5.1. -
	1.2. -	2.2. -	3.2. -	4.2. -	5.2. -
	1.3. -	2.3. -	3.3. -	4.3. -	5.3. -
		2.4. -	3.4. -	4.4. -	
			3.5. -		
lactosa	1.1. +	2.1. +	3.1. +	4.1. +	5.1. +
	1.2. +	2.2. +	3.2. +	4.2. +	5.2. +
	1.3. +	2.3. +	3.3. +	4.3. +	5.3. +
		2.4. +	3.4. +	4.4. +	
			3.5. +		
mannit	1.1. +	2.1 +	3.1. +	4.1. +	5.1. +
	1.2. +	2.2 +	3.2. +	4.2. +	5.2. +
	1.3. +	2.3. +	3.3. +	4.3. +	5.3. +
		2.4. +	3.4. +	4.4. +	
			3.5. +		
maltosa	1.1. +	2.1. +	3.1. +	4.1. +	5.1. +
	1.2. +	2.2. +	3.2. +	4.2. +	5.2. +
	1.3. +		3.3. +	4.3. +	
			3.4. +	4.4. +	

		2.3. + 2.4.+	3.5. +		5.3. +
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.+	4.1. + 4.2. + 4.3. + 4.4 +	5.1. + 5.2. + 5.3. +
MR VP	1.1. + 1.2. + 1.3. +	2.1. + 2.2. + 2.3. + 2.4. +	3.1. + 3.2. + 3.3. + 3.4. + 3.5. +	4.1. + 4.2. + 4.3. + 4.4 +	5.1. + 5.2. + 5.3. +

Pengujian aktivitas amilase

Pengujian aktivitas amilase dari isolat termofilik dilakukan mengikuti metode Ginting (2009). Dibuat suspensi dengan cara mengambil 1-2 ose isolat biakan bakteri tunggal dari NA kemudian di masukkan ke dalam tabung reaksi steril yang telah berisi larutan NaCl fisiologis 0,9%. Dihomogenkan dengan vortex, kekeruhan campuran

dibandingkan dengan kekeruhan Larutan Mac Farland. Ditanam kembali pada media agar pati. Diinkubasi selama 72 jam pada suhu 50°C. Isolat bakteri yang tumbuh ditetesi dengan larutan iodin untuk menyeleksi bakteri yang menghasilkan amilase. Isolat yang menghasilkan amilase ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni bakteri.

Tabel 4. Bakteri Termofilik Penghasil Amilase

NO	Kode sampel
1	1.2
2	2.3
3	3.3
4	3.4
5	4.1
6	4.2
7	4.3
8	5.1
9	5.2



Gambar 3. zona bening

Uji aktivitas didasarkan pada kemampuan enzim dalam mendegradasi pati. Dari gambar di atas terlihat bahwa isolat yang dianggap positif sebagai penghasil amilase menunjukkan bahwa isolat mampu membentuk zona bening setelah dilakukan penetesian iodine pada medium agar pati. Daerah di luar zona bening terlihat berwarna biru tua setelah diberi larutan iodine. Terbentuknya warna biru tua akibat adanya reaksi antara larutan iodine dengan pati yang tidak dihidrolisis. Zona bening tidak ikut terwarnai oleh larutan iodine karena pada zona tersebut pati sudah terhidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti disakarida atau monosakarida. Amilase dikeluarkan oleh bakteri menghidrolisis senyawa kompleks polisakarida pati yang ada di lingkungan luar sel menjadi senyawa yang lebih sederhana. Amilase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan dari dalam sel, dan dikeluarkan ke media fermentasi. Diluar sel, enzim ini mendegradasi polimer polisakarida menjadi senyawa yang mudah larut sehingga mampu diserap oleh dinding sel sebagai energi dalam melangsungkan kehidupannya. Dalam hal ini, pati dimanfaatkan sebagai sumber carbon untuk sumber energi bagi bakteri termofilik, dan hasil perombakan pati akibat aktivitas amilase ditandai dengan terbentuknya zona bening

disekeliling bakteri termofilik. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan (Bozoglu *et all*, 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Didapatkan 19 isolat bakteri termofilik berdasarkan karakter fenotipik dengan melihat karakteristik makroskopis, mikroskopis dan sifat biokimia, dengan 9 isolat bakteri termofilik yang berpotensi menghasilkan amilase yang ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni bakteri.
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. Untuk penelitian lanjutan diperlukan identifikasi hingga tingkat jenis dari berbagai isolat yang diperoleh. Disarankan bahwa perlu tindak lanjut karakterisasi uji seperti sifat pertumbuhan dalam berbagai

media dan karakter biokimia lainnya yang belum tercakup dalam penelitian ini sehingga dapat dilakukan identifikasi secara taksonomi numerik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmaloka, A. Suharto, S, Nurbaiti, I N. Tika dan F.M. Warganegara, 2006. Ribotyping Identification of Thermophilic Bacterium from apandayan Crater. Proceeding of ITB Engineering Science. Vol. 38 B(1):1-10.
2. Agustini, Rudiana. 2006. Pemanfaatan Protease Termofil yang Hidup di Sumber Air Panas Cangar Batu Malang. Indo. J. Chem., 2006, 6 (2), 205 – 211.
3. 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.
4. 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
5. 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.
6. Dirnawan, H. Suwanto, A. Purwaria, T. 2000. Eksplorasi Bakteri Termofil Penghasil Enzim Hidrolitik Ekstraseluler dari Sumber Air Panas Gunung Pancar. Catatan Penelitian. *Jurnal Hayati*. Vol. 7 (2). Hal: 52-55
7. Ginting, Y. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Sumatera Utara. Tesis: USU Medan
8. 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
9. Hartanti, A.S. 2015. Mikrobiologi kesehatan. Ed. I. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
10. Hastuti, W., A. Agustien., and Nurmiati. 2012. Screening and characterization of amylothermophylic bacteria from Semurup hot springs, Kerinci, Jambi. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 1(2): 150-155.
11. Irdawati. Mades Fifendy. 2011. Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Amilase Dari Sumber Air Panas Rimbo Panti, Pasaman
12. Irena, Amelinda. 2010. Isolasi Dan Optimasi Protease Bakteri Termofilik Dari Sumber Air Panas Tangkuban Perahu Bandung. Skripsi. IPB. Bogor
13. Junaidi. M, H. 2008. Deteksi dan Produksi Amilase. Universitas Brawijaya: Malang
14. Kurniawan, Hafiz Muchti. 2011. Isolasi dan Optimasi Ekstrinsik Bakteri Termoproteolitik Isolat Sumber Air Panas Semurup Kabupaten Kerinci, Jambi. Tesis. Pascasarjana Universitas Andalas. Padang

15. Kurniawati, Dwi Heni. 2012. Seleksi, Karakterisasi, Dan Identifikasi Isolat Bakteri Termofilik Pasca Erupsi Merapi Sebagai Penghasil Enzim Protease. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
16. Kusnandar, F., Hariyadi, P., dan Wulandari, N. 2010. Aspek Mikrobiologi Makanan Kaleng. (Online), Diakses tanggal 8 mei 2010
17. Kusuma, S.A.F. 2009. Uji biokimia bakteri. (Karya ilmiah). Bandung: Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran. Galon pada Konsumen di Kecamatan Mal
18. 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
19. Muharni. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Kitinase dari Sumber Air Panas Danau Ranau Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Sains. Vol 9 (1): 12-15
19. Pakpahan, R. 2009. Isolasi Bakteri Termofilik dan Uji Aktivitas Protease dari Sumber Air Panas Sipoholon Tapanuli Sumatera Utara. Tesis. USU Medan
20. Patasik, I., D.Y.P Runtuboi., T. Gunaedi and Y. Ngili. 2015. Identification and characterization of thermophilic Bacillus sp with protease activity at the fragment of 16S rRNA gene of several hot springs in Merauke, Papua-Indonesia. Der Pharma Chemica.
21. Rahmadani, E.P., A. Agustien dan F.A. Febria. 2015. Isolasi dan karakterisasi bakteri amilotermofilik dari sumber air panas Sungan Medang. Jurnal Biologi Universitas Andalas. 4(1): 119-122.
22. Runtuboi, D., T. Gunaedi, V. Purnamasari., I. Patasik dan N. Uyo. 2014. Indentifikasi Bacillus termofilik penghasil protease dari beberapa sumber air panas di Merauke Papua. Prosiding Seminar Nasional Biologi di Jayapura, 7-8 Oktober 2014, hal: 1-6.
23. 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
24. Sutimiharja, N. 2008. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Amilase Termofil Kasar dari Sumber Air Panas Gurukinayan Karo Sumatera Utara. Tesis: USU Medan
25. 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.
26. 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.
27. 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
28. Zubaidah, Siti. 2017. Bakteri: Kajian Tentang Beberapa Aspek Biologis. Universitas Negeri Malang. Malang