

Identifications of *Hiperthermofil* Bacteria Genus *Thermus* for initial exploration of the geothermal manifestation surface

Identifikasi Bakteri *Hiperthermofil* Genus *Thermus* Untuk Eksplorasi Awal Permukaan Manifestasi Geothermal

Ridwan Maulana¹ Agil Gemilang R²

Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Email : [1ridwan.kancil93@gmail.com](mailto:ridwan.kancil93@gmail.com) [2agil.agr@gmail.com](mailto:agil.agr@gmail.com)

Abstract

Indonesia has potential geothermal energy is very large about 28 GWe, initial explore was still needs and utilized to meet the energy needs of the nation. The existence of these geothermal systems have various characteristic geothermal. In the study of microbiology known a colony of bacteria that live only in extreme temperatures around 90°C to 113°C crater as hiperthermofil bacteria. For this study aims to analyze the presence of bacteria hiperthermofil of the genus *Thermus*, that if developed further as help to give some information could potentially geothermal manifestations in the geothermal fluid circulation system due to the nature of this genus of bacteria will live in a fluid circulation. The method used in this study is the observation method in Kamojang Garut craters, we were take 3 point sample from different crater. The procedure is the work done inoculation samples of water and mud that must be done directly in the field due to character Thermofil in a Na medium, then the sample was optimized in the laboratory to obtain bacteria isolates from his hiperthermofil. Her results obtained from the bacterium *Thermus aquaticus* species. By living in the habitat temperatures of 100, 103, and 98 of each crater. This proves that the flow of water in the crater Kamojang can carry three types of bacteria of the same species, it can be identified that all three craters are located within the same thermal fluid circulation.

Keyword : *Identification Sulfat Reducing Bacteria (SRB)*, *Geothermal Manifestation*, *Thermal Fluid Circulation*

Sari

Indonesia memiliki potensi energi panas bumi yang sangat besar sekitar 28 Gwe yang masih perlu dieksplorasi dan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energy bangsa. Keberadaan panas bumi tersebut mempunyai berbagai karakter sistem panas bumi. Dalam studi mikrobiologi dikenal suatu koloni bakteri yang hanya hidup di suhu ekstrim kawah sekitar 90°C sampai 113°C sebagai bakteri *hiperthermofil*. Untuk itu penelitian ini bertujuan menganalisis keberadaan bakteri *hiperthermofil* genus *thermus* yang jika dikembangkan lebih lanjut bisa berpotensi sebagai penciri manifestasi geothermal dalam satu sistem sirkulasi fluida panas bumi dikarenakan sifat genus bakteri ini akan hidup dalam satu sirkulasi fluida. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi di kawah Kamojang Kabupaten Garut dengan pengambilan di 3 titik kawah yang berbeda sebagai sampel. Prosedur kerja yang dilakukan adalah inokulasi sampel air dan lumpur yang harus dilakukan secara langsung di lapangan dikarenakan sifatnya thermofil dalam medium Na, kemudian sampel dioptimasi di laboratorium untuk didapatkan isolat dari bakteri hiperthermofilnya. Hasilnya didapatkan bakteri dari spesies *Thermus aquaticus* di tiga sampel kawah dengan masing-masing suhu 100, 103, dan 98 . Hal ini membuktikan bahwa aliran air di kawah kamojang dapat membawa tiga jenis bakteri dari spesies yang sama, hal bisa mengidentifikasi bahwa ke tiga kawah tersebut berada dalam satu sirkulasi fluida panas yang sama.

Kata Kunci : *Identifikasi Bakteri Pereduksi Sulfat (SRB)*, *Manifestasi Panas Bumi*, *Siklus Fluida Panas*

Pendahuluan

Energi panas bumi, adalah energi panas yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi dan fluida yang terkandung didalamnya.

Di Indonesia usaha pencarian sumber energi panasbumi pertama kali dilakukan di daerah Kawah Kamojang pada tahun 1918.

Sistim panas bumi di Indonesia umumnya merupakan sistim hidrothermal yang mempunyai temperatur tinggi ($>225^{\circ}\text{C}$), hanya beberapa diantaranya yang mempunyai temperatur sedang ($150-225^{\circ}\text{C}$). Pada dasarnya sistim panas bumi jenis hidrothermal terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari suatu sumber panas ke sekelilingnya yang terjadi secara konduksi dan secara konveksi. Perpindahan panas secara konduksi terjadi melalui batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi karena adanya kontak antara air dengan suatu sumber panas.

Kegiatan Usaha Panas Bumi adalah suatu kegiatan untuk menemukan sumber daya Panas Bumi sampai dengan pemanfaatannya baik secara langsung maupun tidak langsung.

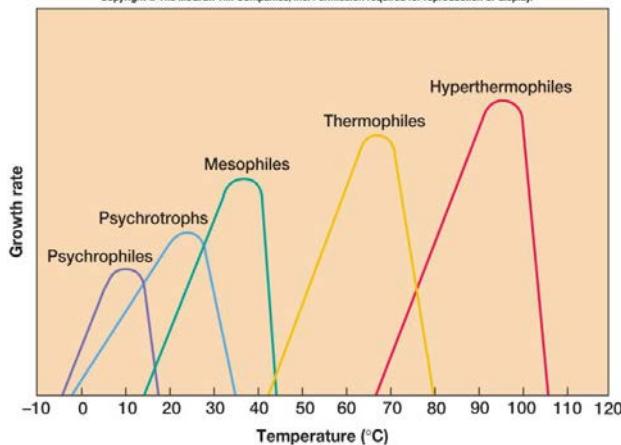
Survei Pendahuluan adalah kegiatan yang meliputi pengumpulan, analisis dan penyajian data yang berhubungan dengan informasi kondisi

geologi, geofisika, dan geokimia untuk memperkirakan letak dan adanya sumber daya Panas Bumi serta Wilayah Kerja.

Studi biologi dengan menganalisis keberadaan bakteri *hiperthermofil* genus *thermus* yang jika dikembangkan lebih lanjut bisa berpotensi memberi informasi tambahan yang didapat dari tempat hidup bakteri ini, yang bisa menginformasikan karakteristik sistem sirkulasi fluida panas bumi yang ada di manifestasi panas bumi yang ada di permukaan.

Tinjauan Pustaka

Berdasarkan suhu optimum pertumbuhan, mikroorganisme secara umum dibedakan atas mikroorganisme psikofil, psikotrop, mesofil, termofil, dan hipertermofil. Bakteri psikofil hidup pada kisaran suhu $0-20^{\circ}\text{C}$ dan. Bakteri psikotrop dapat tumbuh pada suhu $0-35^{\circ}\text{C}$. Bakteri mesofil dapat tumbuh pada suhu $20-45^{\circ}\text{C}$ dan bakteri termofil tumbuh pada suhu $45-65^{\circ}\text{C}$. Bakteri hipertermofil hidup pada suhu di atas 90°C dan maksimal pada suhu 100°C , namun pada beberapa bakteri dapat hidup pada suhu $80-113^{\circ}\text{C}$. (Prescott, 2005 122-124).



Gambar 1. Suhu Pertumbuhan

Mikroorganisme (Prescott, 2005: 124).

Termofilik secara umum diartikan sebagai organisme yang hidup pada suhu di atas 45 °C. Organisme ini telah memberikan pengetahuan baru selama beberapa tahun terakhir. Minat para ilmuwan terhadap organisme termofil semakin tinggi terutama adanya penemuan bakteri-bakteri yang dapat hidup pada suhu didih air atau bahkan lebih tinggi (Lestari, 2000: 21-25).

Mikroorganisme termofilik dapat diisolasi dari berbagai sumber, termasuk sumber air panas baik terdapat di darat maupun di laut, tanah yang selalu terkena sinar matahari, bahan yang mengalami fermentasi seperti kompos dan instalasi air panas. Bakteri termofilik merupakan bakteri dengan kemampuan bertahan hidup pada kondisi panas sampai ekstrim panas, pada beberapa literatur bahkan disebutkan ada yang mampu bertahan hidup pada suhu 250 °C (Vieille & Zeikus, 2001: 23).

Pada penelitian ini, karakterisasi bakteri termofilik dalam sampel di kawah Kamojang ditentukan sampai tingkat genus. Genus bakteri ditentukan sesuai dengan second edition of Bergeys Manual.

Karakterisasi bakteri ditentukan melalui pengamatan secara mikroskopis.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi di kawah Kamojang Kabupaten Garut dan metode eksperimental untuk pengamatan sekala laboratorium.

1. Sterilisasi Alat dan Bahan

Alat-alat yang sudah dibersihkan dibungkus dengan kertas, medium selektif NA dan API dibuat di Erlenmeyer disumbat dengan kapas, kemudian dimasukkan ke dalam autoklaf. Waktu sterilisasi adalah 10-15 menit dengan suhu 110°C dan tekanan 1 atm. Setelah jarum barometer dan thermometer menunjukkan angka nol, autoklaf baru dibuka. Alat-alat dimasukkan ke dalam oven sebelum digunakan dan medium digunakan setelah suhunya hangat.



Gambar 2. Medium Selektif NA dan API

2. Metode Inokulasi Langsung di Lapangan

Pada umumnya bakteri non termofil diinokulasi di laboratorium akan tetapi karena sifatnya bakteri harus diinokulasi

langsung di lapangan. Mulanya pengukuran suhu kawah, lalu Pengambilan sampel air kawah ,sampel ditanam pada media agar dengan metode Pengenceran. Sampel yang diambil adalah air dan lumpur panas bersuhu 90-120⁰C dilakukan 3 kali dengan 3 tempat kawah yang berbeda. Jenis bakteri yang tumbuh dari masing - masing sample kemudian diinokulasi di tempat dengan memasukan medium selektif dari tabung reaksi ke cawan petri, sampel diambil masing 2 ml dengan pipet dan ditutup dengan alumunium foil, sampel harus segera dibawa ke inkubator dengan termos khusus karena hanya dapat bertahan 6 jam di termos .



Gambar 3. Inokulasi di lapangan



Gambar 4. Hasil Inokulasi di lapangan

3. Screening Bakteri Hiperthermofil

Berbeda dengan bakteri pada umumnya bakteri hiperthermofilik adalah bakteri yang rentan terhadap suhu itu sebabnya medium selektif nya menggunakan agar API, medium diinkubasi selama 24 jam, bakteri yang tumbuh dari masing-masing sample diidentifikasi dengan panduan "Microbiology A Laboratory Manual" (Sherman and Cappuccino, 1987), serta diuji kemampuan biokimianya dengan panduan "Bergey Manual of Determinative Bacteriology " (Holt et al,1994). Dari sini didapatkan medium selektif API lebih efektif daripada NA. kemudian sampel harus segera ke agar miring kan agar tidak mati karena perbedaan suhu. Pertama-tama encerkan kembali medium API kemudian dimiringkan dengan dengan alat spons agar, setelah beku penanaman bakteri dilakukan dengan metode streak yaitu membuat goresan secara zigzag kemudian ambil sampel dengan ose titik dan tanamkan di agar miring. Pelaksanaan screening ini harus didekatkan dengan bunsen agar steril dan terjaga suhunya.



Gambar 5. Perbandingan sampel air dan lumpur dari 3 kawah di kamojang

4. Metode optical density

Metode ini dilakukan untuk menentukan kurva tumbuh bakteri. Metode ini dilakukan dengan mengambil 10 ml larutan sampel dan diukur daya absorbansinya dengan spektrofotometer dari sinilah didapatkan nilai Total Plate Count (TPC) pertumbuhan bakteri hiperthermofil nya.

5. Uji SEM

Inilah tahap penentuan dari penelitian ini, dengan analisis SEM isolat murni bakteri dianalisis jenis bakteri yang tumbuh dengan lebih detail dan akurat.

Hasil Penelitian

1. Hasil isolasi bakteri

Isolasi dan total plate count bakteri hiperthermofil menggunakan metode pourplate pada media selektif API (Cappuccino, G J and Sherman,1987). diinkubasi secara anaerobik menggunakan

anaerobic iar selama 48 - 72 jarn (Holt., 1994). Mendapatkan hasil :

Kode Isolat	Keberadaan Koloni	Ciri Mikroskopis	Jumlah (sel/ML)
Air/kwh 1	+	Circular, entire, convex, opaque, unpigmented, glistening, ropy	$2,0 \times 10^4$
Air/kwh 2	+	Circular, entire, convex, opaque, unpigmented, glistening, ropy	$2,0 \times 10^5$
Air/kwh 3	-	Salah prosedur/API membeku	Tidak teridentifikasi
Lumpur/Kwh 1	+	Irregular, filamentous, raised, translucent, unpigmented, slistening	$2,0 \times 10^3$
Lumpur/Kwh 2	+	Irregular, filamentous, raised, translucent, unpigmented, slistening	$2,0 \times 10^3$
Lumpur/Kwh 3	+	Irregular, filamentous, raised, translucent, unpigmented, slistening	$2,0 \times 10^3$

Gambar 6. Hasil isolasi bakteri dari lumpur dan air Kawah Kamojang

Didapatkan hasil yang cukup bagus dari hasil isolasi bakteri ini karena bukan hal yang mudah untuk mengisolasi bakteri hiperthermofil karena toleransi suhu yang yang Rendah dari bakteri ini yaitu sekitar 90-1200C saja. Terlihat sampel air memiliki jumlah bakteri yang lebih banyak dibandingkan dengan jumlah bakteri di lumpur, kemudian terdapat beberapa

perbedaan ciri spesifik dari kedua macam sampel namun dari panduan "Microbiology A Laboratory Manual" keduanya mengarah ke cirri dari bakteri hiperthermofil.

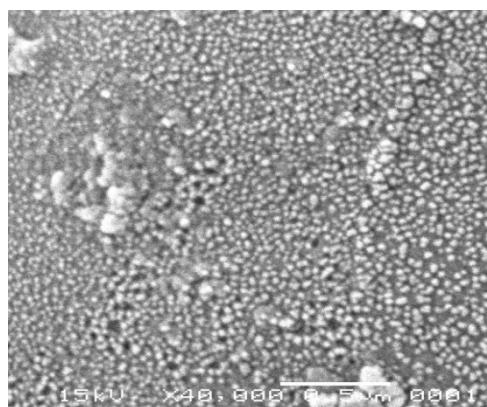


Gambar 7. Bahan dan hasil agar miring

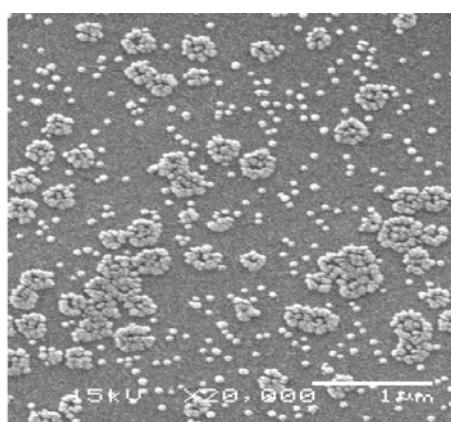
2. Hasil mikroba uji SEM

Dari tahap isolasi hanya akan didapatkan cirri umum sesuai deskripsi "Microbiology A Laboratory Manual", dan untuk mengidentifikasi bakteri lebih lanjut perlu dilakukan uji SEM selama 3 bulan, karena keterbatasan alat di lab biologi FMIPA dan lab Riset Fapet Unpad penelitian ini dilanjutkan di LIPI Cibinong untuk analisis SEM. Hasil nya dalam waktu 2 bulan didapatkan kurva tumbuh sebanyak 40 dengan identifikasi sampai genus hasil dari analisis SEM didapatkan jenis bakteri yang sama yaitu

Hiperthermofil dengan genus *Thermus* dari semua isolat yang tumbuh. Hal ini mengidentifikasi bahwa bakteri ini membangun jaringan yang sama antar kawah dimana bakteri yang sama akan didapatkan di beberapa kawah yang terhubung dalam satu lingkungan. Akan tetapi penelitian ini belum sampai ke identifikasi spesies detail karena keterbatasan dana dan waktu, namun analisis SEM 40 siklus juga cukup untuk membuktikan bahwa ada bakteri ini di manifestasi geothermal.



Gambar 8. Hasil SEM isolat Air/Kwh 2



Gambar 9. Hasil SEM isolat Lumpur/Kwh 2

Kesimpulan

1. Didapatkan isolat murni bakteri *hiperthermofil* genus *thermus* dari 3 Kawah Kamojang
 2. Terdapat perbedaan karakter antara bakteri hiperthermofil yang hidup di lumpur dengan yang hidup di air, hal ini kemungkinan spesies yang berbeda yang harus dibuktikan dengan SEM lanjutan.
 3. Jarak ke tiga kawah berjauhan namun ditemukan bakteri yang sama hal ini mengarah pada sirkulasi aliran mata air dari sirkulasi yang sama.
- Cappuccino, G. J and Sherman, N. Ig8T."Microbiology:Laboratory Manual ".Rockland Company College, State University of New York.
- Grimm, K., V. D. Hoeven, Grimm. W. D., Langendijk . P.2OO2.Invitro Colonizatiorr of Hiperthermofil on Resorbable Membranes for Periodontal Regeneration. Quuantitative SEM Evaluation. Journal Antimocrobial and Anti Imflammatory. 3:45

Daftar Pustaka

- Brand, H. 1999. Microbial of Thermofil. Switzerland. h. 192-217.