

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gua merupakan suatu ekosistem yang gelap karena hanya mendapatkan sedikit cahaya matahari sehingga memiliki suhu yang konstan. Gua juga dianggap sebagai sistem yang kompleks dengan berbagai iklim mikro (Rodríguez-Durán, 2009). Gua memiliki kelembapan udara tinggi serta ketersediaan oksigen. Namun pada gua sumber nutrisi terbatas sehingga kehidupan yang ada didalam gua harus bertahan dengan sumber makanan yang ada didalamnya dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan termasuk mikroorganisme (Barton, Michael, and Norman, 2004).

Sumber nutrisi dalam gua jarang mencapai TOC (*Total Organic Carbon*) 0,5 mg per liter (Barton and Valme, 2007). Akan tetapi komposisi mineralogi gua yang tinggi membuat lingkungan ideal untuk dihuni mikroba. (Marques, Joao, Eduardo, Adriana, Suzana and Rachel, 2019). Salah satu mineral yang banyak didalam gua yaitu mineral kalsit yang dihasilkan dari pengendapan kalsium karbonat. Mineral kalsit ini terdistribusi luas di bumi dan ditemukan pada bebatuan seperti batu marmer, batu gamping dan batu pasir diperairan maupun di daratan (Putra, Yasuhara, Kinishita, Erizal, and Sudiby, 2019). Pengendapan mineral karbonat 50% dibantu oleh beberapa mikroorganisme (Sarayu, Iyer, and Murthy, 2014). Pada penelitian Sukmawati (2015) melaporkan bahwa jenis mineral ornamen Gua Salukang Kallang seperti stalaktit, stalakmit, dan flowstone menurut hasil karakterisasi XRD memiliki kesamaan yakni didominasi oleh calcite (CaCO_3) hingga 99% dan sebagian kecil pengotor yakni graphite, quartz (SiO_2), dan rutile (TiO_2). Pada penelitian Marques *et*

al., (2019) melaporkan bahwa suatu populasi mikroba paling banyak ditemukan pada batuan (96%), kerikil (73%), dan sedimen (57%).

Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai keberadaan mikroba yang di isolasi dari beberapa sumber substrat di dalam gua seperti pada tanah gua, mikroba pada kotoran kelelawar, mikroba pereduksi sulfat, dan mikroba pembentuk kalsium karbonat/kalsit (CaCO_3) pada *speleothem* (ornamen gua) (Baskar, Baskar, Mauclaire, Mckenzie, 2006). Beberapa spesies bakteri dari berbagai sumber tersebut berperan penting dalam proses presipitasi (pengendapan) mineral karbonat di berbagai lingkungan alami, seperti tanah, formasi geologi, biofilm di air, yaitu dengan berperan sebagai agen geokimia dan menginduksi pembentukan mineral (Ghosh & Mandal, 2006).

Penelitian Ercole, Paola, Giorgio and Aldo (2001) melaporkan bahwa bakteri yang diisolasi dari sampel *speleothem* (ornamen gua) stalaktit dan flowstone dari Gua Stiffe's di Italia mempunyai kemampuan untuk mempresipitasi kalsit. Isolat bakteri dari flowstone mempunyai kemampuan presipitasi kalsit yang lebih tinggi dibandingkan stalaktit. Menurut Heveran, Liya, Aparna, Mija, Riyan Jeffery, Sherri and Wil (2019) banyak teknik menggunakan mikroorganisme untuk presipitasi CaCO_3 (kalsit). Presipitasi kalsit oleh mikroorganisme dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya, hidrolisis urea, denitrifikasi, reduksi ferrum, dan reduksi sulfat (De Jong, Brina, Brian, and Douglas, 2009). Salah satu manfaat dari mikroorganisme yang mampu mempresipitasi kalsit yaitu dapat di gunakan sebagai agen biosementasi.

Biosementasi merupakan suatu inovasi dari pengembangan teknik bioproses yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai agen nya. Biosementasi mengacu pada

keberadaan kalsit yang terbentuk dari aktivitas mikroorganisme (De Muynck, Nele, and Willy 2010). Aktivitas mikroorganisme seperti hidrolisis urea dapat membuat lingkungan alkali (peningkatan pH dan peningkatan karbon anorganik terlarut), sehingga presipitasi kalsium karbonat terjadi dengan adanya ion kalsium dalam sistem (Ariyanti, Hadiyanto, and Handayani, 2012).

Hidrolisis urea merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam aplikasi biosementasi karena kalsium karbonat (CaCO_3) yang terbentuk merupakan bahan utama biosementasi yang merekatkan antar partikel pasir. Metode hidrolisis urea ini dikatalis oleh enzim urease (Urea Aminohidrolase E.C. 3.5.1.5). Ada beberapa jenis bakteri yang diketahui memiliki kemampuan tersebut seperti *Sporosarcina pasteurii*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus pasteurii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus*, dan masih banyak lagi (Whiffin, 2004). Teknik biosementasi dilakukan dengan menginjektikan bakteri ureolitik, bersama dengan nutriennya (urea) dan bahan lain, yaitu CaCl_2 dengan komposisi dan tahapan tertentu. Enzim urease akan mengkatalis urea sehingga melepas ion karbonat, yang selanjutnya akan terikat dengan ion kalsium dari CaCl_2 dan mempresipitaskan kalsium karbonat/kalsit (CaCO_3). Kalsit inilah yang akan berperan dalam biosementasi yang akan mengikat partikel pasir satu sama lain. Oleh karena itu enzim urease merupakan faktor yang penting dalam pembentukan kalsit pada biosementasi (Tronics, 2011).

Gua Ngalau Indah merupakan salah satu gua karst yang ada di Sumatera Barat. Gua ini berada di Kota Payakumbuh yang terletak di lereng perbukitan. Gua ini memiliki beberapa mulut gua sebagai akses masuk dan keluar. Di dalam gua

besar ini dapat dilihat keindahan beberapa *speleothem* (ornamen gua) seperti stalagtit, stalagmit dan flowstone yang cukup terjaga.

Di Indonesia sendiri, penelitian yang membahas tentang biosementasi maupun kemampuan bakteri pada *speleothem* (ornamen gua) sebagai agen biosementasi masih jarang dilakukan. Oleh karena itu dilakukan pencarian bakteri pada *speleothem* (ornamen gua) yang dapat menghasilkan enzim urease yang berperan dalam pembentukan kalsit pada biosementasi dengan pengambilan sampel di Gua Ngalau Indah, Payakumbuh.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu:

- 1) Apakah bakteri yang ditemukan pada ornamen gua Ngalau Indah, Payakumbuh dapat menghasilkan enzim urease?
- 2) Bagaimana karakter isolat bakteri yang ditemukan dari ornamen gua Ngalau Indah, Payakumbuh?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Mengetahui kemampuan isolat bakteri pada ornamen gua Ngalau Indah, Payakumbuh yang dapat menghasilkan enzim urease.
- 2) Mengetahui karakter isolat bakteri yang ditemukan dari ornamen gua Ngalau Indah Payakumbuh.



1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai data awal informasi mengenai bakteri pada ornamen gua Ngalau Indah, Payakumbuh yang didindikasikan dapat menghasilkan enzim urease yang dapat digunakan dalam perkembangan bioteknologi konstruksi seperti biosementasi.

