

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang memiliki peran penting dalam berbagai bidang seperti kesehatan, pangan, industri, pertanian dan lingkungan. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bakteri ikut berkontribusi dalam bidang bioteknologi konstruksi. Hal ini terkait dengan masalah konstruksi yaitu retakan beton.

Beton adalah material konstruksi yang terdiri atas campuran agregat, semen dan air (Widodo dan Basith, 2017). Beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam konstruksi karena kekuatan, daya tahan dan biaya yang rendah dibandingkan dengan bahan konstruksi lain (Khaliq dan Ehsan, 2016). Namun ketahanan beton dapat menurun disebabkan oleh suhu dan kelembaban yang tidak stabil (Herlambang dan Saraswati, 2017). Kelemahan utama beton adalah kuat tarik yang rendah sehingga rentan terhadap pengembangan dan penyusutan ketika terjadi perubahan suhu serta menimbulkan keretakan (Khaliq dan Ehsan, 2016).

Retakan beton merupakan masalah yang sering terjadi pada infrastruktur berbahan beton seperti jalan raya, jembatan, serta bangunan yang terbuat dari beton. Retakan yang timbul jika tidak ditangani dapat menyebabkan kerusakan pada beton yang membutuhkan biaya perbaikan yang tinggi (Tziviloglou, Wiktor, Jonkers dan Schlangen, 2016). Berbagai strategi digunakan untuk peningkatan daya tahan beton seperti epoksi, resin akrilik dan polimer silikon, membutuhkan biaya tinggi dan berbahaya bagi lingkungan (Khaliq dan Ehsan, 2016).

Solusi untuk mengendalikan retakan beton yang efisien dari segi biaya dan bersifat ramah lingkungan saat ini dikenal dengan istilah *bio concrete*. *Bio concrete* adalah upaya perbiakan mandiri pada beton (*self-healing concrete*) yang melibatkan produksi senyawa mineral melalui aktivitas bakteri dalam beton (Khaliq dan Ehsan, 2016). Mineral utama yang berperan dalam hal ini yaitu kalsium karbonat (CaCO_3) (Tziviloglou *et al.*, 2016).

Di alam, CaCO_3 dapat terbentuk dari proses biomineralisasi yang diperankan oleh bakteri. Proses ini menyebabkan perubahan kimiawi lingkungan yang menghasilkan pengendapan mineral (Phillips, Gerlach, Lauchnor, Mitchell, Cunningham dan Spangler, 2013). Biomineralisasi yang dilakukan bakteri dalam proses pengendapan atau presipitasi kalsium karbonat dikenal dengan istilah *Microbially Induced Calcite Precipitation* (MICP).

MICP merupakan suatu teknologi ramah lingkungan dalam bidang konstruksi yang melibatkan bakteri sebagai biokatalis untuk menginduksi presipitasi kalsium karbonat (Omoregie, Siah, Pei, Yie, Weissmann, Enn, Rafi, Zoe, Mkwata, Sio dan Nissom, 2018). Presipitasi kalsium karbonat terjadi melalui mekanisme yang berbeda. Namun, mekanisme yang paling banyak digunakan yaitu presipitasi kalsium karbonat melalui hidrolisis urea oleh bakteri (ureolitik) (De Muynck, De Belie dan Verstraete, 2010).

Bakteri ureolitik adalah bakteri yang mampu menghasilkan enzim urease untuk menghidrolisis urea (Novanti dan Zulaika, 2018). Enzim urease merupakan enzim penting dalam proses presipitasi kalsium karbonat (Omoregie, Senian, Li, Hei, Leong,

Ginjom dan Nissom, 2016a). Ambarsari dan Ridlo (2018) mengatakan bakteri ureolitik memiliki peran penting dalam proses presipitasi kalsium karbonat. Bakteri ureolitik selain dimanfaatkan untuk memperbaiki retakan beton juga dimanfaatkan untuk pengikatan partikel tanah sehingga meningkatkan kekuatan tanah (Ivanov dan Stabnikov, 2017) dan remediasi logam berat (Omoregie, Palombo dan Nissom, 2021).

Bakteri ureolitik melakukan hidrolisis urea menyebabkan terbentuk ammonia dan karbonat sehingga meningkatkan pH lingkungan serta membentuk presipitasi kalsium karbonat (Talaiekhozan, Keyyanfar, Shafaghat, Andalib, Majid, Fulazzaky, Zin, Lee, Hussin, Hamzah, Marwar dan Haidar, 2014). Ketika proses hidrolisis urea terjadi dilingkungan yang kaya akan kalsium, maka akan menyebabkan kalsium karbonat (kalsit) mengendap sehingga terbentuk kristal padat. Endapan kristal ini membentuk semen kalsit yang keras (Siddique dan Chahal, 2011). Proses tersebut terjadi dalam pembentukan struktur gua (Tomczyk-Żak dan Zielenkiewicz, 2015).

Struktur gua (*speleothem*) menjadi salah satu habitat bakteri ureolitik. Gua Baba merupakan gua aktif yang ada dikota Padang, Sumatera Barat yang terletak di dalam lokasi penambangan batu kapur PT. Semen Padang dengan panjang 245 m dan berada di ketinggian 235 mdpl (Setipu, 2009). Berdasarkan *survey* lapangan, gua Baba memiliki *speleothem* yang terdiri dari stalaktit, stalagmit, gordam dan flowstone. Febria, Saputra dan Nasir (2015) melaporkan bahwa ditemukan isolat bakteri yang diisolasi dari ornamen gua Baba.

Cacchio, Ercole, Cappucino dan Lepidi (2003) melaporkan strain bakteri yang diisolasi dari gua batu kapur mampu mempresipitasi kalsium karbonat. Dhimi,

Mukherjee dan Watkin (2018) melaporkan ada komunitas mikroba pada *speleothem* gua kalsit di alam yang didominasi oleh Firmicutes dan Proteobacteria. Omoregie (2016b) melaporkan bahwa terdapat bakteri ureolitik di limestone gua yang efisien dalam biosementasi. Hasil identifikasi menggunakan gen 16S rRNA menunjukkan spesies *Sporosarcina pasteurii*, *Pseudogracilibacillus auburnensis*, *Bacillus lentus*, *Sporosarcina luteola* dan *Bacillus fortis*.

Dalam kajian mikrobiologi, isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi akan diidentifikasi. Identifikasi dapat dilakukan dengan metode konvensional dan modern. Secara konvensional, identifikasi isolat bakteri dapat dilakukan dengan pengamatan morfologi, mikroskopis dan uji biokimia. Secara modern dilakukan analisis molekuler menggunakan gen 16S rRNA (Setiawan, Sulistyanto dan Senjarini, 2017). Urutan gen 16S rRNA dengan panjang sekitar 1.550 bp dan terdiri dari daerah variabel dan daerah yang dilestarikan. Gen ini cukup besar dengan polimorfisme interspesifik yang cukup untuk memberikan perbedaan dan pengukuran yang valid secara statistik (Clarridge, 2004).

Berdasarkan informasi-informasi diatas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang potensi isolat bakteri ureolitik yang diisolasi dari *speleothem* gua Baba. Melihat kemampuan isolat bakteri ureolitik dalam presipitasi kalsium karbonat serta menentukan jenis bakteri berdasarkan identifikasi menggunakan analisis molekuler gen 16S rRNA.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian yaitu:

1. Apakah isolat bakteri *speleothem* gua Baba terindikasi menghasilkan enzim urease?
2. Apakah isolat bakteri ureolitik *speleothem* gua Baba mampu mempresipitasi CaCO_3 ?
3. Apasaja jenis bakteri ureolitik yang mampu mempresipitasi CaCO_3 ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yaitu:

1. Menguji isolat bakteri *speleothem* gua Baba yang terindikasi menghasilkan enzim urease.
2. Menguji isolat bakteri ureolitik *speleothem* gua Baba yang mampu mempresipitasi CaCO_3 .
3. Mengidentifikasi jenis bakteri ureolitik yang mampu mempresipitasi CaCO_3 menggunakan analisis molekuler gen 16S rRNA.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu mengisi kanzah ilmu pengetahuan dan menjadi solusi dibidang konstruksi untuk perbaikan keretakan beton. Menemukan bakteri ureolitik *speleothem* gua yang mampu mempresipitasi CaCO_3 .