

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gumuk pasir merupakan bukit pasir yang tersusun dari material sedimen kasar karena adanya tenaga angin yang kencang (Boorman, 1977). Gumuk pasir di dunia terbagi menjadi dua, yaitu *desert dunes* dan *coastal dunes* (Putra, 2016). Pengelompokan jenis gumuk pasir pesisir dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu *well developed dune system* (gumuk pasir yang terbangun dengan baik) dan *small sand dunes* (gumuk pasir kecil). *Small sand dunes* umumnya berada di dekat pantai pasir, rawa air asin, mangrove dan tanjung berbatu (Putra, 2016).

Menurut Martinez *et.al* (2014), gumuk pasir pesisir merupakan ekosistem unik yang terletak di antara daratan dan lingkungan laut. Gumuk pasir pesisir tersebar di seluruh dunia pada daerah yang berasosiasi dengan pantai berpasir dan menghasilkan berbagai bentuk dan dimensi gundukan. Gumuk pasir pesisir terletak pada wilayah-wilayah yang memiliki iklim tropis dan sub tropis. Curah hujan pada gumuk pasir pesisir adalah >2.000 mm. Karena kecepatan angin yang tinggi gumuk pasir pesisir tidak memiliki faktor pembatas berupa curah hujan. Suhu yang dimiliki gumuk pasir pesisir sekitar 23 – 26°C, sementara pada musim panas suhunya dapat mencapai 65°C (Myers, 2019).

Satu-satunya gumuk pasir di Indonesia berada di Pantai Selatan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu Gumuk Pasir Parangkusumo (Astuti dkk., 2014). Gumuk pasir ini merupakan satu dari tiga gumuk pasir yang ada di Asia Tenggara, dua yang lain yaitu gumuk pasir Mui Ne Sand Dunes terletak di Vietnam dan gumuk pasir La Paz Sand Dune terletak di Filipina (Putra, 2016). Gumuk Pasir Parangkusumo memiliki keistimewaan tersendiri sebab memiliki tipe barchan namun terletak di wilayah beriklim tropis basah (Putra, 2016). Pada iklim tropis basah, gumuk pasir yang terbentuk adalah gumuk membusut (*hummock dunes*) dan gumuk parabolic

(*parabolic dunes*) (Nursastri, 2016). Gumuk pasir bertipe barchan hanya ada di lingkungan dengan iklim arid atau setengah kering seperti di Filipina dan Vietnam, dimana suplai pasirnya terbatas dan permukaannya relatif datar, pasirnya keras dan tidak terdapat vegetasi. (Putra, 2016). Ketidaksesuaian antara proses pembentukan dan iklim menyebabkan Gumuk Pasir Parangkusumo langka (Nursastri, 2016). Gumuk Pasir Parangkusumo merupakan gumuk pasir tropis yang memiliki ukuran terbesar dengan ketinggian dapat mencapai 15 meter (Nuraini dkk., 2016).

Gumuk Pasir Parangkusumo menyimpan biodiversitas mikroorganisme yang unik dan kaya manfaat, salah satunya adalah bakteri penghasil enzim β -glukosidase. Kusuma dkk. (2021) berhasil mengidentifikasi bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari ekosistem Gumuk Pasir Parangkusumo dari kelompok Actinomycetes, yaitu *Streptomyces harenosi* sp. Nov. yang tumbuh pada suhu 45°C dan pH 5,5-7,5. *S.harenosi* memiliki nilai positif pada beberapa uji enzim salah satunya enzim β -glukosidase.

Zeikus (1979) menyatakan bakteri yang tumbuh pada lingkungan dengan suhu tinggi (di atas 40°C dan pertumbuhan maksimum diatas 60°C) memiliki molekul termal yang stabil. Karena tumbuh pada suhu tinggi dan memiliki sifat makromolekul yang unik, bakteri memiliki sifat metabolisme yang tinggi, enzim yang stabil secara fisik dan kimia, pertumbuhan rendah namun tinggi dalam menghasilkan produk akhir. Bakteri dengan enzim stabil diaplikasikan pada produksi bahan bakar, biokonversi limbah, teknologi enzim dan produksi protein sel tunggal.

Penelitian mengenai isolasi bakteri di ekosistem Gumuk Pasir Parangkusumo dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman bakteri dengan berbagai potensi yang ada. Penelitian dilakukan secara *culture-based* untuk metode isolasi dan *non-culture based* untuk mengamati struktur komunitas bakteri secara molekuler. *Culture based* merupakan metode isolasi bakteri yang kemudian ditanamkan pada media umum atau selektif diikuti dengan

menilai pertumbuhan sebagai respon terhadap senyawa tertentu (McLain *et al.*, 2016). Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian *culture based* dimana bakteri dari ekosistem Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta diuji berbagai potensinya, salah satunya yaitu sebagai penghasil enzim β -glukosidase.

Enzim β -glukosidase merupakan satu dari tiga enzim yang termasuk dalam enzim selulase. Bersama dengan endoglukanase dan eksoglukanase, enzim β -glukosidase bekerja secara sinergis untuk mengkatalisis hidrolisis polimer selulosa menjadi monomer glukosa (Ahmed *et al.*, 2017). β -Glukosidase mengkatalisis langkah terakhir setelah enzim selulase lainnya menghidrolisis selulosa untuk menghasilkan selobiosa dan oligosakarida pendek. β -Glukosidase menghidrolisis senyawa tersebut untuk menghasilkan glukosa (Singh *et al.*, 2016). Enzim β -glukosidase menghidrolisis ikatan β -D-glukosidik yang menjadi penghubung unit anhidro- β -D-glukosa dari polimer linier selulosa (Ahmed *et al.*, 2017).

Dalam kelompok glikosida hidrolase, pada klan GH-A β -Glukosidase diklasifikasikan dalam beberapa kelompok yaitu GH1, GH5 dan GH30 (Singh, 2016). Sebagian besar β -Glukosidase ditemukan pada GH1 dan GH3, namun beberapa juga dapat ditemukan pada GH5, GH9 dan GH30. GH1 terdiri dari jenis β -Glukosidase yang berasal dari bakteri, tanaman dan mamalia. GH3 terdiri 44 jenis β -Glukosidase yang diekspresikan oleh kapang dan khamir. Enzim β -Glukosidase dari kelompok GH1 yang ekspresikan oleh bakteri berkontribusi lebih dalam aktivitas β -Glukosidase pada fase termofilik dibandingkan dengan β -Glukosidase kelompok GH3 yang diekspresikan oleh fungi (Zang *et al.*, 2018).

Enzim β -glukosidase berperan dalam biotransformasi berbagai senyawa aktif tanaman, salah satunya ginsenosida. Enzim β -glukosidase dari kelompok GH1 (*Glycose hydrolase*) berperan untuk melakukan biotransformasi pada ginsenosida mayor untuk menjadi ginsenosida minor dengan menghidrolisis bagian gula di posisi C-3 dan C-20 pada ginsenosida

tipe PPD. Hidrolisis gugus gula genosida mayor diperlukan agar senyawa dapat bekerja lebih aktif dan dapat lebih mudah diserap oleh usus. Hidrolisis menggunakan enzim β -glukosidase lebih unggul dibandingkan metode hidrolisis lainnya karena penggunaan enzim β -glukosidase memiliki spesifisitas stereo yang lebih tinggi, hasil konversi, serta efek negatif yang lebih rendah terhadap lingkungan (Gerald dkk., 2019).

Dalam bidang industri, pada produksi biofuel seperti bioetanol dari biomassa tumbuhan, enzim β -glukosidase memiliki peranan penting dalam sistem enzim selulase. Enzim β -glukosidase berfungsi untuk menghidrolisis selobiosa dan oligosakarida menjadi unit glukosa. Dalam prosesnya, endoglukanase dan selobiohidrolase akan mendegradasi rantai selulosa menjadi selobiosa dan oligosakarida pendek. Keduanya dihambat oleh selobiosa. Enzim β -glukosidase akan menghidrolisis selobiosa dan oligosakarida menjadi unit glukosa yang menghilangkan laju penghambatan selobiosa dan meningkatkan laju reaksi selulolisis. β -glukosidase sendiri dihambat oleh produk akhirnya yaitu glukosa sehingga membatasi laju hidrolisis selulosa. Karenanya, β -glukosidase menjadi pembatas laju dalam jalur selulolisis dan *bottle neck* dalam produksi biofuel (Ahmed *et al.*, 2017). Dalam industri rasa β -Glukosidase juga menjadi enzim kunci dalam pelepasan senyawa aromatik dari prekursor glukosidik yang terdapat pada buah-buahan dan produk fermentasi. β -Glukosidase juga digunakan untuk memperbaiki sifat organoleptik jus buah jeruk dengan mengurangi rasa pahit yang dihasilkan oleh senyawa glukosidik (Singh *et al.*, 2016). Dalam industri jeruk, peran lain β -Glukosidase berfungsi untuk membantu perubahan warna selama pasteurisasi. Enzim β -Glukosidase menghidrolisis antosianin penghasil antosianidin dan gula. Antosianin cenderung mengendap dan dapat dihilangkan dengan lebih mudah. Penggunaan enzim β -Glukosidase lebih unggul dibanding menggunakan aglikon yang menghasilkan sedikit warna dan kurang larut. Pada peternakan, suplementasi β -glukosidase bermanfaat untuk hewan dengan sistem pencernaan tunggal seperti babi dan ayam untuk meningkatkan degradasi selulosa sehingga mengarah pada pemanfaatan

nutrisi yang lebih baik (Singh *et al.*, 2016). Pada produk kedelai β -glukosidase diproduksi oleh bakteri probiotik dan dapat menghilangkan bagian glikosida dari flavonoid glikosilasi. Hidrolisis ini memungkinkan penyerapan usus terhadap flavonoid yang diperlukan untuk mendapatkan efek kesehatan yang bermanfaat.

Enzim β -Glukosidase dihasilkan hampir oleh semua domain makhluk hidup. Namun dalam bidang industri, mikroorganisme lebih banyak dipilih sebagai penghasil enzim β -Glukosidase. Faktor yang menyebabkan mikroorganisme dijadikan sebagai sumber enzim di bidang industri yaitu mikroorganisme tumbuh dengan cepat sehingga mempercepat produksi enzim, membutuhkan lebih sedikit ruang daripada hewan dan tumbuhan sehingga penanganan lebih mudah dan menghemat biaya karena ruang yang dibutuhkan lebih sedikit, mikroorganisme dapat dimanipulasi dengan mudah menggunakan rekayasa genetika dan mutagenesis, mikroorganisme tertentu dapat menghasilkan enzim dengan karakteristik khusus seperti termostabilitas dan alkalofilisitas yang banyak dibutuhkan oleh industri dengan kondisi ekstrem dalam proses produksinya.

Eksplorasi bakteri penghasil enzim β -glukosidase belum banyak dilakukan di Indonesia, terlebih di lingkungan ekstrem seperti Gumuk Pasir Parangkusumo di mana dapat diperoleh enzim dengan fitur yang sesuai untuk industri seperti termostabilitas dan tahan kadar garam tinggi.

Oleh karena itu dalam penelitian ini untuk pertama kalinya akan dilakukan isolasi bakteri dari Gumuk Pasir Parangkusumo yang memiliki aktivitas β -glukosidase dan mengidentifikasi spesiesnya. Penulis melakukan penelitian pada bakteri penghasil β -Glukosidase dikarenakan aktivitas enzim β -glukosidase yang diekspresikan oleh bakteri memiliki peranan yang lebih besar dalam fase termofilik daripada enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh kapang dan khamir (Zang *et al.*, 2018). Penelitian ini juga merupakan pertama kalinya dilakukan isolasi dan *screening* bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari gumuk pasir.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, penulis merumuskan pernyataan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat bakteri penghasil enzim β -glukosidase yang dapat diisolasi dari Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta?
2. Apa nama spesies bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta?

1.3 Asumsi Penelitian

Pada penelitian ini, beberapa titik sampling berada di area yang ditumbuhi tanaman Gumuk Pasir Parangkusumo. Adanya tanaman pada ekosistem memungkinkan adanya serasah atau sisa-sisa tanaman. Selulosa merupakan komponen dari dinding sel tumbuhan. Dalam proses hidrolisis selulosa, β -Glukosidase mengkatalisis langkah terakhir setelah enzim selulase lainnya menghidrolisis selulosa untuk menghasilkan selobiosa dan oligosakarida pendek. β -Glukosidase menghidrolisis senyawa tersebut untuk menghasilkan glukosa. Karena adanya enzim β -glukosidase yang berperan dalam dekomposisi bahan organik tanaman menjadi senyawa anorganik, bakteri penghasil enzim β -Glukosidase dapat ditemukan di ekosistem Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengisolasi bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta.
2. Mengetahui nama spesies bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari Gumuk Pasir Parangkusumo, Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan data keanekaragaman bakteri penghasil enzim β -glukosidase dari Gumuk Pasir Parangkusumo.
2. Mendapatkan isolat bakteri penghasil enzim β -glukosidase yang dapat

dieksplorasi kemampuannya untuk menghasilkan enzim, senyawa kimia berharga, senyawa antimikroba dan lain sebagainya di masa depan.

3. Dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian terkait eksplorasi bakteri di ekosistem gumuk pasir.