

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bakteri Selulolitik

CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) media merupakan media yang telah diformulasikan sehingga menjadi media tumbuh selektif bagi bakteri yang menggunakan selulosa sebagai sumber karbon. Struktur rantai CMC media lebih pendek daripada selulosa alami sehingga bakteri lebih mampu untuk mengurai CMC dibandingkan dengan selulosa alami. CMC merupakan bentuk lain dari selulosa yang direaksikan dengan asam *chloroacetic* yang bersifat alkali. Struktur dasar CMC adalah  $\beta$ -1,4 glukopiranosida yang merupakan polimer selulosa. Terbentuknya zona bening di sekitar koloni pada CMC media, menandakan bahwa bakteri tersebut memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa dengan menghasilkan enzim selulase yang mampu merombak substrat selulosa dalam bentuk *carboxy methyl cellulose* (Arifin *et al*, 2019).

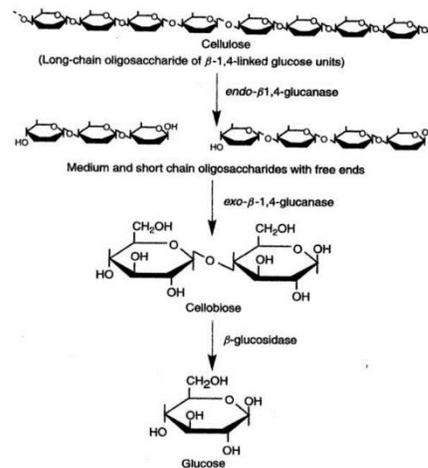
Enzim yang bekerja pada substrat media CMC adalah endo-1,4- $\beta$ -glukanase, selain itu zona bening yang terbentuk disebabkan oleh reaksi *natrium benzydindiazi-bis-1-naftilamin-4-sulfonat* atau yang disebut juga *congored* dengan ikatan  $\beta$ -1,4 glikosida pada media CMC. Besar dan kecilnya zona bening yang terbentuk menentukan aktivitas selulolitik dari bakteri tersebut semakin besar zona bening yang terbentuk maka semakin besar pula aktivitas enzimatis dari bakteri selulolitik tersebut. Zona bening yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik dengan diameter 4 cm dapat dikategorikan tingkat degradasi selulosanya tinggi sehingga bakteri tersebut memiliki aktivitas enzim yang tinggi sedangkan diameter zona bening pada kisaran 0,5-1,9 cm dikategorikan tingkat degradasinya sedang. Perbedaan nilai indeks aktivitas selulolitik pada setiap bakteri akan berbeda-beda bergantung pada potensi sekresi enzim selulase yang dihasilkan oleh bakteri. Indeks selulasi menunjukkan besarnya aktivitas selulolitik yang dihasilkan oleh bakteri (Nofu *et al*, 2014; Setyoko *et al*, 2016; Murtiyaningsih *et al*, 2017).

Tabel 2.1.1 isolat bakteri selulolitik dari berbagai sumber

No.	Spesies Bakteri	Sumber Isolat	Pustaka
1.	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Rumen Sapi	(Lamid <i>et al</i> , 2011)
2.	<i>Bacillus megaterium</i>	Pencernaan Rayap Pekerja ( <i>Macrotermes gilvus</i> )	(Febrianto <i>et al</i> , 2015)
3.	<i>Rigidoporus microporus</i>	Akar Tanaman	(Putri <i>et al</i> , 2019)
4.	<i>Actinobacillus</i> sp.	Saluran pencernaan keong mas ( <i>Pomacea canaliculata</i> )	(Al Arif, 2012)
5.	<i>Bacillus pumilus</i>	Tanah	(Kaniz <i>et al</i> , 2016)

## 2.2 Enzim Selulase

Enzim selulase merupakan enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh bakteri dengan kompleks endo-  $\beta$ -1,4- glukonase, ekso  $\beta$ -1,4-glukonase dan  $\beta$ -1,4 glikosida. Mekanisme kerja enzim selulase adalah dengan memutus ikatan  $\beta$ -1,4 glikosida pada selulosa, selobiosa, dan turunan selulosa lainnya menjadi gula yang lebih sederhana yaitu glukosa. Dalam proses mendegradasi selulosa menjadi glukosa, kompleks enzim tersebut bekerja secara sinergis meliputi; enzim endo-  $\beta$ -1,4- glukonase akan memotong rantai selulosa secara acak, kemudian enzim ekso-  $\beta$ -1,4- glukonase akan menyerang bagian yang terbuka sehingga menghasilkan selooligosakarida dengan ujung rantai bebas. Ujung rantai bebas tersebut akan dipotong bagian ujung rantai selulosa pereduksi dan non pereduksi pada rantai selooligosakarida untuk menghasilkan selobiosa, kemudian selobiosa dihidrolisis menjadi gula pereduksi oleh  $\beta$ - glukosidase. Gula pereduksi tersebut diikat dengan larutan DNS yang akan menghasilkan warna jingga. Semakin pekat warna yang dihasilkan, maka semakin besar jumlah gula pereduksi yang dihasilkan (Lynd *et al*, 2002; Munifa *et al*, 2011; Fahrudin, 2020).



Gambar 2. 2. 1 Mekanisme degradasi selulosa (Moat *et al*, 2002)

### 2.3. Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*)

Gajah Sumatera merupakan salah satu dari 4 subspecies gajah Asia, yang hanya terdapat di Pulau Sumatera. Secara morfologi gajah Sumatera memiliki ukuran tubuh yang lebih kecil dibandingkan dengan spesies gajah Asia lainnya, dengan telinga yang lebih besar dan gading yang lebih panjang. Gajah Sumatera di klasifikasikan kedalam *endangered* oleh IUCN dan masuk kedalam daftar *appendix I* oleh *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna* (CITES). Populasi gajah Sumatera mengalami penurunan drastis akibat hilangnya habitat asli gajah karena aktivitas manusia dan pembukaan lahan secara besar-besaran. Selain itu, meningkatnya konflik antara manusia dan gajah menyebabkan penangkapan dan pengusiran gajah oleh pemerintah atau pemberian racun oleh warga lokal untuk menghindari konflik dengan gajah (Shoshani dan Eisenberg 1982; Sitompul, 2011).

Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) merupakan salah satu fauna di Indonesia dan merupakan hewan endemik pulau Sumatera yang termasuk kedalam satwa langka menurut UU No.5 Tahun 1990. Menurut *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) gajah Sumatera termasuk

kedalam hewan yang keberadaannya terancam punah (*endangered*). Habitat dari gajah umumnya berada di hutan tropis, dataran rendah, rawa-rawa yang memiliki ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut. Salah satu ekosistem endemik dari gajah Sumatera adalah Taman Nasional Way Kambas (TNWK) yang telah menjadi pusat konservasi gajah. Pada habitat aslinya makanan gajah meliputi, rumput halus, bagian tumbuhan palem, dan batang pisang, namun di TNWK gajah diberikan pakan berupa pelepah kelapa dan rumput gajah (Riba'I *et al*, 2013).

Gajah merupakan hewan herbivora yang sangat mengandalkan segala jenis tumbuhan hijau seperti rumput gajah dan bambu sebagai sumber makanannya. Makanan gajah merupakan makanan yang mengandung serat kasar yang tinggi sehingga dalam mencerna makanannya gajah membutuhkan bantuan enzimatik oleh bakteri selulolitik. Sama dengan herbivora lainnya limbah feses gajah mengandung serat-serat kasar selulosa bercampur dengan enzim dan asam yang membuat fesesnya mengandung bakteri selulolitik (Andika, 2015).

Sekitar 40-50% selulosa di lingkungan dapat ditemukan pada tanaman karena merupakan komponen penyusun organ tanaman. Tanaman hijau seperti rumput gajah dan bambu juga merupakan makanan pokok dari gajah Sumatera. Perlakuan enzimatik yang diperlukan untuk mengurai selulosa membuat hewan pemakan tumbuhan seperti gajah membutuhkan bantuan mikroorganisme selulolitik untuk menghasilkan enzim selulase dalam mencerna makanannya. Rumen gajah menjadi lingkungan yang sangat cocok untuk pertumbuhan bakteri. Jumlah bakteri dalam rumen bergantung dengan pakan yang dikonsumsi, individu yang berbeda dan ketersediaan pakan hijau bagi hewan. Pada kotoran hewan herbivora sekitar 40% material yang terkandung di dalam fesesnya berupa selulosa yang bercampur dengan enzim dan asam sehingga menjadi kotoran (Lamid *et al*, 2011; Irfan *et al*, 2012).