

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak provinsi Riau yang melewati empat wilayah kabupaten dan satu wilayah kota yaitu Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Bengkalis, Kabupaten Siak, Kabupaten Kampar dan Kota Pekanbaru. Wilayah DAS Siak terbagi menjadi dua bagian wilayah yaitu bagian hulu dan hilir dari masing-masing sungai. Adapun wilayah-wilayah yang tercakup dalam masing-masing bagian DAS Siak adalah bagian hulu dari DAS Siak adalah dari dua sungai yaitu sungai Tapung Kanan yang termasuk wilayah Kabupaten Rokan Hulu dan Kecamatan Tapung Hulu Kabupaten Kampar, dan Sungai Tapung Kiri yang termasuk wilayah Tandun Kabupaten Rokan Hulu dan Kecamatan Tapung Kiri Kabupaten Kampar. Kedua sungai menyatu di daerah Palas (Kabupaten Kampar) – Kota Pekanbaru – Kota Perawang (Kabupaten Siak) – Kota Siak Sri Indrapura dan bermuara di Tanjung Belit (Sunga Apit, Kabupaten Siak) (Departemen pekerjaan umum, 2005).

2.2. Mikroorganisme

Mikroorganisme merupakan bentuk kehidupan yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Mikroorganisme kadang- kadang disebut mikroba atau kuman dalam bahasa sehari-hari (volk dan Wheeler, 1993).

Klasifikasi mikroorganisme menurut stukturanya sebagai berikut: protozoa, alga, virus, bakteri. Mikroorganisme merupakan populasi terbesar di bumi yang tinggal ditempat-tempat yang mengandung nutrien, kelembaban dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Pada tahun 1870 keberadaanya dimengerti sebagai penyebab penyakit namun selain itu juga melakukan banyak fungsi vital yang menguntungkan (Pelzcar dkk., 1988).

Enzim dapat diperoleh dari mikroorganisme, tanaman dan hewan. Sel mikroba merupakan sumber enzim yang umum untuk digunakan dalam bidang industri. Enzim dari mikroba lebih banyak digunakan dibandingkan enzim dari tanaman atau hewan karena mikroorganisme dapat berkembang biak dengan



cepat, pertumbuhan relatif mudah diatur, enzim yang dihasilkan tinggi sehingga ekonomis bila digunakan untuk industri, enzim yang dihasilkan lebih stabil (Yuniarti, 2004).

2.2.1. Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganisme yang paling penting dan beraneka ragam hubungannya dengan manusia. Ada beberapa jenis bakteri yang mengakibatkan terjadinya pembusukan makanan dan bisa menimbulkan penyakit pada manusia. Namun ada beberapa jenis bakteri yang menguntungkan manusia, misalnya: bakteri yang digunakan dalam proses fermentasi makanan atau minuman (Buckle dkk., 1985).

Berdasarkan morfologinya bakteri termasuk mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran panjang 0,5-10 μm dan lebar 0,5-2,5 μm . Karakteristik bentuk sel yang ditemukan adalah:

1. Bentuk bulat atau cocci (*coccus*)
2. Bentuk batang atau bacilli (*bacillus*)
3. Bentuk spiral atau spirilli (*spirillum*)
4. Bentuk koma atau vibrio (*Vibrio*)

Sel bakteri dapat dijumpai dalam keadaan tunggal, berpasangan, tetrad, kelompok kecil atau rantai (buckle dkk., 1985). Bakteri berkembang biak dengan secara pembelahan biner sederhana, yaitu suatu proses reproduksi aseksual. Beberapa diantaranya dapat tumbuh pada suhu 0^o C, ada yang dapat tumbuh pada sumber air panas yang suhunya 90^o C atau lebih. Kebanyakan tumbuh pada berbagai suhu diantara kedua suhu yang ekstrim. Dinding sel bakteri terdiri dari peptidoglikan.

2.2.2. Pewarnaan Mikroorganisme

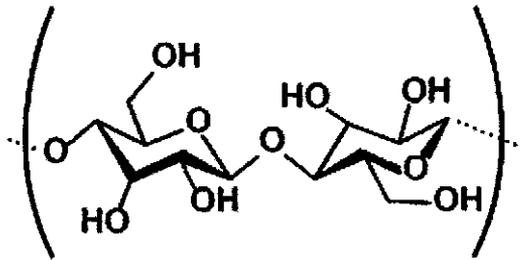
Pewarnaan mikroorganisme merupakan prosedur mewarnai mikroorganisme dengan menggunakan zat warna yang dapat menonjolkan struktur tertentu dari mikroorganisme yang ingin kita amati. Ada tiga macam prosedur pewarnaan, yaitu pewarnaan sederhana (*simple stain*), pewarnaan diferensial (*differential stain*), dan pewarnaan khusus (*special stain*).

Pada pewarnaan sederhana hanya digunakan satu macam pewarnaan dan bertujuan mewarnai seluruh sel mikroorganisme sehingga bentuk seluler dan struktur dasarnya dapat terlihat. Contoh pewarna sederhana adalah *carbolfuchsin* dan safranin (Pratiwi, 2008).

Pewarnaan diferensial menggunakan lebih dari satu pewarna dan memiliki reaksi yang berbeda untuk setiap bakteri. Pewarna diferensial yang sering digunakan adalah pewarnaan Gram, pewarnaan gram mampu membedakan dua kelompok besar bakteri, yaitu Gram positif dan Gram negatif. Dalam proses pewarnaan bakteri yang berwarna yang tetap berwarna ungu digolongkan kedalam Gram positif sedangkan bakteri yang berwarna merah digolongkan kedalam Gram negatif (Tim Mikrobiologi FK Universitas Brawijaya, 2003). Perbedaan warna antara bakteri Gram positif dan Gram negatif disebabkan oleh adanya perbedaan struktur pada dinding selnya. Dinding sel bakteri Gram positif banyak mengandung peptidoglikan, sedangkan dinding bakteri Gram negatif banyak mengandung lipopolisakarida. Pewarnaan khusus digunakan untuk mewarnai dan mengisolasi bagian spesifik dari mikroorganisme, misalnya endospora, kapsul, dan flagela (Pratiwi, 2008).

2.3. Selulosa

Selulosa, senyawa organik yang banyak terdapat di alam, merupakan senyawa karbohidrat jenis polisakarida dengan berat molekul besar dan komponen utama dalam dinding sel tanaman. Selulosa tersusun dari monomer–monomer glukosa yang diikat oleh ikatan glikosidik membentuk rantai polimer linier yang berstruktur seragam. Selulosa dapat diubah menjadi glukosa setelah mengalami hidrolisis sempurna. Hidrolisis dapat dilakukan dengan asam atau selulase.



Gambar 1. Struktur Selulosa

Selulosa bersifat liat dan tahan air, yang merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4-glikosidik yang ditunjukkan pada gambar 1 (Anja dkk., 2009). Pada rantai selulosa antara gugus hidroksil dapat terbentuk ikatan hidrogen. Ikatan antar rantai selulosa ini cukup kuat dan menyebabkan terjadinya struktur kristal dalam selulosa, selain itu terdapat pula bagian yang kurang teratur yang disebut amorf. Selulosa yang mempunyai struktur kristal sukar dihidrolisis sedangkan yang amorf mudah (Lehninger, 1997).

2.4. Selulase

Enzim merupakan protein yang diproduksi oleh sel hidup untuk mengkatalisis reaksi kimia yang spesifik (Wirahadikusumah, 1989). Selulase dapat dihasilkan oleh organisme seperti bakteri, jamur, dan ruminansia. Produksi enzim secara komersial biasanya menggunakan fungi atau bakteri. Fungi yang bisa menghasilkan selulase antara lain *Aspergillus*, *Trichoderma*, dan *penicilium* (Usama dkk, 2008), sedangkan bakteri yang menghasilkan selulase adalah *Pseudomonas*, *Cellumonas*, *Basillus*, *Micrococcus*, *Cellovibrio*, dan *Sporosphytophaga*.

Selulase merupakan enzim yang dapat memutuskan ikatan glukosida β -1,4 di dalam selulosa. Selulase yang terdiri atas kompleks merupakan enzim ekstraseluler yang terdiri atas kompleks endo- β -1,4-glukonase (CMCase, Cx selulase endoselulase, atau *carboxymethyl cellulase*), kompleks ekso- β -1,4-glukonase (aviselase, selobiohidrolase, C₁ selulase), dan β -1,4-glukosidase atau selobiase (Anja dkk, 2009). Enzim selulase dapat menghidrolisis ikatan glikosida

β -(1,4) yang terdapat pada polisakarida selulosa menghasilkan molekul-molekul lebih kecil, yaitu glukosa, selobiosa dan lain-lain (Winarno, 1986).

Penggunaan *carboxymethyl cellulase* (CMC) pada media enzim selulase dapat menghasilkan gula pereduksi secara optimal pada pH 4,5. Temperatur optimal untuk 1,4- α glukosinase adalah antara 45°C - 60°C, meskipun demikian sellubiase dapat bekerja pada suhu 45°C. Penghentian aktivitas kompleks multi enzim selulase dapat dilakukan dengan kombinasi pH dan temperatur, yaitu dengan memanaskan sistem enzimatik selama 5 menit hingga 10 menit pada temperatur antara 90°C - 100 °C (Supiandi, 1999).

2.5. Enzim

Enzim merupakan suatu protein yang berperan sebagai katalis dalam reaksi yang terjadi pada makhluk hidup (biokatalis). Enzim berukuran sangat besar dibandingkan dengan substrat atau gugus fungsional targetnya. Beberapa enzim hanya terdiri dari polipeptida dan tidak mengandung gugus kimia selain residu asam amino. Dan ada juga yang memerlukan tambahan komponen kimia bagi aktivitasnya. Komponen ini disebut *kofaktor*. Kofaktor bisa suatu molekul anorganik seperti ion Fe^{2+} , Mn^{2+} , atau Zn^{2+} , atau suatu molekul organik kompleks yang disebut *koenzim*. Enzim memiliki *gugus prostetik* yaitu gugus organik atau anorganik yang terikat kuat pada enzim. Enzim yang strukturnya sempurna dan aktif mengkatalisis bersama-sama koenzim atau gugus logamnya disebut *holoenzim* (Lehninger, 1995). Tidak seluruh permukaan enzim aktif, bagian yang aktif relatif kecil. Bagian aktif enzim adalah bagian enzim yang dapat mengikat substrat dan gugus prostetik jika ada. Substrat yang terikat pada enzim ternyata harus mempunyai bentuk yang sangat tepat dengan bagian aktif enzim. Emil Fischer mengajukan hipotesis kunci dan gembok, tetapi ternyata lokasi aktif enzim mempunyai konfigurasi yang tidak kaku. Lokasi aktif enzim mempunyai bentuk yang persis dengan substrat tersebut terikat pada bagian aktif enzim, cara ini disebut *Induced Fit Model* (Winarno, 1995).

Aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Konsentrasi Enzim

Kecepatan reaksi enzimatik tergantung dari konsentrasi enzim tersebut. Kecepatan reaksi bertambah dengan semakin bertambahnya konsentrasi enzim (Poedjiadi, 1994). Pada konsentrasi substrat yang rendah kecepatan reaksi pun amat rendah, kecepatan ini meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat, pada akhirnya akan tercapai titik batas, dan setelah titik ini dilampau, kecepatan reaksi hanya akan meningkat sedemikian kecil dengan bertambahnya konsentrasi substrat. Kecepatan akan mendekati, tetapi tidak akan pernah mencapai garis maksimum (Michaelis-Menten).

2. Konsentrasi Substrat

Pada konsentrasi enzim yang tetap, peningkatan konsentrasi substrat akan menaikkan kecepatan reaksi enzimatik hingga mencapai kecepatan maksimum (V_{maks}) yang tetap. Pada titik maksimum, semua enzim telah jenuh dengan substrat sehingga penambahan substrat tidak akan meningkatkan kecepatan reaksi enzimatik (Lehninger, 1995).

3. Suhu

Reaksi berjalan lambat pada suhu rendah dan berlangsung cepat pada suhu tinggi. Kenaikan suhu juga mempengaruhi kecepatan reaksi enzim (Poedjiadi, 1994). Pada suhu rendah, kemantapan enzim tinggi, tetapi aktivitasnya rendah sedangkan pada suhu yang tinggi, aktivitasnya tinggi, tetapi kemantapan rendah. Daerah temperatur saat kemantapan dan aktivitas enzim cukup besar disebut temperatur optimum untuk enzim tersebut (Wirahadikusumah, 1989). Sebagian besar enzim mempunyai suhu optimum antara 25° C-27° C dan keaktifannya meningkat sampai 45° C karena pada suhu ini denaturasi mulai terjadi.

4. pH

Struktur enzim dipengaruhi oleh pH lingkungan. Pada pH rendah dan tinggi dapat menyebabkan enzim terdenaturasi sehingga menurunkan aktivitas enzim tersebut (Poedjiadi, 1994). Pada keadaan aktivitas enzim



paling besar, pHnya merupakan pH optimum untuk reaksi enzim tersebut (Wirahadikusumah, 1989). Perubahan akan berlangsung terhadap gugus-gugus asam amino dan karboksilat pada protein sehingga akan mempengaruhi pusat aktif dari enzim (Page, 1997).

5. Adanya aktivator dan inhibitor

Inhibitor dapat menghambat kerja enzim sedangkan aktivator dapat meningkatkan kerja enzim. Inhibitor dan aktivator dapat berupa logam dan senyawa organik.

2.6. Penentuan Konsentrasi Gula Pereduksi dengan metode Nelson Somogyi

Banyak metoda yang digunakan oleh beberapa penelitian untuk dapat mengukur kadar karbohidrat antara lain, uji fehling, uji biuret, dan metoda Nelson Somogyi. Metoda yang paling sering digunakan pada penelitian yaitu metoda Nelson-Somogyi. Dalam larutan alkali, semua monosakarida dan beberapa disakarida dapat bertindak sebagai senyawa-senyawa pereduksi dan dengan mudah akan teroksidasi oleh beberapa reagen misalnya tembaga (Cu^{+2}). Salah satu metoda yang umum digunakan adalah reduksi ion Cupri (Cu^{+2}) menjadi ion Cupro (Cu^{+}) yang dalam larutan alkali akan membentuk $\text{Cu}(\text{OH})^{-2}$ dan dengan pemanasan akan berubah menjadi endapan merah bata (Cu_2O).

Pada metode Nelson-Somogyi hasil reduksi ion cupri oleh glukosa atau gula pereduksi lainnya dalam suasana basa dengan arsenomolibdat akan menghasilkan warna biru. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 500nm.



Arsenomolibdat



Larutan biru