

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1 Jerami Padi

Padi termasuk dalam suku padi-padian. Sejumlah ciri suku (famili) ini adalah berakar serabut, daun berbentuk lanset (sempit memanjang), urat daun sejajar memiliki pelepah daun, bunga tersusun sebagai bunga majemuk dengan satuan bunga berupa floret, buah dan biji sulit dibedakan karena merupakan bulir (*grain*) (Kurniasari, *et al.*, 2008).



Gambar 1. Tanaman Padi (*Oryza sativa* Linn)

Klasifikasi tanaman padi menurut Rosadi (2013):

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospremae

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Poales

Famili : Graminae

Genus : *Oryza* Linn

Species : *Oryza sativa* L.

Tanaman padi yang telah siap panen akan diambil butiran-butirannya, sementara batang dan daunnya akan dibuang. Batang dan daun inilah yang disebut dengan jerami. Sebatang jerami yang telah dirontokkan gabahnya terdiri atas batang (lidi jerami), ranting dan selongsong. Jerami merupakan golongan kayu

lunak yang mempunyai komponen utama selulosa dalam jumlah antara 35-40%. Kandungan lain jerami adalah lignin, hemiselulosa dan komponen lain dalam jumlah sedikit (Novia, *et al.*, 2014).

## 2.2 Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*)

Jamur kancing merupakan jamur pangan atau jamur konsumsi. Jamur ini juga disebut jamur champignon atau jamur kompos. Dalam bahasa Inggris disebut *table mushroom*, *white mushroom*, *button mushroom* atau *cultivated mushroom* (Winarno, 2017). Habitat jamur kancing biasanya tumbuh berpencair atau bergerombol pada kompos, kotoran hewan, tanah subur di sepanjang jalan, kebun, di daerah beriklim subtropik (Gunawan, 2008).

Menurut Hendritomo (2010), klasifikasi jamur kancing yaitu:

Superkingdom	: Eukariota
Kingdom	: Myceteae
Divisi	: Mycota
Subdivisi	: Emycotina
Kelas	: Basidiomycetes
Ordo	: Agaricales
Famili	: Agaricaceae
Genus	: <i>Agaricus</i>
Spesies	: <i>Agaricus bisporus</i>



Gambar 2. Jamur Kancing (*Agaricus bisporus*)

Morfologi dari jamur kancing ini tudung berdiameter 3-16 cm, cembung sewaktu muda dan sering kali rata atau agak tertekan dengan bertambah umur jamur, permukaan kering, seluruhnya berwarna putih, tetapi ketika sudah dewasa menjadi cokelat pucat sampai bergaris-garis cokelat, dan dalam keadaan kering akan pecah menjadi sisik-sisik. Tangkai panjang 2-8 cm, diameter 1-3 cm, umumnya gemuk, sangat kuat, membesar di bagian dasar (Gunawan, 2008). Jamur kancing dipanen sewaktu masih berdiameter 2-4 cm. Jamur kancing dapat tumbuh pada kayu lapuk atau sekam dengan memanfaatkan sisa karbon sebagai sumber energinya. Jamur kancing memiliki kemampuan biokonversi lignoselulosa dikarenakan jamur kancing mampu memproduksi kelompok enzim lignolitik (Reksohadiwinoto, *et al.*, 2017).

### **2.3 Kromatografi Gas Cair (*Gas Liquid Chromatography*/GLC)**

Kromatografi gas merupakan salah satu jenis kromatografi yang menggunakan gas sebagai fase gerak. Fase gerak berupa gas yang *inert* sehingga hanya berfungsi sebagai pembawa. Biasanya digunakan gas helium, nitrogen, argon (Wonorahardjo, 2013). Sementara itu fase diamnya dapat berupa zat padat yang dikenal dengan kromatografi gas padat atau berupa zat cair yang diikatkan pada pendukung padat (Rohman dan Gandjar, 2007).

Mekanisme kerja kromatografi gas adalah gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fase diam. Cuplikan yang akan dipisahkan disuntikkan dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikan dibawa ke dalam kolom dan terjadi proses pemisahan. Kemudian komponen-komponen dideteksi oleh detektor. Hasil pendeteksian direkam dengan rekorder dan dinamakan kromatogram yang terdiri dari beberapa puncak (Hendayana, 2006).

Aplikasi menggunakan kromatografi gas yang dapat dilakukan adalah analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif didasarkan pada beberapa parameter retensi seperti volume dan waktu retensi dari senyawa yang keluar. Demikian pula jika kromatografi gas difungsikan untuk analisis kuantitatif. Penentuan konsentrasi senyawa campuran dapat dilakukan dengan

membandingkannya dengan konsentrasi senyawa bakunya. Penentuan konsentrasi didasarkan pada luas area di bawah puncak maupun metode normalisasi puncak (Wonorahardjo, 2013).

#### **2.4 Spektrofotometer UV-Vis**

Spektrofotometri UV-Vis adalah salah satu metode analisis instrumental yang didasarkan pada interaksi radiasi elektromagnetik pada daerah UV (200-400 nm) dan *visible* (400-800 nm) dengan molekul dalam sampel. Hasil interaksi tersebut berupa penyerapan/absorbansi (Riyanto, 2017). Instrumen yang digunakan untuk mempelajari serapan radiasi elektromagnetik sebagai fungsi dari panjang gelombang disebut spektrofotometer. Beberapa komponen pokok dari spektrofotometer UV-Vis yaitu sumber radiasi, monokromator, tempat cuplikan dan detektor (Sastrohamidjojo, 2007).

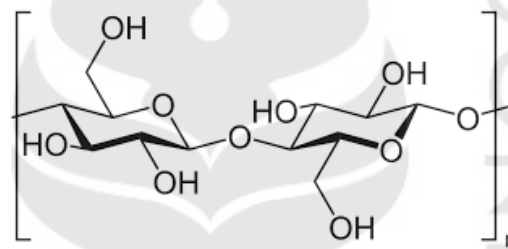
Kegunaan spektrofotometri ini dapat digunakan untuk analisis kuantitatif. Absorbansi dibandingkan dengan absorbansi larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya. Suatu sampel dapat menyerap intensitas radiasi pada berbagai panjang gelombang sehingga terbentuk kurva serapan (Riyanto, 2017). Sedangkan analisis kualitatif dengan metode spektrofotometri UV-Vis hanya dipakai untuk data pendukung yaitu pemeriksaan kemurnian spektrum UV-Vis dan penentuan panjang gelombang maksimum (Mulja dan Suharman, 1995).

#### **2.5 Bioetanol**

Kemunculan istilah bioetanol adalah karena bahan dasar yang digunakan berasal dari bahan alam yang mengandung glukosa dan proses fermentasi mengubah bahan yang terbarukan (*sustainable*) menjadi etanol secara hayati. Rumus molekul bioetanol sama dengan etanol atau etil alkohol, yaitu golongan dengan dua atom karbon (Gozan, 2014). Etanol dalam dunia industri umumnya digunakan sebagai bahan baku farmasi dan kosmetik, bahan baku industri turunan alkohol dan campuran untuk minuman keras (Hambali, *et al.*, 2007). Bahan baku bioetanol generasi pertama diperoleh dari bahan yang mengandung gula atau langsung dapat diproses untuk memperoleh gula sebelum proses fermentasi (Gozan, 2014). Bioetanol generasi kedua memanfaatkan biomassa lignoselulosa

yang terdiri dari selulosa dari kayu dan serat biomassa dengan pertolongan enzim diubah menjadi gula. Kemudian melalui proses fermentasi menjadi etanol (Boedoyo, 2014).

Berdasarkan senyawa penyusunnya, biomassa merupakan materi kompleks yang terbentuk dari tiga fraksi organik utama dengan komposisi berdasarkan bobot keringnya, selulosa (35-50%), hemiselulosa (20-35%), dan lignin (12-20%). Selain itu, bahan lignoselulosa mengandung mineral dalam jumlah kecil dan berbagai materi yang disebut ekstraktif (Wyman, 1996). Selulosa terdiri atas glukosa yang berantai panjang, yang dapat dipecah melalui reaksi hidrolisis dengan air dengan dikatalis oleh enzim atau dengan menggunakan asam.



Gambar 3. Struktur Selulosa

Meskipun demikian, ikatan hidrogen mengikat kuat rantai selulosa dalam bentuk struktur kristal yang menghalanginya pecah menjadi glukosa (Riyanti, 2009). Selulosa terdiri dari unit monomer D-glukosa yang terikat pada ikatan 1,4-glikosidik serta cenderung membentuk mikrofibril kristalin dan amorf (Anindyawati, 2009).

Hemiselulosa adalah suatu rantai yang amorf dari campuran gula, biasanya berupa arabinosa, galaktosa, glukosa, manosa dan xilosa, juga komponen lain dalam kadar rendah seperti asam asetat. Rantai hemiselulosa lebih mudah dipecah menjadi komponen gula penyusunnya dibandingkan dengan selulosa (Riyanti, 2009). Sedangkan lignin merupakan polimer kompleks dari fenil-propana dan kelompok metoksi. Lignin dengan mudah dapat didegradasi secara hayati oleh sebagian kecil organisme. Secara kimiawi lignin dapat didegradasi oleh senyawa sodium klorat maka senyawa polifenol lignin akan rusak (Gozan, 2014).

## **2.6 Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)/Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)**

*Simultaneous saccharification and fermentation* (SSF) pertama kali dikenalkan oleh Takagi dkk pada 1977 yaitu kombinasi antara hidrolisis menggunakan enzim selulase dan yeast *Saccharomyces cerevisiae* untuk fermentasi gula menjadi etanol secara simultan (Samsuri, *et al.*, 2007). Mikrob yang digunakan pada proses SSF biasanya adalah jamur penghasil enzim selulase dengan suhu optimal SSF adalah 38 °C yang merupakan perpaduan suhu optimal hidrolisis (45-50 °C) dan suhu optimal fermentasi 30 °C. Keunggulan dari proses SSF ini yaitu mengurangi kebutuhan enzim, meningkatkan rendemen produk, meningkatkan kecepatan hidrolisis, waktu yang diperlukan lebih pendek dan hanya digunakan satu reaktor (Hermiati, *et al.*, 2010).

### **2.6.1 Hidrolisis/Sakarifikasi**

Proses hidrolisis pada industri etanol umumnya menggunakan hidrolisis dengan asam (*acid hydrolysis*) berupa asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) atau dengan asam klorida (HCl). Proses hidrolisis dapat juga dilakukan dengan bantuan enzim yang sering disebut dengan *enzymatic hydrolysis* (Samsuri, *et al.*, 2007). Proses hidrolisis enzimatik biasanya berlangsung pada kondisi yang ringan yaitu pada pH 4,8 dengan suhu 45-50 °C (Hermiati, *et al.*, 2010). Selulase merupakan enzim kompleks yang memotong rantai selulosa menjadi glukosa secara bertahap (Anindyawati, 2010). Enzim ini merupakan enzim multi komponen yang umumnya terdiri dari tiga komponen utama yaitu endoglukanase yang bekerja pada serat selulosa dengan menghancurkan zona amorfus dan membentuk ujung rantai yang bebas serta menghasilkan sejumlah tempat yang dapat diserang oleh eksoglukanase/selobiohidrolase yang mendegradasi lebih lanjut molekul tersebut dengan memindahkan unit-unit selobiosa dari ujung rantai yang bebas. Kemudian β-glukosidase akan menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa (Hermiati, *et al.*, 2010; Tjokrokusumo, 2007).

Beberapa enzim diperlukan untuk menghasilkan proses hidrolisis hemiselulosa yang sempurna. Hemiselulosa pada jerami padi terdapat dua jenis

yaitu xilan dan glukomamman (Kurniasari, *et al.*, 2008). Hemiselulase merupakan polimer heteropolisakarida yang merupakan multi enzim dengan komponen utama C5. Komponen enzim yang termasuk dalam hemiselulase yaitu xilanase,  $\alpha$ -L-arabino-furanosidase,  $\beta$ -mannanase,  $\beta$ -xylosidase,  $\alpha$ -D-glucuronidase dan hemisellulolitik esterase (Anindyawati, 2009).

Enzim pendegradasi lignin (lignolitik) merupakan multi enzim ekstraseluler yang berperan dalam proses depolimerisasi lignin. Enzim tersebut adalah lakase (polifenol oksidase), lignin peroksidase (Li-P) dan mangan peroksidase (Mn-P). Lakase dapat mengkatalis reaksi oksidasi polifenol, substituen fenol dan beberapa senyawa anorganik. Lignin peroksidase memiliki kemampuan mengkatalis reaksi oksidasi pemecahan cincin aromatik komponen non fenolik senyawa lignin. Sedangkan mangan peroksidase memiliki kemampuan mengoksidasi komponen fenolik dan non fenolik komponen lignin. Enzim tersebut mengoksidasi  $Mn^{2+}$  membentuk  $Mn^{3+}$  (Anindyawati, 2009; Harisma, 2010).

### 2.6.2 Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata *fervere* yang berarti mendidih. Hal ini terjadi karena terlihatnya gelembung udara yang merupakan akibat katabolisme anaerob yang menghasilkan  $CO_2$ . Proses fermentasi bertujuan untuk mengubah glukosa menjadi etanol/bioetanol dengan menggunakan yeast. Yeast yang digunakan dari jenis *Eumycetes* spesies *Saccharomyces cerevisiae*. Syarat yeast yang digunakan adalah tahan terhadap alkohol kadar tinggi, cepat berkembang biak, tahan terhadap suhu tinggi dan cepat beradaptasi terhadap media fermentasi (Kurniasari, *et al.*, 2008). Pada proses fermentasi glukosa, satu molekul glukosa menghasilkan dua molekul etanol dan dua molekul karbon dioksida.

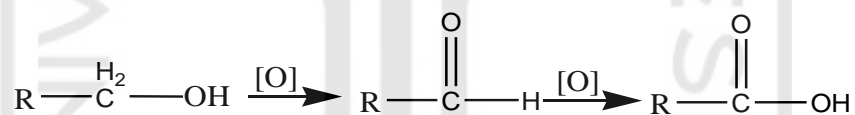


Karbon dioksida yang terbentuk dapat menghambat proses fermentasi atau disebut dengan *end-product inhibition* (Hermiati, *et al.*, 2010). Apabila etanol telah melewati rentang waktu fermentasinya maka akan terjadi proses fermentasi

lanjutan berupa fermentasi asam asetat dimana mula-mula terjadi pemecahan gula sederhana menjadi etanol, selanjutnya etanol menjadi asam asetat (Wiratmaja, *et al.*, 2011).

## 2.7 Oksidasi Alkohol

Reaksi alkohol yang sangat berharga salah satunya adalah reaksi oksidasi. Alkohol dengan paling sedikit satu hidrogen melekat pada karbon pembawa gugus hidroksil dapat dioksidasi menjadi senyawa-senyawa karbonil (Hart, 1987). Tergantung dari kondisi reaksi, alkohol primer dapat dioksidasi menjadi aldehida atau asam karboksilat. Alkohol sekunder dapat dioksidasi menjadi keton saja dan alkohol tersier menolak oksidasi dalam larutan basa, tetapi dalam larutan asam, alkohol tersier mengalami dehidrasi menghasilkan alkena yang kemudian dioksidasi (Fessenden dan Fessenden, 2010). Alkohol primer mula-mula dioksidasi terlebih dahulu menjadi aldehida. Aldehida lebih mudah dioksidasi daripada alkohol, oleh karena itu biasanya oksidasi tidak berhenti, melainkan terus sampai terbentuk asam karboksilat (Fessenden dan Fessenden, 1986).



Pereaksi tertentu harus dipakai apabila intermediat aldehida merupakan hasil yang diinginkan. Dalam laboratorium, piridium klorokromat (PCC) adalah salah satu pereaksi yang mengoksidasi alkohol menjadi aldehida, tetapi tidak mengoksidasi aldehida menjadi asam karboksilat (Fessenden dan Fessenden, 2010). Sewaktu alkohol dioksidasi menjadi aldehida atau keton dan kemudian menjadi asam karboksilat, jumlah ikatan di antara atom karbon reaktif dan atom oksigen meningkat dari satu menjadi dua dan menjadi tiga. Dengan kata lain, bilangan oksidasi karbon naik sewaktu dari alkohol menjadi aldehida atau keton, lalu menjadi asam karboksilat (Hart, *et al.*, 2003).