

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. KONSEP TEORETIS

##### 1. Beras (*Oryza Sativa*)

Beras adalah bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari sekam. Sekam (Jawa merang) secara anatomi disebut 'palea' (bagian yang ditutupi) dan 'lemma' (bagian yang menutupi). Pada salah satu tahap pemrosesan hasil panen padi, gabah ditumbuk dengan lesung atau digiling sehingga bagian luarnya (kulit gabah) terlepas dari isinya. Bagian isi inilah, yang berwarna putih, kemerahan, ungu, atau bahkan hitam, yang disebut beras. Beras umumnya tumbuh sebagai tanaman tahunan. Tanaman padi dapat tumbuh hingga setinggi 1 - 1,8 m. Daunnya panjang dan ramping dengan panjang 50 - 100 cm dan lebar 2 - 2,5 cm. Beras yang dapat dimakan berukuran panjang 5 - 12 mm dan tebal 2 - 3 mm.

Beras sendiri secara biologi adalah bagian biji padi yang terdiri dari aleuron, lapis terluar yang sering kali ikut terbuang dalam proses pemisahan kulit, endosperma, tempat sebagian besar pati dan protein beras berada, dan embrio, yang merupakan calon tanaman baru (dalam beras tidak dapat tumbuh lagi, kecuali dengan bantuan teknik kultur jaringan). Dalam bahasa sehari-hari, embrio disebut sebagai mata beras.<sup>9</sup>

##### a. Klasifikasi Tanaman Padi

Divisio : Spermatophyta

<sup>9</sup> Indah Aritonang. <http://FakultasPertanianUnpad.blogspot.co.id/2013/05/pengertian-beras.html>. Diakses pada tanggal 5 januari 2017.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sub divisio: Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae,

Ordo : Poales,

Famili : Graminae

Genus : *Oryza* Linn

Species : *Oryza sativa* L



**Gambar 1: Beras (*Oryza sativa*)**

Air cucian beras ( air leri ) merupakan hasil buangan yang berasal dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik ( rumah tangga ) yang tidak memiliki nilai ekonomis lagi. Air cucian beras (air leri) mengandung beberapa nutrisi yang dibutuhkan tanaman dan dapat membuat tanaman menjadi subur. Selain nutrisi air cucian beras atau air leri juga mengandung beberapa jenis bakteri yang bermanfaat untuk tanaman. Adapun kandungan nutrisi utama pada air cucian beras diantaranya karbohidrat 85 % hingga 90 % yang berupa pati, gula , protein, gluten, selulosa, hemiselulosa dan juga beberapa jenis vitamin B yang tergolong cukup tinggi.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

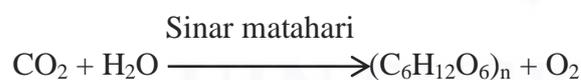
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

## 2. Karbohidrat

Karbohidrat sering disebut sakarida yaitu senyawa yang dapat didefinisikan polihidroksial dehidra/ keton yang mempunyai rumus empiris  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ . Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi manusia, karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Sedangkan dalam tubuh, karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein.

Dalam tubuh manusia karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak. Tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari makanan yang dimakan sehari-hari, terutama bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan.<sup>10</sup> Karbohidrat tersebar luas ke beberapa jaringan tumbuh-tumbuhan maupun binatang. Pada tumbuhan karbohidrat merupakan hasil fotosintesis, misalnya amilum yang terdapat dalam sel tumbuhan dan selulosa sebagai kerangka tumbuhan.<sup>11</sup>

Reaksi fotosintesis :



Berdasarkan struktur kimia, nilai gizi dan penggunaannya dalam tubuh, karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi karbohidrat yang dapat

<sup>10</sup> F.G Winarno. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama. 2004. h. 15.

<sup>11</sup> Triyani. *Kualitas Bioetanol Limbah Tapioka Padat Kering dengan Penambahan Ragi dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pada Lama Fermentasi yang Berbeda*. Jurnal FKIP Biologi. Universitas Muhammadiyah, Surakarta. 2009. h. 15.

dicerna dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna. Karbohidrat yang dapat dicerna adalah karbohidrat yang dapat dipecah oleh enzim  $\alpha$  amylase didalam system pencernaan manusia dan menghasilkan energi. Karbohidrat yang dapat dicerna tersebut didalam tubuh akan dikonversi menjadi monosakarida yang akan diserap oleh tubuh dan menyediakan energi. Sebagai sumber energi, karbohidrat menyediakan lebih dari 70% energi yang diperlukan oleh tubuh. Karbohidrat yang tidak dapat dicerna sering juga dikelompokkan sebagai serat makanan, karbohidrat ini tidak dipecah oleh enzim  $\alpha$  amilase yang ada didalam tubuh manusia. Diantara karbohidrat yang termasuk kedalam kelompok yang tidak dapat dicerna adalah selulosa, hemiselulosa, lignin dan substansi pekat.

Terdapat tiga golongan utama karbohidrat yaitu, monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. (Kata “sakarida” diturunkan dari bahasa Yunani yang berarti gula). Monosakarida atau gula sederhana, terdiri dari satu unit polihidroksi aldehida atau keton. Monosakarida yang paling banyak di alam adalah D- glukosa 6-karbon.

Oligosakarida (bahasa Yunani oligos, “sedikit”) terdiri dari rantai pendek unit monosakarida yang digabungkan bersama-sama oleh ikatan kovalen. Diantaranya, disakarida yang mempunyai dua unit monosakarida. Teristimewa adalah sukrosa atau gula tebu, yang terdiri dari D- glukosa 6-karbon dan D-fruktosa yang digabungkan dengan ikatan kovalen. Kebanyakan oligosakarida yang mempunyai tiga atau lebih unit tidak terdapat secara

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bebas, tetapi digabungkan sebagai rantai samping polipeptida pada glikoprotein dan proteoglikan.

Polisakarida terdiri dari rantai panjang yang mempunyai ratusan atau ribuan unit monosakarida. Beberapa polisakarida, seperti selulosa mempunyai rantai linier, sedangkan yang lain, seperti glikogen, mempunyai rantai bercabang. Polisakarida yang paling banyak dijumpai pada tanaman yaitu pati dan selulosa. Terdiri dari unit berulang D- glukosa.<sup>12</sup>

### 3. Pati

Pati ( $C_6H_{10}O_5$ ) adalah salah satu jenis polisakarida paling melimpah kedua yang amat luas tersebar di alam. Bahan ini disimpan sebagai cadangan makanan bagi tumbuh-tumbuhan di dalam biji buah (padi, jagung, gandum, sorgum dan lain-lain), didalam umbi (ubi kayu, ubi jalar, talas, kentang dan lain-lain) dan pada batang (aren, sagu, dan lain-lain).<sup>13</sup> Pati juga terdapat pada buah yang masih mentah, misalnya pisang dan sukun. Namun semakin matang buah, kandungan patinya semakin menurun yang disebabkan adanya hidrolisis pati menjadi gula-gula sederhana yang memberikan rasa manis. Banyaknya kandungan pati pada tanaman tergantung pada asal pati tersebut, misalnya pati yang berasal dari biji beras mengandung pati 50-60% dan pati yang berasal dari umbi singkong mengandung pati 80 %.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Albert L. Lehninger. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta. 1982. h. 37.

<sup>13</sup> Yuli Wijayanti Purwandari. *Proses Produksi Sirup Maltosa dan Fruktosa*. Surakarta: Jurnal Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Sebelas Maret. 2009. h. 37.

<sup>14</sup> Elfi Sahlan Beb, dkk. *Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong dengan Fraksi Butanol-air*. Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi, Vol. 12 No. 1. 2007. h.1.

Secara histologis, pati disimpan dalam bentuk plastida yang dinamakan amiloplast atau kloroplast didalam sel. Didalam sel, pati terdapat dalam bentuk ikatan dengan air, lemak, silikat serta senyawa-senyawa lainnya terutama fosfat. Dilihat dari susunan kimianya, pati adalah polimer dari glukosa atau maltose. Unit terkecil di dalam rantai pati adalah glukosa yang merupakan hasil fotosintesis di dalam bagian tubuh tumbuh-tumbuhan yang mengandung klorofil.

Berdasarkan jumlah molekul glukosa didalam pati, susunan kimia pati sangat bervariasi, tergantung pada tanaman asal pati tersebut. Walaupun demikian, secara garis besar pati tersusun oleh dua kelompok makromolekul yakni dapat dibedakan atas :

a. Amilosa

Didalam amilosa, molekul-molekul glukosa saling bergandengan. Molekul amilosa terdiri dari 70 hingga 350 unit glukosa yang berikatan membentuk rantai lurus. Kira-kira 20% pati adalah amilosa. Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan  $\alpha$ -1,4 D-glukosa.<sup>15</sup> Molekul amilosa membentuk spiral disekitar molekul  $I_2$ , timbul warna biru tua dari interaksi antara keduanya. Warna ini merupakan dasar uji iod untuk pati.

b. Amilopektin

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

<sup>15</sup> Fessenden&Fessenden. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid Dua*. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1986. h. 355.



Suatu polisakarida yang jauh lebih besar daripada amilosa. Pada amilopektin, sebagian dari molekul-molekul didalam glukosa rantai percabangannya saling berikatan. Molekul ini terdiri dari 100.000 unit glukosa yang berikatan membentuk struktur rantai cabang, terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan  $\alpha$ -1,4 D-glukosa dan  $\alpha$ -1,6 D-glukosa. Tidak seperti amilosa, amilopektin tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organic seperti butanol.<sup>16</sup>

#### 4. Fermentasi

Fermentasi berasal dari kata lain “*fervere*” yang berarti mendidih yang menunjukkan adanya aktivitas dari *yeast* pada ekstrak buah-buahan atau biji-bijian.<sup>17</sup> Fenomena seperti ini disebabkan karena terbentuknya gelembung-gelembung gas CO<sub>2</sub> yang diakibatkan katabolisme (*biodegradasi*) secara anaerobik dari gula yang ada dalam ekstrak. Sedangkan dalam mikrobiologi industri fermentasi diartikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi suatu produk oleh mikroba.

Fermentasi etanol dapat dilakukan oleh ragi dan beberapa jenis bakteri. Ragi yang sering berperan adalah dari golongan *saccharomyces* yakni *S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus*, *S. carlsbergensis*, *S. fragilis*, *S. uvarium* dan *S. chizosaccaromyches pombe*. Sementara itu dari golongan bakteri yang dapat digunakan untuk menghasilkan etanol adalah dari jenis *Zymomonas*, *Clostridium*, *Escherichia coli* dan *Spirocheata*.<sup>18</sup>

<sup>16</sup> *Ibid.*, h. 356

<sup>17</sup> Indrawati Gandjar. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta. 2006. h. 25.

<sup>18</sup> *Ibid.*, h. 26.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setiap golongan ragi dan bakteri bekerja spesifik pada setiap fermentasi etanol sehingga perlu dicari strain mikroorganisme yang mempunyai sifat lebih baik untuk meningkatkan produktivitas etanol. Sifat-sifat yang perlu diperhatikan adalah :<sup>19</sup>

- a. Laju pertumbuhan dan laju fermentasi yang cepat
- b. Perolehan etanol yang tinggi
- c. Toleran terhadap etanol dan glukosa
- d. *Osmotolerance*
- e. Tahan terhadap temperature yang tinggi
- f. Sifat – sifat fisik

Langkah- langkah dasar yang dijumpai dalam proses fermentasi secara umum tanpa memperhatikan jenis fermentasi adalah :

- a. Pembuatan medium yang akan dipakai dalam pengembangan inoculum dan dalam produksi di fermentor
- b. Sterilisasi medium, fermentor dan peralatan tambahan
- c. Produksi aktif kultur murni dalam jumlah yang cukup untuk inokulasi dalam tangki produksi
- d. Menumbuhkan organisme di dalam fermentor di bawah kondisi optimum untuk pembentukan produk
- e. Pemisahan dan pemurnian produk

Fermentasi etanol merupakan proses *feedback inhibition*. Sel-sel ragi dibatasi oleh toleransi, suhu dan tekanan osmotic dalam medium fermentasi.

---

<sup>19</sup> *Ibid.*, h. 28.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ketika etanol terakumulasi cukup banyak di dalam medium, maka pertumbuhan sel khamir akan terhambat sehingga sel akhirnya mati. Meningkatnya konsentrasi etanol di dalam medium juga menyebabkan struktur membran sel berubah. Toksisitas terhadap etanol mempengaruhi sel melalui perubahan pada membrane fosfolipid dan melemahkan struktur membrane. Hal tersebut mengakibatkan isi sel merembes keluar dan kemampuan fermentasi sel mejadi rusak.

Ada 6 fase yang dilalui oleh mikroorganisme dalam fermentasi, yaitu :<sup>20</sup>

a. Fase Permulaan (*Initial Phase*)

Pada fase ini, ragi baru menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, bermacam-macam enzim dan zat perantara dibentuk sehingga keadaannya memungkinkan terjadinya pertumbuhan lebih lanjut. Sel-sel mulai membesar tapi belum membelah diri.

b. Fase Pertumbuhan Yang Dipercepat (*Phase of Accelerated Growth*)

Pada fase ini, ragi mulai membelah diri tetapi waktu generasinya masih panjang. Fase pertumbuhan yang dipercepat bersama-sama dengan fase permulaan sering disebut *Lag Phase* atau *Phase Adjustment*.

c. Fase Pertumbuhan Logaritma atau Fase Eksponensial (*Logaritma Phase* atau *Exponential Phase*)

Pada fase ini kecepatan pembelahan paling tinggi, waktu generasinya pendek dan konstan. Selama fase ini metabolisme paling pesat.

<sup>20</sup> Nur Hidayat, dkk. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: ANDI. 2006. h. 58.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

d. Fase Pertumbuhan Yang Mulai Terhambat ( *Phase of Negative Accelerated Growth*)

Setelah melalui fase logaritma, kecepatan pembelahan akan berkurang dan jumlah ragi yang mati bertambah banyak. Hal ini disebabkan karena makin berkurangnya nutrient dan mulai terjadinya penimbunan racun sebagai hasil kegiatan metabolisme.

e. Fase Stasioner Maksimum (*Maximum Stationery Phase*)

Adanya penurunan kadar nutrient dan meningkatnya penimbunan zat-zat racun yang menghambat kecepatan pembelahan menjadi semakin meningkat.

f. Fase Kematian Yang Dipercepat dan Fase Kematian Logaritma (*Logaritmik Death Phase*)

Kedua fase ini biasanya dinyatakan sebagai satu fase yang disebut fase menurun. Pada fase ini kecepatan kematian terus meningkat, sedangkan kecepatan pembelahannya menjadi nol. Setelah sampai ke fase kematian, logaritma kecepatan kematian mencapai maksimal dan jumlah sel menurun dengan cepat.

## 5. Ragi

Ragi adalah suatu inokulum atau starter yang digunakan untuk melakukan fermentasi dalam produk tertentu.<sup>21</sup> Ragi juga merupakan uniseluler yang beberapa jenis spesiesnya umum untuk membuat roti,

<sup>21</sup> Lili Gusrina S. *Optimalisasi Ragi Roti dan Ragi Tape serta Waktu Fermentasi Pembuatan Etanol dari Limbah Nenas ( Ananas Comosus)* Pekanbaru. Universitas Abdurab. 2009. h. 8.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

fermentasi minuman, alkohol, dan bahkan digunakan percobaan sel bahan bakar, memiliki ukuran antara 5-20 mikron, berukuran 5 sampai 10 kali lebih besar dari bakteri. Beberapa jenis ragi membentuk kapsul di sebelah luar seperti bakteri. Ragi dapat tumbuh dalam media padat dan cair dengan cara yang sama seperti bakteri. Pembelahan sel ragi terjadi secara aseksual dengan pembentukan tunas. Kebanyakan ragi merupakan anggota divisi *Ascomycota*, walaupun ada juga yang digolongkan dengan *Basidiomycota*.

Pada keadaan aerob, ragi akan berkembang biak untuk memperbanyak diri. Dalam lingkungan yang terisolasi dengan udara, ragi dapat memfermentasikan karbohidrat menjadi etanol. Ragi tidak memiliki klorofil sendiri maka mikroba ini tidak dapat melakukan fotosintesis sehingga harus mendapatkan makanannya dari bahan-bahan organik. Meskipun ragi memiliki ciri morfologi, bentuk dan ukuran serta cara perkembangbiakan yang berbeda dengan kapang dan bakteri, namun mereka memiliki persamaan yaitu dapat menghasilkan enzim.

Ragi terdiri dari beberapa jenis diantaranya ragi roti (*Saccharomyces* sp) dan ragi tape (*Saccharomyces* sp dan beberapa mikroorganisme lain). Umumnya fermentasi dapat memberikan hasil yang memuaskan bila khamir yang digunakan berasal dari ragi roti (*Saccharomyces* sp).<sup>22</sup> Pada umumnya, ragi roti berbentuk butiran dan ragi tape berbentuk padatan bulat pipih berwarna putih. Ragi roti dan ragi tape, mengandung khamir yang sama yaitu, *Saccharomyces cerevisiae*. Bedanya, ragi tape dibuat dengan penambahan

<sup>22</sup> Nur Hidayat, dkk. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: ANDI. 2006. h. 180.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

bahan-bahan seperti laos, bawang putih, tebu, ubi kayu dan jeruk nipis, sehingga tidak hanya khamir saja yang dapat tumbuh tetapi ada mikroorganisme lain yaitu campuran populasi terhadap spesies-spesies dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* serta bakteri *Acetobacter*. Pada ragi tape terdapat 4 macam isolate mikroba, yaitu dua isolate kapang dari genus *Rhizopus* dan dua isolate khamir dari genus *Saccharomyces* dan *Schizosaccharomyces*.

## 6. Bioetanol

Alkohol berasal dari bahasa arab yakni *al-kuhl*, yang artinya senyawa yang mudah menguap.<sup>23</sup> Alkohol mempunyai rumus umum R-OH dan dicirikan oleh hadirnya gugus hidroksil -OH.<sup>24</sup> Alkohol yang diketahui oleh masyarakat awam sebenarnya adalah etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) atau etil alkohol. Alkohol berupa larutan jernih tak berwarna, beraroma khas yang dapat diterima, berfasa cair pada temperature kamar, dan mudah terbakar. Etanol merupakan komponen aktif dari bir, anggur dan wiski yang telah dihasilkan berabad-abad yang lalu dari peragian karbohidrat. Etanol umumnya dapat diproduksi dengan 2 cara yaitu melalui fermentasi biomassa dan sintetik dari gas etilena. Etanol yang berasal dari proses fermentasi gula yang berasal dari karbohidrat yang menggunakan bantuan mikroorganisme dikenal juga dengan bioetanol.

<sup>23</sup> Rama Prihandana. Et.al. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agro Media, Jakarta. 2007. h. 25.

<sup>24</sup> Harold Hart, Leslie E Craine, dkk. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*. Jakarta, Erlangga. h. 217.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, jagung, jerami, bonggol jagung dan kayu. Pembuatan bioetanol melalui tiga tahap yaitu yang pertama proses hidrolisa untuk mengubah polisakarida menjadi monosakarida (glukosa). Kedua adalah proses fermentasi yang menguraikan glukosa menjadi etanol, air dan CO<sub>2</sub>. Ketiga ialah proses destilasi untuk memurnikan campuran etanol dan air. Etanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Etanol merupakan zat cair, tidak berwarna, berbau spesifik, mudah terbakar dan menguap, dapat bercampur dalam air dengan segala perbandingan.<sup>25</sup>

## a. Sifat-sifat Fisik Etanol

- 1) Rumus molekul : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH
- 2) BM : 46,07 gram/mol
- 3) Titik didih pada 760 mmHg: 78,4°C
- 4) Titik beku : -112°C
- 5) Spesifik gravity : 0,786 gr/ml pada 20°C
- 6) Bentuk : cair
- 7) Warna : tak berwarna

## b. Sifat-sifat kimia etanol

<sup>25</sup> Juni Susilowati I, Ari Vosiani. *Pembuatan Bioetanol dari Pati Garut dengan Hidrolisa Asam*. Program Studi D3 Teknik Kimia. Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Vol. 3 No. 1. 2007. h. 4.



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

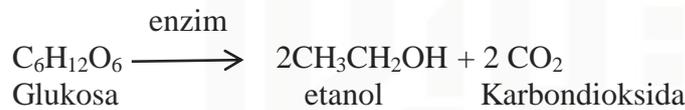
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

- 1) Dihasilkan dari fermentasi glukosa

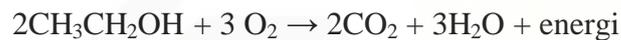


- 2) Untuk minuman diperoleh dari peragian karbohidrat, ada dua tipe yaitu tipe pertama mengubah karbohidratnya menjadi glukosa kemudian menjadi etanol, tipe yang lain menghasilkan cuka (asam asetat).

- 3) Pembentukan etanol



- 4) Pembakaran etanol



Bioetanol memiliki kelebihan- kelebihan dibandingkan dengan bensin

diantaranya

- Bioetanol aman digunakan sebagai bahan bakar, dengan titik nyala tiga kali lebih tinggi dari bensin.
- Lebih sedikit emisi hidrokarbon.
- Penggunaan bahan bakar mengalami pemurnian seiring dengan meningkatnya kandungan etanol.

Kekurangan bioetanol yaitu:

- Sulit melakukan starter karena mesin dingin.
- Bioetanol dapat bereaksi dengan logam seperti magnesium dan aluminium.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

c. Emisi nitrogen oksida yang lebih tinggi.<sup>26</sup>

Etanol dapat dibuat dengan cara sintetik etilena atau melalui proses fermentasi. Produksi etanol dengan cara sintetik senyawa etilena (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) dibantu dengan katalis asam sulfat dan pemanasan pada temperature 70<sup>0</sup>C pada tekanan 10 atm.<sup>27</sup> Untuk bahan dari tanaman, produksi etanol dapat memalui proses fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* atau *Saccharomyces elipsoides*. Beberapa bakteri seperti *Zymomonas mobilis* juga diketahui memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi untuk memproduksi etanol.

Proses pembuatan bioetanol dari bahan baku gula, seperti tebu dan nira lebih sederhana dan mudah karena langsung bisa difermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Pada bahan baku pati, harus dilakukan pengolahan awal liquifikasi dan sakarifikasi. Sedangkan sumber serat dilakukan pengolahan awal delignifikasi, kemudian sakarifikasi. Pada pengolahan bahan yang mengandung pati melewati proses pemasakan. Proses pemasakan bahan meliputi proses liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi adalah proses pengkonversian pati menjadi gula kompleks. Pada tahap ini dilakukan penambahan air dan α-amilase. Proses dilakukan pada suhu 80<sup>0</sup>C-90<sup>0</sup>C. Berakhirnya proses liquifikasi ditandai dengan parameter cairan seperti sup.<sup>28</sup> Sakarifikasi adalah proses pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana. Tahap sakarifikasi dilakukan pada suhu 50<sup>0</sup>C-60<sup>0</sup>C dan enzim yang

<sup>26</sup> Rosdiana Moeksin Melly A Septyana A.P. *Loc. Cit.*

<sup>27</sup> Nur Richana. *Bioetanol Bahan Baku Teknologi Produksi dan Pengendalian Mutu*. Nuansa, Bandung. 2011. h. 19.

<sup>28</sup> Hambali, Erliza. Et. Al. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : Agro Media. h. 41

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

digunakan adalah *glukoamilase*.<sup>29</sup> Pengolahan substrat yang mengandung selulosa sebelum difermentasi dilakukan proses pengolahan awal (*pretreatment*) yaitu perubahan selulosa menjadi gula sederhana melalui penambahan *selullase* atau melalui proses hidrolisis asam.

Tahap fermentasi adalah tahap selanjutnya setelah bahan baku mengalami proses pendahuluan (pati dan serat). Fermentasi adalah proses mengubah gula sederhana menjadi alkohol dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi dilakukan pada kisaran suhu 27<sup>0</sup>C-32<sup>0</sup>C.<sup>30</sup> Destilasi dilakukan untuk mendapatkan etanol murni dengan cara pemanasan pada titik didih etanol murni.<sup>31</sup>

## 7. *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu contoh ragi yang sering digunakan dalam proses fermentasi. Kata ragi dipakai untuk menyebutkan adonan atau ramuan yang digunakan dalam berbagai makanan dan minuman seperti tempe, oncom, tape, roti, anggur, bir, brem, dan lain-lain. *Saccharomyces cerevisiae* adalah salah satu spesies khamir yang memiliki daya konversi gula menjadi etanol sangat tinggi. Mikroba ini biasanya dikenal dengan *baker's yeast* dan metabolismenya telah dipelajari dengan baik. Produk metabolic utama adalah etanol, CO<sub>2</sub> dan air, sedangkan beberapa produk lain dihasilkan dalam jumlah sangat sedikit. Sifat-sifat dari *Saccharomyces cerevisiae* antara lain berbentuk bulat (elips), tidak berflagella, tidak mempunyai klorofil, dan dapat membentuk spora. Ragi ini

<sup>29</sup> *Ibid.*, h. 43

<sup>30</sup> *Ibid.*, h. 41

<sup>31</sup> *Ibid.*, h. 42

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

membutuhkan bahan makanan dari lingkungan tertentu untuk pertumbuhannya dan perkembangbiakannya. Unsur-unsur yang diperlukan seperti C,H,O,P,K,N,S,Ca,Fe, dan Mg, selain itu juga diperlukan vitamin-vitamin. Dalam melakukan proses fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* dipengaruhi oleh factor tumbuh yang meliputi pH pertumbuhan antara 2,0-8,6 dengan pH optimum antara 4,5-5,0.<sup>32</sup>



Gambar 2: *Saccharomyces cerevisiae*

## 8. Destilasi

Destilasi merupakan suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan titik didih atau kemudahan menguap (volatilitas). Faktor yang berpengaruh pada proses destilasi adalah jenis bahan yang didestilasi, temperatur, volume bahan dan waktu destilasi. Namun faktor yang paling berpengaruh adalah temperatur. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu.<sup>33</sup>

Kolom destilasi adalah sarana melaksanakan operasi pemisahan komponen-komponen dari campuran fasa cair, khususnya yang mempunyai

<sup>32</sup> I Gede Wiratmaja, IGusti Bagus Wijaya Kusuma, dkk. *Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut Eucheuma Cottonii sebagai Bahan Baku*. Universitas Udayana, Bali. Vol, 5 No. 1. 2011. h. 4.

<sup>33</sup> Rasmiweti dan Roza Linda. *Buku Ajar Kimia Anlaitik II*. CV. Witra Irzani, Pekanbaru. 2006. h.9.

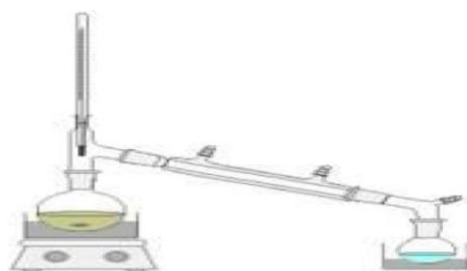
## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

perbedaan titik didih dan tekanan uap yang cukup besar. Perbedaan tekanan uap tersebut akan menyebabkan fasa uap yang ada dalam kesetimbangan dengan fasa cairnya mempunyai komposisi yang perbedaannya cukup signifikan. Fasa uap mengandung lebih banyak komponen yang memiliki tekanan uap rendah sedangkan fasa cair lebih banyak mengandung komponen yang memiliki tekanan uap tinggi.

Destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari *beer* (sebagian besar adalah air dan etanol). Titik didih etanol murni adalah  $78^{\circ}\text{C}$  sedangkan air adalah  $100^{\circ}\text{C}$  (kondisi standar). Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang  $78^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$  akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi, akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95% dari volume.

Perpindahan massa merupakan peristiwa yang dijumpai hampir dalam setiap operasi dalam kegiatan teknik kimia. Salah satu proses tersebut adalah destilasi yang merupakan proses pemisahan campuran cair-cair menjadi komponen-komponennya dengan berdasarkan pada perbedaan kemampuan atau daya penguapan komponen-komponen tersebut. Adanya perbedaan kemampuan penguapan antara komponen-komponen tersebut dikenal sebagai volatilitas relatif.



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### Gambar 3: Rangkaian Alat Destilasi Secara Sederhana

#### 9. Alkohol Meter

Alat untuk mengukur kadar etanol tersebut juga dikenal dengan nama alkohol meter atau hydrometer alkohol. Alat ini sebenarnya digunakan dalam industry minuman keras (bir,wine) untuk mengukur kandungan alkohol dalam minuman tersebut. Di bagian atas alkohol meter tersebut dilengkapi dengan skala yang menunjukkan kadar alkohol. Prinsip kerjanya berdasarkan berat jenis campuran antara alkohol dengan air. Penggunaan alkohol meter sangat sederhana pertama, masukkan bioethanol kedalam gelas yang tingginya lebih dari panjang alkohol meter. Kemudian masukkan batang alkohol meter kedalam gelas ukur, alkohol meter akan tenggelam dan batas airnya akan menunjukkan berapa kandungan alkohol di dalam larutan tersebut. Bioethanol yang bisa diukur dengan etanol meter adalah bioethanol yang sudah didestilasi dengan destilator.



Gambar 4: Alkoholmeter

#### 10. Sumber Belajar

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Proses belajar bersifat individual dan kontekstual, artinya proses belajar terjadi dalam diri peserta didik sesuai dengan perkembangannya dan lingkungannya. Peserta didik seharusnya tidak hanya belajar dari guru atau pendidik saja, tetapi dapat pula belajar dengan berbagai sumber yang tersedia dilingkungannya. Oleh karena itu sumber belajar adalah suatu system yang terdiri dari sekumpulan bahan atau situasi yang diciptakan dengan sengaja dan dibuat agar memungkinkan peserta didik belajar secara individual.<sup>34</sup>

Klasifikasi sumber belajar sebagai berikut:

a. Pesan (*message*)

Informasi harus disalurkan oleh komponen lain berbentuk ide, fakta pengertian atau data. Contoh : bahan-bahan pelajaran , cerita rakyat, dongeng, nasihat dan sebagainya.

b. Manusia (*people*)

Orang yang menyimpan informasi atau menyalurkannya. Tidak termasuk yang menjalankan fungsi pengembangan dan pengelolaan sumber belajar. Contoh : guru, actor, siswa, pembicara, pemain. Tidak termasuk tim teknisi, tim kurikulum.

c. Bahan (*materials*)

<sup>34</sup> Mudasir. *Pembelajaran Berbasis Multimedia*. Kreasi Edukasi. 2016. h. 51.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sesuatu bisa disebut media atau software yang mengandung pesan untuk disajikan melalui pemakaian alat. Contoh : film, slide , tape, buku, gambar, dan sebagainya.<sup>35</sup>

d. Peralatan (*device*)

Sesuatu yang disebut media (hardware) yang menyalurkan pesan untuk disajikan yang ada di dalam software. Contoh : TV, kamera, papan tulis, dan sebagainya.

e. Teknik dan metode (*technique*)

Prosedur yang disiapkan dalam mempergunakan bahan pelajaran, peralatan, situasi, dan orang untuk menyampaikan pesan. Contoh : ceramah , diskusi, simulasi, belajar mandiri, dan sebagainya.

f. Lingkungan (*setting*)

Situasi sekitar dimana pesan disalurkan atau ditransmisikan. Contoh : ruangan kelas, studio, aula, dan sebagainya. Klasifikasi lain yang biasa dilakukan terhadap sumber belajar adalah sebagai berikut :

- 1) Sumber belajar cetak : buku, majalah, Koran , brosur, poster, denah, kamus, ensiklopedia, dan sebagainya.
- 2) Sumber belajar non cetak : film, slides, video, model, audiocassette, transparasi, realita, objek dan sebagainya.
- 3) Sumber belajar yang berbentuk fasilitas : perpustakaan, ruangan belajar, carrel, studio, lapangan olahraga, dan sebagainya.

---

<sup>35</sup> *Ibid.*, h. 53.



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- 4) Sumber belajar yang berupa kegiatan : wawancara, kerja kelompok, observasi, simulasi, permainan, dan sebagainya.
- 5) Sumber belajar yang berupa lingkungan di masyarakat : taman, terminal, pasar, took, pabrik, museum, dan sebagainya.

Dengan memasukkan sumber belajar secara terencana, maka suatu kegiatan belajar mengajar akan lebih efektif dan efisien, dalam usaha pencapaian tujuan instruksional. Sebab sumber belajar sebagai komponen penting dalam proses belajar mengajar mempunyai manfaat cukup besar.

Manfaat sumber belajar tersebut antara lain :

- a. Memberi pengalaman belajar secara terencana, maka konkrit kepada peserta didik, misalnya : karya wisata ke obyek seperti museum, kebun binatang, majalah, dan sebagainya.
- b. Dapat menyajikan sesuatu yang tidak mungkin diadakan, dikunjungi atau dilihat secara langsung dan konkrit. Misalnya , denah, sketsa, foto, film, majalah dan sebagainya.
- c. Dapat menambah dan memperluas cakrawala sajian yang ada di dalam kelas, misalnya : buku tes, foto, film, narasumber, majalah, dan sebagainya.
- d. Dapat memberi informasi yang akurat dan terbaru, misalnya : buku bacaan, ensiklopedia, majalah dan sebagainya.<sup>36</sup>
- e. Dapat membantu memecahkan masalah pendidikan (terhadap instruksional) baik dalam lingkup makro (misalnya : belajar system jarak

<sup>36</sup> *Ibid.*, h. 56.



jauh melalui modul) maupun makro pengaturan ruang yang menarik, simulasi, penggunaan film.

- f. Dapat memberi motivasi yang positif apabila diatur dan diperencanakan pemanfaatannya secara tepat. Dapat merangsang untuk berfikir, bersikap dan berkembang lebih lanjut. Misalnya : buku teks, buku bacaan, film, dan lain-lainnya yang mengandung daya penalaran sehingga dapat merangsang peserta didik untuk berfikir, menganalisis dan berkembang lanjut.

## 11. Bahan Ajar

Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis. Dalam *website* Dikmenjur dikemukakan pengertian bahwa, bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (teaching material) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam kegiatan pembelajaran. Bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi atau KD secara runtut dan sistematis sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu.<sup>37</sup>

Berdasarkan teknologi yang digunakan, bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu bahan cetak (*printed*) seperti antara lain handout, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet,

<sup>37</sup> Depdiknas. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen pendidikan Nasional. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, Jakarta. 2008. h. 5.

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*wallchart, foto/gambar, model/maket.* Bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan compact disk audio. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) seperti *video compact disk, film.* Bahan ajar multimedia interaktif (*interactive teaching material*) seperti CAI (*Computer Assisted Instruction*), compact disk (CD) multimedia pembelajarn interaktif, dan bahan ajar berbasis web (*web based learning materials*).

## 12. Poster

Poster merupakan media visual dua dimensi berisikan gambar dan pesan tertulis yang singkat. Poster tidak hanya penting untuk menyampaikan pesan-pesan tertentu tetapi mampu untuk mempengaruhi dan memotivasi tingkah laku orang melihatnya. Poster adalah salah satu media yang terdiri dari lambang kata atau simbol yang sangat sederhana, dan pada umumnya mengandung anjuran atau larangan. Poster disebut juga plakat, lukisan atau gambar yang dipasang telah mendapat perhatian yang cukup besar sebagai suatu media untuk menyampaikan informasi, saran, pesan dan kesan, ide, dan sebagainya. Pada prinsipnya poster merupakan gagasan yang dicetuskan dalam bentuk ilustrasi gambar yang disederhanakan yang dibuat dalam ukuran besar, bertujuan untuk menarik perhatian, membujuk, memotivasi, atau memperingatkan pada gagasan pokok, fakta atau peristiwa tertentu.

Ciri media poster antara lain :

- a. Poster tidak aja penting untuk menyampaikan pesan atau kesan tertentu akan tetapi mampu pula untuk mempengaruhi dan memotivasi tingkah laku orang yang melihatnya. Ciri- ciri poster yang baik adalah sederhana,

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menyajikan satu ide dan untuk mencapai satu tujuan pokok, bewarna, slogan yang ringkas dan jitu, ulasanya jelas, motif dan desain bervariasi.

- b. Gambar yang memiliki sifat persuasif tinggi karena menampilkan suatu persoalan (tema) yang menimbulkan perasaan kuat terhadap khalayak dengan menyatukan gambar, warna, tulisan, dan kata-kata.
- c. Menyampaikan pertanyaan terhadap persoalan, bukan memberikan solusi atau jawabannya. Inilah yang membuat poster berbeda dengan ilustrasi biasa. Poster yang baik harus dinamis, menonjolkan kualitas.
- d. Poster sederhana tidak memerlukan pemikiran bagi pengamat secara rinci, harus cukup kuat untuk menarik perhatian, bila tidak akan hilang kegunaanya. Kesederhanaan disain dan sedikit kata-kata yang dipergunakan mencirikan poster-poster yang berwatak kuat.
- e. Pada prinsipnya poster itu merupakan gagasan yang dicetuskan dalam bentuk ilustrasi gambar yang disederhanakan yang dibuat dalam ukuran besar, bertujuan untuk menarik perhatian membujuk, memotivasi atau memperingatkan pada gagasan pokok, fakta atau peristiwa tertentu.
- f. Poster yang baik hendaknya meliputi : sederhana, menyajikan satu ide dan untuk mencapai satu tujuan pokok, bewarna, slogannya ringkas dan jitu, tulisannya jelas, motif dan desain.

## B. Penelitian Relevan

## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Adapun Penelitian yang menjadi acuan dalam penelitian ini adalah :

1. Dalam penelitian Eni R. W. Sari dan Rosdiana Moeksin (2015) dengan judul penelitian Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi menghasilkan kadar glukosa sebesar 93,02 mg/L waktu fermentasi 4 hari yang menghasilkan kadar etanol sebesar 11,177%.<sup>38</sup>
2. Dalam penelitian Hervina Tri Oktavia, dkk dengan judul penelitian Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Padat Secara Fermentasi Oleh *Saccharomyces cerevisiae* menunjukkan kadar etanol tertinggi yaitu pada variasi ragi 45 gram dengan waktu fermentasi selama 12 hari yaitu sebesar 77%.
3. Dalam penelitian Roosdiana Muin, dkk (2014) dengan judul penelitian Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan dari Biji menunjukkan bahwa sampel Limbah biji alpukat memiliki kadar etanol tertinggi yang dihasilkan menggunakan metode hidrolisis dengan konsentrasi 6% suhu 120<sup>0</sup>C dan waktu fermentasi selama 120 jam yaitu sebesar 15,100%.<sup>39</sup>
4. Dalam penelitian Rosdiana Moeksin dkk(2015) dengan judul Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Raja (*Musa Sapientum*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi menunjukkan bahwa sampel limbah kulit

<sup>38</sup> Eni R.W.Sari,Roesdiana Moeksin. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi*. Jurnal Teknik Kimia. Fakultas Teknik . Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan. No. 1, Vol. 21. 2015.

<sup>39</sup> Roosdiana Muin, Dwi Lestari, dkk. *Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Biji Alpukat*. Jurnal Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan. No. 4, Vol. 20. 2014.

## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Pisang Raja menghasilkan bioetanol dengan waktu fermentasi 168 jam diperoleh 32,7%.<sup>40</sup>

5. Dalam penelitian Tri Kurnia Dewi dkk (2014) dengan judul pembuatan Bioetanol Dari Keladi Liar (*Colocasia esculenta L schott var. antiquorum*) Melalui Hidrolisis Dengan Katalis Asam Klorida dan Fermentasi menunjukkan bahwa limbah keladi liar mampu menghasilkan 17,44% etanol dalam waktu 45 menit dan fermentasi 72 jam.<sup>41</sup>
6. Dalam penelitian Yuningsih dkk (2004) menunjukkan bahwa proses dan hasil penelitian uji patogenitas spora jamur *M. Anisopliae* terhadap mortalitas larva *O. Rhinoceros* berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan ajar berupa Lembar Kerja Siswa pada Materi Biologi SMA.<sup>42</sup>

<sup>40</sup> Rosdiana Moeksin, Melly A, dkk. *Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Raja (Musa Sapientum) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Jurnal Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan. No. 2, Vol. 21. 2015.

<sup>41</sup> Tri Kurnia Dewi, Nancy Monica, dkk. *Pembuatan Bioetanol dari Keladi Liar (Colocasia esculenta L schott var. antiquorum) melalui Hidrolisis dengan Katalis Asam Klorida dan Fermentasi*. Jurnal Teknik Kimia. Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan. No. 4, Vol. 20. 2014.

<sup>42</sup> Yuningsih. *Uji Patogenitas Spora jamur Metarhizium Anisopliae Terhadap Mortalitas Larva Oryctes Rhinoceros sebagai Bahan Ajar Biologi SMA Kelas X*. Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan, Vol.1. 2004.