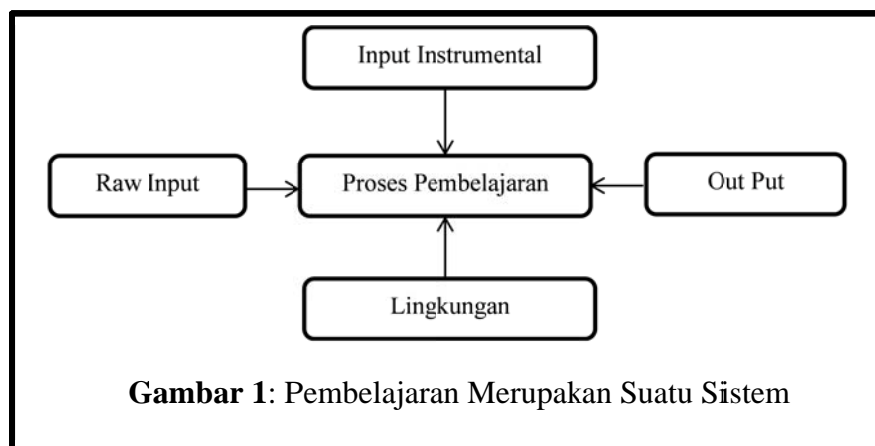


## BAB II KAJIAN PUSTAKA

### A. Kajian Kependidikan

#### 1. Hakikat Pembelajaran

Pembelajaran merupakan suatu sistem kesatuan yang tidak dapat dipisahkan antara komponen-komponen penyusunnya. Komponen penyusun sistem dalam pembelajaran tersebut adalah *raw input* (peserta didik), *instrumental input* (masukan instrumental), *enviromental* (lingkungan), dan *out put* (hasil keluaran). Hubungan keempat komponen tersebut dapat digambarkan menjadi sebuah diagram seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1:** Pembelajaran Merupakan Suatu Sistem

*Sumber : Suhardi, 2008 : 1*

Setiap komponen dalam sistem mengandung bagian-bagian penting dalam pembelajaran. Komponen masukan instrumental terdiri atas kurikulum, guru, sumber belajar, media, metode, sarana dan prasarana pembelajaran sangat berpengaruh dalam pembelajaran. Teori pembelajaran modern mengemukakan bahwa pembelajaran tidak bergantung pada peran guru yang mengelola proses pembelajaran, akan

tetapi didasarkan pada interaksi antara peserta didik dengan obyek yang dipelajari. Dengan demikian sumber dan media belajar tidak dapat dikesampingkan dalam proses pembelajaran (Suhardi, 2003: 1).

## **2. Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)**

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) merupakan kurikulum yang dikembangkan berdasarkan satuan pendidikan, potensi daerah, karakteristik sekolah, sosial budaya masyarakat sekitar, dan karakteristik peserta didik. KTSP disusun dan dikembangkan berdasarkan Undang – undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Nasional Pendidikan pasal 36 ayat (1) dan (2). Bunyi undang – undang tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Pengembangan kurikulum mengacu pada Standar Nasional Pendidikan untuk mewujudkan Tujuan Pendidikan Nasional
- 2) Kurikulum pada semua jenjang dan jenis pendidikan dikembangkan dengan prinsip diverifikasi sesuai dengan satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Hal – hal yang perlu dipahami berkaitan dengan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) adalah ;

- a. Pengembangan KTSP didasarkan pada kondisi satuan pendidikan, potensi, karakteristik daerah, sosial budaya masyarakat sekitar dan peserta didik.

- b. Sekolah dan komite sekolah mengembangkan KTSP beserta silabusnya berdasarkan kerangka dasar kurikulum dan standar kompetensi lulusan, dibawah supervisi dinas pendidikan kabupaten/kota, dan departemen agama yang bertanggung jawab di bidang pendidikan.
- c. KTSP di perguruan tinggi dikembangkan oleh masing – masing perguruan tinggi mengacu pada Standar Nasional Pendidikan (E. Mulyasa , 2007 : 20)

### **3. Sumber Belajar**

Pembelajaran yang menarik, efektif, dan efisien dapat diciptakan apabila pendidik melakukan pengembangan diri kearah perilaku yang lebih baik dalam mengajar. Sehingga pendidik diwajibkan untuk dapat peka terhadap potensi-potensi daerah yang dapat dijadikan sumber belajar dan dijadikan bahan ajar inovatif. Peranan sumber belajar yang penggunaannya terencana dan terprogram sebagai bahan ajar, harus dipersiapkan dengan sebaik-baiknya. Perencanaan maksimal dapat mencapai tujuan dari pembelajaran. Makna sumber belajar yaitu merupakan segala sesuatu yang bisa menimbulkan proses belajar, baik berupa benda, data, fakta, ide, orang, dan lain sebagainya. Sedangkan sumber belajar biologi adalah segala sesuatu, baik benda maupun gejalanya, sehingga dapat digunakan untuk memperoleh pengalaman dalam rangka pemecahan permasalahan biologi tertentu. Pengembangan sumber belajar biologi merupakan suatu keharusan dalam sistem

pembelajaran yang semakin berkembang pesat saat ini (Suhardi, 2010: hal 1-2).

Sumber belajar merupakan segala sesuatu yang dapat dimanfaatkan untuk memberi kemudahan kepada seseorang dalam belajar. Pengembangan sumber belajar dibagi menjadi dua kelompok yaitu *learning resources by design* dan *learning resources by utilization*. *Learning resources by design* merupakan sumber belajar yang dirancang dengan sengaja untuk membantu dalam proses belajar mengajar, sedangkan *learning resources by utilization* merupakan sumber belajar yang digunakan tanpa perlu dirancang demi kepentingan kegiatan pembelajaran (Nana Sudjana, 2008: 77).

Menurut Abdul Majid (2008 : 170-171) sumber belajar dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, diantaranya sebagai berikut :

a. Tempat (lingkungan alam sekitar)

Merupakan suatu lokasi dimana peserta didik bisa melakukan proses belajar, contohnya perpustakaan; museum; sungai; hutan; pantai dan sebagainya.

b. Benda

Merupakan segala sesuatuyang berwujud benda dan dapat memungkinkan peserta didik untuk melakukan proses belajar, contohnya candi dan benda peninggalan lainnya.

c. Orang

Merupakan siapa saja yang mempunyai bakat atau keahlian khusus dimana peserta didik bisa belajar dari keahliannya tersebut, contohnya guru; polisi; pilot dan sebagainya.

d. Buku

Merupakan segala macam tulisan yang berbentuk buku dan dibaca secara mandiri oleh peserta didik, contohnya kamus; buku teks; ensiklopedia dan sebagainya.

e. Peristiwa atau fakta aktual

Merupakan suatu kejadian yang dapat diambil hikmahnya untuk proses pembelajaran, contohnya bencana alam; kerusuhan dan sebagainya.

Menurut Suhardi (2010: 4-7) Suatu hasil penelitian jika akan diangkat menjadi sumber belajar di SMU maka harus melewati beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Mengidentifikasi proses dan produk penelitian.

Hasil penelitian dapat dijadikan sumber belajar jika dikaji berdasarkan kurikulum pendidikan biologi yang berlaku. Dengan mengkaji hasil penelitian ini maka potensi ketersediaan objek dan permasalahan yang diangkat, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, sasaran materi dan peruntukannya, informasi yang akan diungkap, pedoman eksplorasi dan perolehan yang akan dicapai. Jika semua persyaratan telah dipenuhi, maka dilakukan pengkajian proses dan produk hasil penelitian yang relevan dengan permasalahan biologi di

SMU. Dalam segi produk penelitian, fakta hasil penelitian, digeneralisasikan menjadi konsep, dan prinsip. Setelah identifikasi proses dan produk penelitian telah selesai dilakukan, untuk lebih baiknya bila diikuti dengan strukturisasi proses prosuk penelitian yang sudah memenuhi persyaratan untuk diangkat sebagai sumber belajar di SMU tersebut diwujudkan dalam bentuk bagan.

b. Seleksi dan modifikasi hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi.

Dua hal yang paling penting dalam mempertimbangkan proses dan produk penelitian bila diangkat menjadi sumber belajar. Langkah yang akan dilakukan dalam seleksi dan modifikasi hasil penelitian akan dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Prosedur kerja penelitian haruslah disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran khususnya kegiatan belajar yang dilakukan peserta didik, misalnya penyediaan obyek/media, dan pelaksanaan penelitian bagi peserta didik, apakah dilaksanakan di laboratorium sekolah, atau di lapangan.
- 2) Produk penelitian berupa fakta, konsep, dan prinsip disesuaikan dengan konsep atau sub konsep GBPP Kurikulum Biologi yang berlaku di SMU.

c. Menerapkan hasil penelitian sebagai sumber belajar ke dalam organisasi instruksional.

Penerapan hasil penelitian sebagai sumber belajar di SMU diwujudkan ke dalam :

1) Rancangan Kegiatan Pembelajaran (RKP), dengan komponen-komponen berikut:

- a) Konsep
- b) Sub-Konsep
- c) Tujuan Kurikuler
- d) Tujuan Pembelajaran Umum (TPU)
- e) Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK)
- f) Uraian Materi
- g) Sasaran
- h) Jenis Kegiatan
- i) Waktu
- j) Metode
- k) Sarana dan Prasarana
- l) Bentuk Belajar
- m) Sistem Interaksi
- n) Alat Evaluasi

2) Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), meliputi komponen-komponen berikut:

- a) Nomor Urut
- b) Macam Kegiatan
- c) Waktu
- d) Bentuk Kegiatan
- e) Metode

f) Peran Aktif

Menetapkan sumber belajar sebagai informasi yang disajikan dan disimpan dalam berbagai bentuk media, yang nantinya dapat digunakan peserta didik dalam belajar sebagai perwujudan dari kurikulum.

**4. Bahan Ajar**

Bahan ajar merupakan seperangkat bahan yang berisikan materi atau isi pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Suatu bahan ajar memuat materi atau isi pelajaran berupa ide, fakta, konsep, prinsip, kaidah, atau teori yang tercakup dalam mata pelajaran sesuai dengan disiplin ilmunya serta informasi lainnya. Oleh karena itu dalam suatu bahan ajar harus memuat Tujuan Pembelajaran Umum (TPU), Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK), kegiatan pembelajaran, materi pelajaran, latihan atau tugas, evaluasi dan umpan balik (Sungkono, 2003: 1).

Bahan ajar dapat dinilai baik jika memenuhi beberapa kategori antara lain isinya sesuai berdasarkan kurikulum yang berlaku, penyajiannya sistematis, dan membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran (Dewi Padmo, 2004: 417-418).

Menurut Abdul Majid (2008 : 174) bahan ajar memungkinkan siswa mempelajari suatu kompetensi atau kompetensi dasar secara runtut dan sistematis sehingga mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu. Sebuah bahan ajar mencakup beberapa *point* penting diantaranya :



- a. Petunjuk belajar
- b. Kompetensi yang akan dicapai
- c. Informasi pendukung
- d. Latihan – latihan
- e. Lembar kerja
- f. Evaluasi

Peran dari bahan ajar adalah untuk mengintensifkan kegiatan peserta didik dalam pembelajaran, sehingga diharapkan hasil pembelajarannya akan lebih baik dari pada peserta didik yang hanya mendapatkan uraian dari guru. Di dalam pembelajaran banyak dari peserta didik yang kita temui tidak dapat mengikuti uraian yang diberikan oleh guru, dengan alasan tersebut bahan ajar memiliki peranan yang dapat mendukung para siswa untuk belajar lebih baik. Sedangkan dalam pembelajaran secara klasikal di mana bahan ajar sudah siap digunakan bagi peserta didik, di sini dimaksudkan bahwa guru tidak berarti bebas dari tugas melainkan dalam pembelajaran ini guru tidak memberikan uraian kepada peserta didik tentang seluruh materi pembelajaran, tetapi guru tetap menjadi fasilitator, motivator, moderator, konduktor dan evaluator (Suhardi, 2003: 2).

Menurut Andi Prastowo (2011: 50-58) analisis kebutuhan bahan ajar merupakan proses awal dalam menentukan bahan ajar. Ada tiga tahapan yang harus dilakukan yaitu:

#### a. Menganalisis Kurikulum

Pada analisis kurikulum, kita harus melewati lima langkah yaitu penentuan standar kompetensi yang akan dicapai oleh peserta didik, mengidentifikasi kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik, menentukan indikator ketercapaian hasil belajar, analisis materi pokok, pengalaman belajar yang dipraktikkan dalam proses pembelajaran.

#### b. Menganalisis Sumber Belajar

Setelah analisis kurikulum selesai dilakukan maka tahapan selanjutnya adalah menganalisis sumber belajar. Kriteria analisis terhadap sumber belajar dilakukan berdasarkan ketersediaan, kesesuaian, dan kemudahan dalam memanfaatkannya. Caranya adalah dengan menginventarisasikan ketersediaan sumber belajar yang dikaitkan dengan kebutuhan.

#### c. Memilih dan Menentukan Bahan Ajar

Ada tiga prinsip yang dapat dijadikan pedoman dalam memilih bahan ajar. Pertama, prinsip relevansi maksudnya bahan ajar yang dipilih hendaknya memiliki hubungan dengan ketercapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar. Kedua, prinsip konsistensi maksudnya bahan ajar yang dipilih memiliki nilai keajegan. Ketiga, prinsip kecukupan maksudnya ketika memilih bahan ajar hendaknya dicari yang memadai untuk membantu siswa menguasai kompetensi dasar yang diajarkan.

#### **4. Modul**

Modul merupakan buku yang disusun dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru, sehingga modul berisi paling tidak tentang segala komponen dasar bahan ajar yang telah disebutkan sebelumnya. Pembelajaran dengan modul lebih bermakna jika peserta didik dapat dengan mudah menggunakannya dalam proses pembelajaran. Pembelajaran menggunakan modul memberi kesempatan bagi peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi dalam belajar akan lebih cepat menyelesaikan satu atau lebih kompetensi dasar dibandingkan dengan peserta didik lainnya. Oleh karena itu penyusunan modul harus menggambarkan kompetensi dasar yang akan dicapai oleh semua peserta didik, disajikan dengan menggunakan bahasa yang baik, menarik, dilengkapi dengan ilustrasi (Abdul Majid, 2008:176).

Dalam pembelajaran saat ini sedang maraknya digunakan modul sebagai salah satu sumber belajar dan bahan ajar. Maka dari itu sebagai calon pendidik kita diharapkan dapat mengembangkan bahan ajar dalam bentuk modul yang digunakan dalam proses pembelajaran. Menurut Vembriato di dalam diktat Suhardi (2003: 8-9) bahwa modul sebagai media utama dalam pembelajaran jarak jauh memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

a. Sifatnya *self-instructional*

Pendekatan yang digunakan dalam pengajaran dilakukan melalui berbagai macam penginderaan, melalui pengalaman siswa yang langsung terlibat secara aktif dalam pembelajaran

b. Pengakuan atas perbedaan individual

Watak dan karakteristik siswa yang berbeda-beda merupakan perbedaan mendasar dalam pembelajaran. Modul merupakan bahan ajar yang menanggapi perbedaan tersebut, karena dalam penyelesaiannya dilakukan secara perorangan atau individual. Maka dari itu pembelajaran menggunakan modul memberikan kesempatan bagi siswa untuk belajar sesuai dengan kemampuan masing-masing

c. Memuat rumusan tujuan pembelajaran secara eksplisit

Penulisan modul yang spesifik dan eksplisit memberikan keuntungan bagi penyusun modul untuk menentukan media dan kegiatan belajar harus direncanakan untuk mencapai tujuan tersebut. Bagi guru tujuan tersebut berguna untuk memahami isi pelajaran, sedangkan untuk peserta didik gunanya lebih menyadarkan mereka tentang apa yang diharapkan

d. Adanya asosiasi, struktur, dan urutan pengetahuan

Proses asosiasi terjadi karena dengan menggunakan modul dalam pembelajaran siswa dapat membaca teks dan melihat diagram-diagram dari buku modulnya. Sedangkan struktur dan urutan maksudnya materi pada buku modul itu dapat disusun mengikuti

struktur pengetahuan secara hirarkis. Dengan begitu siswa dapat mengikuti urutan kegiatan belajar secara teratur.

e. Penggunaan berbagai macam media

Pembelajaran menggunakan modul memungkinkan digunakannya berbagai macam media pembelajaran. Hal ini disebabkan karakteristik siswa berbeda-beda kepekaannya terhadap media. Oleh karena itu dalam pembelajaran menggunakan modul dapat divariasikan dengan media lainnya seperti radio atau televisi.

f. Partisipasi aktif siswa

Dengan penyusunan modul yang bersifat *self-instructional* maka keaktifan siswa akan menjadi lebih tinggi.

g. Adanya *reinforcement* langsung terhadap respon siswa

Respon yang diberikan siswa mendapatkan konfirmasi atas jawaban yang benar, dan mendapat koreksi langsung atas kesalahan jawaban yang dilakukan dengan cara mencocokkan hasil pekerjaan dengan kunci jawaban yang telah disediakan.

h. Adanya evaluasi terhadap penugasan siswa atas hasil belajarnya

Pembelajaran dengan menggunakan modul juga melibatkan kegiatan evaluasi, sehingga dari hasil evaluasi ini dapat diketahui tingkat penguasaan siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Untuk memudahkan dalam mengetahui kemampuan peserta didik dalam penyusunan modul dilengkapi dengan tata cara perhitungan dan patokannya.

Menurut Nana Sudjana (2007 : 133) tujuan pengajaran menggunakan modul ialah untuk mencapai tujuan pendidikan dengan sefektif dan efisien. Peserta didik dapat mengikuti program pengajaran sesuai dengan kemampuan masing – masing, lebih mandiri, dan mengetahui hasil belajar sendiri serta menekankan penguasaan bahan ajar secara optimal.

Setiap ragam bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran, pada umumnya memiliki karakteristik tertentu yang membedakannya dengan bahan ajar lainnya. Karakteristik yang dimiliki modul diantaranya dirancang untuk sistem pembelajaran mandiri; merupakan program pembelajaran yang utuh dan sistematis; mengandung tujuan, bahan kegiatan, dan evaluasi; disajikan secara komunikatif (dua arah); diusahakan agar dapat mengganti beberapa peran guru; cakupan bahasa terfokus dan terukur; serta mengutamakan aktivitas belajar pemakai (Andi Prastowo, 2011: 109-110).

## **B. Kajian Keilmuan**

### **1. Kacang Benguk (*Mucuna pruriens*)**

Tempe benguk merupakan makanan khas sebagian besar masyarakat Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya di Kabupaten Kulon Progo. Keistimewaan tempe ini yaitu berbahan dasar kacang benguk (*Mucuna pruriens*) sehingga menghasilkan rasa yang berbeda. Kacang benguk ini berasal dari tanaman benguk (*Mucuna pruriens*) merupakan jenis tanaman perdu dan tergolong melilit. Daun dari tanaman ini

berbentuk segitiga dengan buahnya menggerombol pada batang dan termasuk pada jenis polong-polongan. Kulit buah ketika masih muda berwarna hijau dan berbulu halus, sedangkan jika sudah tua bulu-bulu halus tersebut akan mulai berubah warna menjadi coklat kemudian menghitam (Haryoto, 2007 : 7-8).

Tekstur kacang benguk (*Mucuna pruriens*) lebih keras dibandingkan dengan kacang kedelai dan mengandung asam sianida (HCN) yang bersifat racun. Namun zat racun ini dapat mudah dihilangkan dengan cara yang sederhana yaitu dengan direndam dalam air bersih selama 24-48 jam di mana tiap 6-8 jam sekali airnya harus diganti. Tempe benguk merupakan sumber makanan maka harus mengandung nilai gizi yang dapat memenuhi kecukupan gizi masyarakat Indonesia. Kandungan gizi kacang benguk (*Mucuna pruriens*) dalam tiap 100 gr bahan seperti pada tabel 1(Haryoto, 2007: 10-12).

**Tabel 1.** Kandungan Gizi Biji Benguk dalam Tiap 100 gr Bahan

No.	Zat Gizi	Jumlah
1.	Kalori (kal)	332,0
2.	Protein (gr)	24,0
3.	Lemak (gr)	3,0
4.	Karbohidrat (gr)	55,0
5.	Kalsium (mg)	130,0
6.	Fosfor (mg)	200,0
7.	Besi (mg)	2,0
8.	Vitamin A (S.I)	70,0
9.	Vitamin B1 (mg)	0,3
10.	Vitamin C (mg)	0
11.	Air (gr)	15,0
12.	Bagian dapat dimakan (%)	95,0

*Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI, 1979*

## 2. Bioteknologi

Bioteknologi merupakan suatu bidang penerapan bagi *biosains* dan teknologi menyangkut penerapan praktis organisme hidup ataupun komponen subselulernya pada industri jasa dan manufaktur serta pengelolaan lingkungan. Bioteknologi memanfaatkan bakteri, khamir (*yeast*), kapang, alga, sel tumbuhan atau sel jaringan hewan yang dibiakkan sebagai konstituen berbagai proses industri. Penerapan bioteknologi yang berhasil hanya akan mungkin tercapai bila dilakukan pengintegrasian terhadap disiplin ilmu pengetahuan alam dan teknologi termasuk diantaranya mikrobiologi, biokimia, genetika, biologi molekuler, kimia, dan rekayasa proses dan teknik kimia. Proses bioteknologi pada umumnya mencakup produksi sel atau biomassa dan transformasi kimia yang diinginkan. Bertentangan dengan popularitasnya, bioteknologi bukan merupakan hal yang baru karena sudah ditemukan sejak dahulu. Menurut John E. Smith (1993: 1-8) ada empat fase utama dalam perkembangan bioteknologi yang dapat diidentifikasi hingga mencapai sistem bioteknologi modern dewasa ini yaitu:

### a. Produksi Bioteknologi Makanan dan Minuman

Pembuatan roti dan bir yang menyadarkan bahwa segala proses tersebut melibatkan bantuan organisme hidup. Bukti nyata atas kesanggupan mikroorganisme melakukan fermentasi timbul dari studi permulaan Louis Pasteur antara tahun 1857 dan 1876 yang kini



dijuluki bapak bioteknologi. Proses lain yang didasari aktivitas mikroorganisme seperti produksi fermentasi contohnya keju dan yoghurt serta berbagai macam makanan Asia contohnya kecap dan tempe dapat dianggap sebagai bioteknologi masa lampau.

b. Proses Bioteknologi Semula Dikembangkan pada Kondisi Tidak Steril

Banyak senyawa industri penting yang dihasilkan pada abad 19 dengan menggunakan metode fermentasi yang terbuka terhadap lingkungan. Pengendalian atas kontaminasi mikroorganisme dapat dilakukan dengan memanipulasi lingkungan ekologisnya secara hati-hati, bukan melalui penggunaan rekayasa yang rumit. Sama halnya dengan fermentasi makanan yang dijelaskan sebelumnya, proses fermentasi ini lebih relatif sederhana dan dapat dikerjakan dalam skala besar.

c. Pengenalan Sterilisasi dalam Proses Bioteknologi

Teknik rekayasa rumit dalam bioteknologi mulai muncul pada tahun 1940, yaitu kultivasi massa mikroorganisme yang menjamin bahwa proses biologis tertentu dapat berlangsung tanpa mikroorganisme lain. Jadi dengan melakukan sterilisasi pada media dan bioreaktor serta menggunakan perlengkapan rekayasa yang dapat menghindari kontaminan masuk dan biokatalis yang diinginkan saja yang masuk dalam reaktor.

#### d. Dimensi Baru dan Kemungkinan untuk Industri Bioteknologi

Dalam waktu terakhir ini ada beberapa perkembangan terkenal dalam biologi molekuler yang mengendalikan proses dan menciptakan kesempatan baru dan mencengangkan. Perkembangan ini tidak hanya menimbulkan efisiensi melainkan dapat meningkatkan efisiensi dan ekonomi industri bioteknologi yang sudah ada. Proses biosains tersebut diantaranya adalah rekayasa genetika, teknologi enzim, rekayasa biokimia, dan rekayasa produk sistem.

### 3. Teknologi Fermentasi

Teknologi fermentasi sebagian besar merupakan teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk produksi makanan dan minuman seperti keju, yoghurt, minuman alkohol, cuka, sirkol, acar, sosis, kecap dan beberapa produk hasil fermentasi lainnya (John E.Smith, 1993: 66).

Kebanyakan penelitian fermentasi dilakukan pada substrat cair. Namun secara luas, disebutkan sistem fermentasi dibuat dan dipraktikkan dengan menggunakan substrat padat tanpa adanya air. Fermentasi padat seperti yang telah lama dipraktikkan memang mendahului fermentasi cair melalui beberapa ribu tahun. Contoh khusus termasuk fermentasi oriental seperti miso dan tempe, keju matang cetakan, dan pengomposan limbah organik. Skala dari proses-proses bioteknologi sangat luas tetapi mengherankan dan cenderung diabaikan oleh teknologi fermentasi modern. Mungkin ini adalah sebagian dari kompleksitas dan kesulitan

karena jelas mereka menjelaskan dengan menggunakan pemodelan matematika. Namun baru-baru ini ada peningkatan yang sangat besar dalam minat pada sistem tersebut dan studi berharga banyak yang sekarang berlangsung. Fermentasi substrat padat adalah proses yang beradaptasi dengan baik dengan *batch continue* dan kompleksitas peralatan tidak jauh berbeda dari yang sekarang yang wajib menggunakan *tank* yang diaduk tradisional. Proses fermentasi substrat padat biasanya melibatkan jamur berfilamen (kapang), atau ragi (yeast) tertentu atau spesies *Streptomyces* karena organisme tersebut dapat berfungsi pada tingkat kelembaban rendah. Mengacu pada desain fermentor substrat padat ada sedikit informasi yang tersedia dalam literatur Barat pada desain fermentor substrat solid, walaupun banyak tersedia di Jepang. Energi rendah merupakan persyaratan proses fermentasi substrat padat adalah daya tarik yang jelas untuk pengembangan proses bioteknologi dan studi baru akan menunjukkan bahwa proses tersebut mungkin menjadi semakin lebih dieksploitasi pada tingkat industri (John E. Smith, 1980: 19-20). Beberapa contoh produk hasil dari fermentasi substrat padat seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Beberapa contoh hasil dari fermentasi substrat padat

Hasil	Bahan dasar	Mikroorganisme yang berperan
Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i>
Tempe	Kedelai	<i>Rhizopus sp</i>
Oncom	Kedelai	<i>Neurospora sitophila</i>
Keju	Susu	<i>Penicillium requefortii</i>

Sumber : John E. Smith 1993

Fermentasi melibatkan peran mikroorganisme yang dapat mendegradasi aneka substrat yang ada sehingga menghasilkan produk

yang dapat bermanfaat. Hasil fermentasi sendiri memiliki kandungan gizi yang lebih dibanding kandungan gizi sebelum dilakukan fermentasi. Dalam fermentasi akan melibatkan tiga komponen penting yaitu:

a. Inokulum

Merupakan bahan (padat atau cair) yang mengandung spora atau konidia, atau sel khamir, yang sengaja ditambahkan pada substrat.

Secara garis besar syarat – syarat bagi kultur mikroorganisme untuk dijadikan inokulum dalam fermentasi adalah :

- 1) Sehat dan dalam keadaan sudah aktif, sehingga tidak membutuhkan fase adaptasi ketika berada pada substrat berbeda.
- 2) Ketersediaannya cukup sehingga takaran inokulum dalam keadaan optimum.
- 3) Morfologinya sesuai dengan substrat yang digunakan.
- 4) Bebas kontaminan.

b. Substrat

Merupakan bahan yang akan didegradasi oleh mikroorganisme yang ditambahkan.

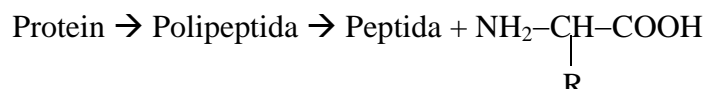
c. Bioreaktor

Merupakan tempat berlangsungnya proses-proses penguraian substrat oleh mikroorganisme.

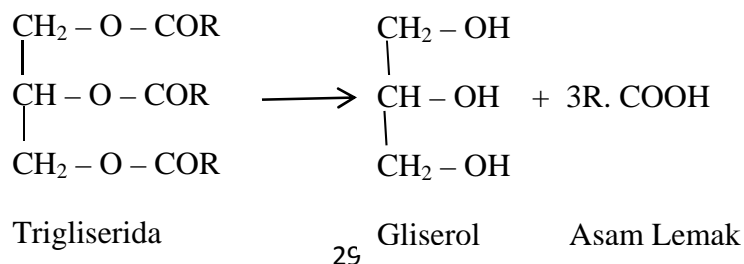
Selain itu faktor-faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi keberhasilan dari fermentasi oleh fungi yang sudah ditambahkan (Indrawati Ganjar, 2006 : 128-130).

Proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme akan menghasilkan rasa dan tekstur yang khas serta penampilan lebih baik. Proses fermentasi melibatkan lebih dari satu mikroorganisme yang bersifat sinergis. Pertumbuhan mikroorganismenya pun bersifat suksesi, maksudnya proses perubahan yang terjadi selama fermentasi akan dilakukan oleh mikroorganisme yang tumbuh secara bergantian. Contoh perubahan tersebut diantaranya (Kapti Rahayu Kuswanto, 1988 : 12-16) :

- a. Perubahan komponen gula menjadi asam laktat, dilakukan oleh bakteri – bakteri asam laktat.
- b. Perubahan komponen protein karena aktifitas proteolitik dari *Rizhopus oligosporus* sehingga terbentuk senyawa protein dengan berat molekul kecil.



- c. Perubahan komponen lemak karena aktifitas lipolitik *Rhizopus oligosporus* sehingga asam-asam lemak dapat dibebaskan dan membentuk rasa yang khas.



### C. Kerangka Berfikir

