

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Karakteristik Bakteri

#### 1. *Bacillus*

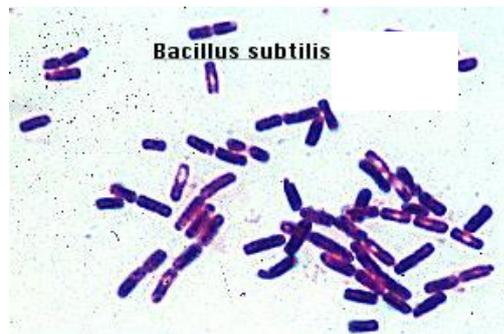
*Bacillus* merupakan mikroba flora normal pada saluran pencernaan ayam (Green dkk, 2006:4288). Ciri-ciri bakteri ini adalah organisme saprofitik, berbentuk batang, gram positif, pembentuk spora non-patogen yang biasanya ditemukan dalam air, udara, debu, tanah dan sedimen. Terdapat beberapa jenis bakteri yang bersifat saprofit pada tanah, air, udara, dan tumbuhan, seperti: *Bacillus cereus* dan *Bacillus subtilis* (Jawetz dkk, 2005 : 285). Jenis-jenis *Bacillus* yang ditemukan pada saluran pencernaan ayam yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus clausii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus firmus*, kelompok *Bacillus cereus* (Barbosa dkk, 2005: 968).

*Bacillus* mempunyai daya resisten terhadap anti mikroba dan dapat menghasilkan antimikroba, sehingga bakteri ini mampu bertahan di dalam saluran pencernaan. *Bacillus* resisten terhadap eritromisin, linkomisin, sefalosporin, sikloserin, kloramfenikol, tetrasiklin, streptomisin dan neomisin. Antimikroba yang dihasilkan adalah bakteriosin ( Barbosa dkk, 2005: 978).

*Bacillus* mempunyai kemampuan mengontrol bakteri patogen dan menekan pertumbuhan bakteri lain melalui antibiotik yang dihasilkannya / kompetisi dalam hal perebutan nutrisi dan ruang. Hal ini didukung dari hasil penelitian terakhir bahwa *Bacillus* berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri berupa lipopeptida yang disebut basitrasin yang dapat membunuh bakteri patogen (Agustina, 2008: 4).

Menurut Jawetz dkk (2005: 285) *Bacillus* diklasifikasikan sebagai berikut:

Regnum : Plantae  
Kelas : Bacilli  
Ordo : Bacillales  
Family : Bacillaceae  
Genus : Bacillus  
Species : *Bacillus sp.*



Gambar 1. *Bacillus*

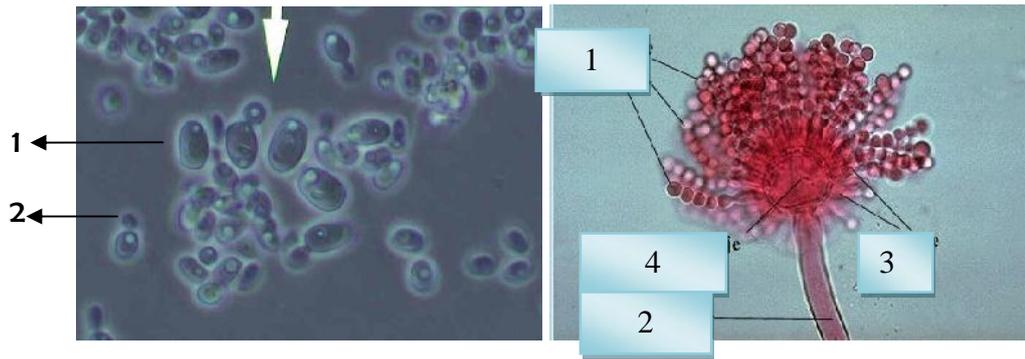
## 2. Mikroba Ragi Tapai

Kata “ragi” dipakai untuk menyebut adonan atau ramuan yang digunakan dalam pembuatan berbagai makanan dan minuman seperti tempe, tapai,

roti, anggur, brem dan lain-lain. Ragi untuk tapai merupakan populasi campuran genus dimana terdapat spesies-spesies genus *Aspergillus*, genus *Saccharomyces*, genus *Candida*, genus *Hansenula*, sedangkan bakteri *Acetobacter* biasanya tidak ketinggalan. Genus tersebut hidup bersama secara sinergetik. *Aspergillus* dapat menyederhanakan amilum, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenula* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lainnya (Dwijoseputro, 1990:154).

Menurut Kompiang (2009:182) *Saccharomyces cerevisiae* dan *Aspergillus oryzae* juga mempunyai potensi dapat membunuh bakteri patogen atau dengan kata lain sebagai probiotik. Pada dinding sel khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) mengandung manan-oligosakarida yang berfungsi sebagai sumber makanan bagi bakteri alami (*indigenous*) yang bersifat menguntungkan bagi inangnya, sehingga bakteri *indigenous* dapat berkembang lebih pesat dan lebih dominan sehingga dapat mengurangi bakteri patogen dalam saluran pencernaan (Sianturi, 2007: 7).

Ragi tapai merupakan inokulum yang umum digunakan dalam pembuatan tapai. Ragi tapai terbuat dari bahan dasar tepung beras yang dibuat bulat pipih dengan diameter 2-3 cm. mikroba yang terdapat di dalam ragi tapai dapat dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu kapang, amilolitik, khamir amilolitik, khamir nonamilolitik, bakteri asam laktat dan bakteri amilolitik (Astawan dalam Wulandari, 2008:11).

Gambar 2. *Saccharomyces cerevisiae*

Keterangan : 1. Sel vegetative  
2. Tunas

Gambar 3. *Aspergillus sp.*

Keterangan : 1. Konidia  
2. Konidiofor  
3. Sterigmata  
4. Vesikula

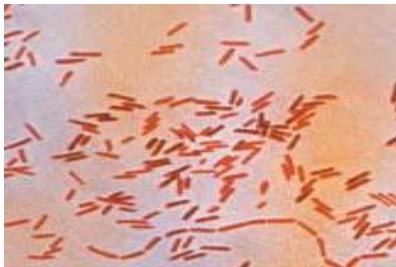
### 3. *Salmonella sp.*

*Salmonella sp.* adalah salah satu jenis bakteri yang tergolong dalam genus bakteri Enterobakteria dan familia Enterobakteriaceae. Bakteri tersebut umumnya bersifat gram negatif dan berbentuk tongkat. Mikroba ini merupakan bakteri fakultatif intraseluler. *Salmonella* diklasifikasikan menjadi 3 spesies (edwards dan Ewing) yaitu *S. eholerasuis*, *S. typhi*, dan *S. enteriditi* ( Lay dan Hastowo, 1992: 306).

*Salmonella sp.* memiliki ukuran panjang 1-3 $\mu$ m dan lebar 0,5-0,7  $\mu$ m, tidak membentuk spora, dan aerogenik. Sebagian besar bakteri ini dapat bergerak karena mempunyai flagel peritrik, tumbuh optimum pada suhu 37<sup>0</sup> C. Pada suhu kurang dari 6,7<sup>0</sup> C atau lebih dari 46,6<sup>0</sup> C pertumbuhan terhenti (Nurwantoro dan A.S Djarijah, 1994 dalam Wahyuni, 2006: 9).

Menurut Hadioetomo (1993:91) *Salmonella Sp.* diklasifikasikan sebagai berikut :

Regnum : Plantae  
Diviso : Protophyta  
Kelas : Schyzomycetes  
Ordo : Eubacteriales  
Family : Eubacteriaceae  
Genus : Salmonella  
Species : *Salmonella sp.*



Gambar 4. *Salmonella sp.*

#### 4. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* merupakan salah satu jenis bakteri yang tergolong dalam genus *Escherichia* dan familia *enterobacteriaceae* . Bakteri tersebut umumnya bersifat gram negatif, berbentuk batang pendek, tidak tahan asam, tidak berspora, bersifat aerob atau fakultatif anaerob. Bakteri ini memiliki daya tahan berbulan-bulan dalam tanah dan di dalam air, peka terhadap *Streptomisin*, *Tetrasiklin*, *kloramfenikol*, dan menghasilkan toksin berupa endotoksin dan eksotoksin.(Gupte, 1990: 262). Sebagian besar *Escherichia coli* bersifat motil dengan alat pergerakan berupa flagel. Bakteri ini tumbuh dengan baik pada suhu 10 - 40<sup>0</sup>C dan pH optimum

lingkungan antara 6,5 sampai 7,5 (Ferdiaz, 1993 dalam Agustina, 2008:16).

*Escherichia coli* merupakan mikroflora normal di dalam intestinum, namun sebagian galur *E.coli* dapat menyebabkan diare, karena hasil metabolismenya bersifat beracun dan *E.coli* dapat langsung menyerang lapisan epitelium dinding usus (Gibson, 1999: 5).

Menurut Jawet, dkk (2005:58) *Escherichia coli* diklasifikasikan sebagai berikut :

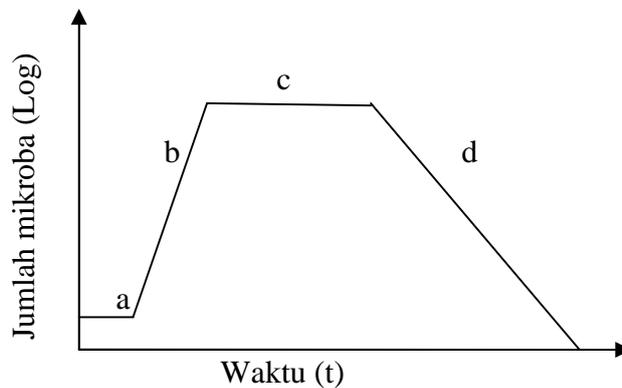
Regnum : Plantae  
Diviso :Protophyta  
Kelas :Schyzomycetes  
Ordo : Entnerobacteriales  
Family : Entnerobacteriaceae  
Genus : Escherichia  
Species : *Escherichia coli*



Gambar 5. *Escherichia coli*

## B. Pola Pertumbuhan Bakteri

Pertumbuhan dapat diartikan sebagai penambahan semua komponen di dalam sel hidup yang berlangsung secara teratur. Pertumbuhan bakteri merupakan penambahan jumlah sel dan berat sel (Purwoko, 2007: 30). Umumnya pertumbuhan dan pertambahan sel mikroba digambarkan dalam bentuk kurva pertumbuhan berbentuk sigmoid. Kurva pertumbuhan mikroba menggambarkan fase pertumbuhan secara bertahap sejak awal pertumbuhan hingga kematian sel bakteri (Suriawiria, 1990: 80).



Gambar 6. Kurva Pertumbuhan Bakteri,  
 a. fase Adaptasi                      c.fase stasioner  
 b. fase Logaritmik                    d.fase kematian  
 (Madigan,1991)

Fase pertumbuhan mikroba terdiri dari :

a. Fase Adaptasi

Fase ini merupakan fase penyesuaian bakteri terhadap lingkungan yang baru (Muslimin, 1996:61). Pada fase ini tidak terjadi pertumbuhan dan kenaikan jumlah sel tetapi peningkatan ukuran atau volume sel, peningkatan total protein seluruhnya, DNA (Lay, 1992).

Lamanya fase adaptasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

1. Umur inokulum

Bila mikroba dipindahkan pada fase log, maka akan berbeda bila inokulum berasal dari fase stasioner.

2. Jumlah inokulum

Jumlah sel awal yang semakin tinggi maka mempercepat fase adaptasi (Muslimin, 1996: 61)

3. Medium dan lingkungan pertumbuhan

Jika medium dan lingkungan pertumbuhan sama dengan lingkungan sebelumnya maka bakteri tidak memerlukan waktu adaptasi. Tetapi jika berbeda, diperlukan waktu penyesuaian untuk mensintesis enzim-enzim.

b. Fase Pertumbuhan Logaritmik

Fase ini merupakan fase dimana mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva linier. Pada fase ini bakteri sudah beradaptasi secara baik dengan lingkungan pertumbuhannya sehingga mempunyai waktu penggandaan yang lebih cepat dibandingkan fase sebelumnya (Yuwono, 2002 ).

c. Fase Stasioner

Fase ini jumlah populasi sel bakteri tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan sel yang mati (Muslimin, 1996: 62). Menurut Lay dan Hastowo (1992: 98) hal ini terjadi karena berkurangnya jumlah nutrisi serta faktor-faktor yang terkandung di dalam jasad

mikroba, sehingga membuat aktivitas pertumbuhan sampai pada titik maksimum.

d. Fase Kematian

Fase ini merupakan akhir dari pertumbuhan bakteri, dimana jumlah bakteri menurun drastis sehingga grafik akan menuju kembali ke titik awal (Suriawiria, 1990: 83). Penurunan populasi mikroba disebabkan karena autolisis sel dan penurunan energi seluler ( Purwoko, 2007:35).

### C. Senyawa Antibakteri

Antibakteri adalah senyawa yang diproduksi oleh mikroba dan mempunyai kemampuan menghambat atau membunuh bakteri dan mikroba lainnya (Muslimin, 1996: 161). Menurut Lay dan Hastowo (1992: 88) antibakteri merupakan hasil metabolisme sekunder. Salah satu ciri dari metabolit sekunder yaitu senyawa tersebut diproduksi pada akhir fase logaritmik.

Berdasarkan kerjanya antibakteri dapat dibedakan sebagai berikut :

- a) Antibakteri penghambat sintesis dinding sel. Kerusakan dinding sel mikroba disebabkan karena adanya tekanan osmotik dalam sel mikroba yang lebih tinggi daripada luar sel sehingga menyebabkan terjadinya lisis. Hal ini merupakan efek dasar dari bakterisidal terhadap mikroba yang peka , contohnya seperti: golongan *polypeptide, cephalosporin, basitrasin*.
- b) Antibakteri penghambat sintesis protein, banyak jenis antibakteri, seperti: golongan kloramfenikol, tetrasiklin dan streptomisin .

- c) Antibakteri yang mempengaruhi kerja membran sel, seperti: *kolistin*, *polimycin*, *triasol*, *imidazol*, *amfoterisin B*.

Senyawa antibakteri dapat berasal dari tumbuhan maupun mikroorganisme, baik bakteri atau jamur. Salah satu bakteri yang dapat menghasilkan senyawa antibakteri adalah bakteri probiotik. Salah satu sifat utama dari probiotik adalah dapat menghasilkan antibiotik. Antibiotik adalah bahan antibakteri yang dapat menghambat atau membunuh bakteri dan mikroba lainnya.

Menurut Muslimin (1996: 162) berdasarkan sifat penggunaannya antibakteri di kelompokkan dalam dua yaitu

- a. Bakterisidal, yaitu antibakteri yang memiliki kemampuan untuk membunuh mikroorganisme dan mampu mengaktifasi fungsi sel yang penting, misalnya: penisillin dan polimiksin.
- b. Bakteriostatik, yaitu antibakteri yang memiliki kemampuan untuk menghambat sel bakteri secara reversibel, misalnya: tetrasiklin dan kloramfenikol.

#### **D. Kontak Bakteri**

Kontak bakteri adalah bentuk interaksi antara dua bakteri atau lebih dalam suatu media yang dapat mengakibatkan dampak tertentu terhadap bakteri lain.

Interaksi dalam populasi dapat berupa interaksi positif ataupun negatif.

Interaksi antara mikroorganisme tidak hanya diantara mikroorganisme sendiri tapi dapat pula antara mikroorganisme dengan mikroorganisme lain. Proses interaksi negatif pada populasi mikroorganisme disebut kompetisi. Kompetisi

terjadi diantara mikroorganisme dalam hal persediaan substat, terbentuknya zat toksik oleh mikroorganisme satu terhadap yang lainnya.

(Muslimin, 1996: 64).

Kompetisi merupakan suatu bentuk persaingan antara dua mikroorganisme pada suatu ekosistem karena adanya kebutuhan hidup yang sama. Kompetisi merupakan suatu cara dari mikroorganisme untuk melindungi diri.

Mekanisme perlindungan diri semacam ini akibat terbentuknya hasil metabolisme, baik yang merupakan hasil sisa ataupun yang merupakan hasil sintesis. Hasil sintesis dapat berupa senyawa asam atau senyawa lain yang dapat merubah faktor lingkungannya. Senyawa hasil sintesis dapat bersifat racun, seperti toksin dan antibiotic. Faktor yang mempengaruhi terjadinya kompetisi adalah adanya kebutuhan hidup bersama, faktor lingkungan seperti perubahan pH media, dan keadaan nutrisi yang terbatas (Winarni, 2011:12).

#### **E. Media Pakan Ayam**

Pakan merupakan kumpulan bahan makanan yang layak dimakan oleh ayam dan telah disusun mengikuti aturan tertentu. Aturan itu meliputi nilai kebutuhan gizi bagi ayam dan nilai kandungan gizi dari bahan makanan yang digunakan (Rasyaf, 2001: 95).

Media pakan ayam meliputi susunan dari beberapa bahan pakan dengan perbandingan tertentu sehingga dapat memenuhi kebutuhan gizi ternak. Kandungan gizi ransum sesuai dengan kebutuhan gizi ayam sehingga ayam dapat berproduksi dengan baik. Adapun yang banyak digunakan orang untuk

menyusun ransum ayam adalah metode coba-coba. Cara ini lebih mudah bila bahan pakan yang digunakan tidak banyak jenisnya, tetapi pertimbangan sulit dilakukan.

Menurut Rasyaf (2000: 234) pada media pakan ayam terdiri dari :

- Bahan pakan nabati yaitu bungkil kelapa, bungkil kedelai merupakan sumber protein yang tinggi dan polisakarida. Kandungan serat kasarnya tinggi. Protein ini berguna untuk membentuk jaringan-jaringan tubuh yang baru, mengganti tubuh yang rusak, dan pembentukan cairan tubuh. Jagung sebagai sumber karbohidrat (polisakarida), protein, mineral dan vitamin. Berfungsi dalam metabolisme, mengikat unsur phosphor dalam bentuk asam phytat (*myo-inositol hexaxy hydrogen phospat*) sehingga tidak mampu dicerna oleh ternak. Dedak padi sebagai sumber polisakarida (energi), sumber kelompok vitamin B, dan sumber lemak. Minyak kelapa sebagai sumber lemak.
- Bahan pakan hewani didapat dari tepung ikan sebagai sumber protein tinggi dengan asam amino yang baik, sumber mineral, dan vitamin.
- Garam (NaCl) sebagai sumber mineral.

Tabel 1. Komposisi pakan dalam ransum

Bahan pakan	Komposisi Pakan (%)
Bungkil Kelapa	16,73
Bungkil Kedelai	2.00
Dedak Padi	8.43
Jagung Kuning	58.17
Minyak Kelapa	1.33
NaCl	0.10
Premix	0.25
Tepung ikan	12.99
Total	100

## **F. Aplikasi Model *Problem Based Learning* Dalam Pembelajaran Biologi**

Model *Problem Based Learning* merupakan salah satu bentuk pembelajaran berlandaskan paradigma konstruktivisme yang berfokus pada penyajian suatu permasalahan (nyata atau stimulasi) kepada siswa, lalu siswa diminta mencari pemecahannya melalui serangkaian penelitian dan investigasi berdasarkan teori, konsep, dan prinsip, yang dipelajari dari berbagai ilmu (Pannen, Mustofa, dan Sekarwinahayu, 2006:85).

Model *Problem Based Learning* terdiri atas 5 tahap utama yaitu:

### 1. Orientasi siswa pada masalah

Dalam orientasi siswa terhadap masalah, siswa perlu memahami bahwa tujuan pembelajaran berdasarkan masalah adalah tidak untuk memperoleh informasi baru dalam jumlah besar, tetapi untuk melakukan penyelidikan terhadap masalah-masalah dan untuk menjadi pelajar yang mandiri. Dalam menyajikan suatu permasalahan pada pembelajaran berdasarkan masalah seharusnya menggunakan kejadian yang mencengangkan/menimbulkan misteri sehingga membangkitkan minat siswa untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi.

### 2. Mengorganisasi siswa untuk belajar

Dalam langkah ini guru membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi. Pada langkah ini, diperlukan pengembangan ketrampilan kerja sama diantara siswa dan saling membantu untuk menyelidiki masalah secara bersama-sama. Berkenaan dengan hal tersebut siswa

memerlukan bantuan guru untuk merencanakan penyelidikan dan tugas-tugas pelaporan.

3. Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok  
Penyelidikan merupakan inti dari model pembelajaran ini. Pada tahapan ini guru harus mendorong siswa untuk mengumpulkan data dan melaksanakan eksperimen sampai siswa betul-betul memahami dimensi suatu permasalahan. Guru membantu siswa dalam pengumpulan informasi dari berbagai sumber (internet, buku ajar, dll). Dalam hal ini siswa diberi kesempatan untuk menjadi penyelidik yang aktif dan dapat menggunakan metode yang sesuai untuk masalah yang dihadapinya.
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya  
Tahap penyelidikan diikuti dengan menciptakan hasil karya. Puncak proyek-proyek pengajaran berdasarkan masalah adalah penciptaan dan peragaan artefak seperti laporan, poster, dll. Setelah hasil karya tercipta maka langkah selanjutnya yaitu hasil karya tersebut dipamerkan atau disajikan dan guru sebagai organisator pameran tersebut.
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah  
Pada tahapan ini tugas guru adalah untuk membantu siswa menganalisis dan mengevaluasi proses berpikir siswa itu sendiri dan ketrampilan penyelidikan yang mereka gunakan. Pada langkah ini guru meminta siswa untuk merekonstruksi pemikiran dan aktivitas yang telah dilakukan selama proses pembelajaran.

Sintak model *Problem Based Learning* yang telah dikembangkan bervariasi. Arends (dalam Supriyadi 2010: 17) menguraikan dalam 5 tahapan *Problem*

*Based Learning* yang diawali dengan guru memperkenalkan siswa dengan masalah otentik dan diakhiri dengan penyajian dan analisis hasil kerja siswa. Alokasi waktu, atau jumlah pertemuan yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh tahapan tergantung tingkat kompleksitas masalah yang dikaji atau yang dihadapi. Jika masalahnya tidak terlalu sulit dapat diselesaikan dalam 2 pertemuan.

Menurut Djamarah dan Zain (1996: 19) *Problem Based Learning* memiliki langkah-langkah sebagai berikut :

1. Adanya masalah yang jelas untuk dipecahkan. Masalah ini harus tumbuh dari siswa sesuai kemampuannya.
2. Mencari data atau keterangan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut. Misalnya dengan cara membaca buku, meneliti, bertanya, berdiskusi, dan lain-lain.
3. Menetapkan jawaban sementara dari masalah tersebut. Dugaan jawaban ini tentu saja didasarkan kepada data-data yang diperoleh dari langkah ke dua di atas.
4. Menguji kebenaran jawabana sementara tersebut. Dalam langkah ini siswa harus berusaha memecahkan masalah sehingga yakin bahwa jawaban tersebut benar-benar cocok.
5. Menarik kesimpulan. Artinya, siswa harus sampai kepada kesimpulan terakhir tentang jawaban dari masalah tersebut.

Berdasarkan uraian di atas, model PBL membuat permasalahan sebagai tumpuan pembelajaran, siswa didorong untuk mencari informasi yang

diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan sehingga siswa mampu mengeksplorasi pengetahuan yang telah dimilikinya dan kemampuan berfikir dalam pembelajaran. Namun model PBL juga memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan maupun kekurangan model PBL adalah sebagai berikut :

Kelebihan :

1. Siswa dapat berpartisipasi secara aktif dalam kegiatan pembelajaran
2. Siswa dapat berpikir sistematis.
3. Siswa tidak berputus asa dalam menghadapi kesulitan.
4. Siswa untuk dapat menerima pendapat orang lain.
5. Meningkatkan kemampuan siswa dalam berinisiatif.

Kekurangan:

1. Model PBL membutuhkan waktu yang lama.
2. Perlu ditunjang oleh buku yang dapat dijadikan pemahaman dalam kegiatan belajar.