

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat Ilmu Pengetahuan Alam

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan bagian ilmu pengetahuan atau sains yang berasal dari kata ‘*science*’ yang berarti saya tahu. ‘*Science*’ terdiri dari ilmu pengetahuan sosial dan ilmu pengetahuan alam, namun dalam perkembangannya *science* sering diterjemahkan sebagai ilmu pengetahuan alam saja (Jujun Suriasumantri, 1988: 29). IPA merupakan pengetahuan teoritis yang diperoleh atau disusun dengan cara melakukan observasi, eksperimentasi, penyimpulan, penyusunan teori, eksperimentasi, observasi dan demikian seterusnya kait mengkait antara cara yang satu dengan cara yang lain (Suyoso, 1998: 18). Sedangkan IPA menurut Carin & Sund (1989: 4) ialah “*science is the system of knowing about the universe through data collected by observation and controlled experimentation. As data are collected, theories are advanced to explain and account for what has been observed.*” Maksud dari Carin & Sund, IPA merupakan suatu sistem pengetahuan mengenai alam semesta, yang mana informasi-informasi didapatkan dari kegiatan observasi dan eksperimen untuk menjelaskan apa yang telah diamati.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan suatu ilmu yang mempelajari tentang suatu konsep, proses, dan fakta yang ada di alam. IPA berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang

berupa fakta, konsep, atau prinsip saja, tetapi merupakan suatu proses penemuan (Depdiknas, 2006: 484). Selain itu, Fisher dalam Mohammad Amin (1987: 4) mengemukakan IPA merupakan sekumpulan pengetahuan tentang gejala alam yang disusun secara sistematis dan diperoleh melalui metode ilmiah yang dapat menghasilkan produk dan sikap ilmiah.

Pusat kurikulum (2007: 4) mengemukakan bahwa pada hakikatnya IPA meliputi empat unsur, yaitu aspek sikap, proses, produk, dan aplikasi. Pada aspek sikap IPA bertujuan untuk meningkatkan rasa ingin tahu mengenai benda, fenomena dan gejala alam. Aspek proses IPA merupakan prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah. Aspek produk yaitu IPA menghasilkan produk berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum. Aspek aplikasi merupakan penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan suatu ilmu pengetahuan yang disusun secara sistematis untuk mengetahui gejala alam semesta yang diperoleh atau disusun dengan cara melakukan observasi, eksperimentasi, penyimpulan, dan penyusunan teori untuk menghasilkan produk. IPA tidak hanya menuntut siswa mengetahui fakta, konsep, dan prinsip IPA saja, namun IPA menuntut siswa untuk mengetahui proses penemuan yang dilakukan untuk menemukan fakta, konsep, dan prinsip. Pada hakikatnya IPA merupakan ilmu pengetahuan yang menerapkan sikap ilmiah untuk mempelajari fenomena atau gejala alam melalui proses

dengan menggunakan metode ilmiah untuk menghasilkan fakta, prinsip, teori, dan hukum yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. IPA memiliki empat unsur yang saling mempengaruhi satu sama lain dan akan terus berkembang sejalan dengan meningkatnya sikap keingintahuan manusia mengenai suatu fenomena atau gejala alam.

2. Hakikat Pembelajaran IPA

Belajar merupakan suatu proses perubahan yang terjadi di dalam suatu diri individu mulai dari tingkah laku, sikap, dan nilai sebagai hasil interaksi dengan lingkungannya. Belajar IPA menyangkut proses-proses gejala alam/ fenomena, serta pendidikan. Belajar IPA tidak terlepas dari sikap ilmiah. Melalui pembelajaran IPA, diharapkan akan terbentuk individu yang mengenali alam dan memiliki perubahan sikap yang lebih baik dan lebih ilmiah (Depdiknas, 2006: 6).

Tujuan pembelajaran IPA secara khusus sesuai pada taksonomi Bloom yaitu diharapkan pembelajaran IPA dapat memberikan pengetahuan yang merupakan tujuan utama dari pembelajaran. Pengetahuan yang dimaksud adalah pengetahuan dasar, prinsip dan konsep yang dapat bermanfaat dalam kehidupan. Pembelajaran IPA juga diharapkan dapat memberikan keterampilan, kemampuan sikap ilmiah, pemahaman, kebiasaan dan apresiasi terhadap suatu ilmu pengetahuan (Prihanto Laksi dalam Trianto, 2011: 142).

Menurut BNSP (2006: 484) mata pelajaran IPA bertujuan agar siswa memiliki kemampuan sebagai berikut :

- a. Memperoleh keyakinan terhadap kebesaran Tuhan Yang Maha Esa berdasarkan keberadaban, keindahan dan keteraturan alam ciptaan-Nya.
- b. Mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep IPA yang bermanfaat dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.
- c. Mengembangkan rasa ingin tahu, sikap positif dan kesadaran adanya hubungan yang saling mempengaruhi antara IPA, lingkungan, teknologi dan masyarakat.
- d. Mengembangkan keterampilan proses untuk menyelidiki alam sekitar, memecahkan masalah dan membuat keputusan.
- e. Meningkatkan kesadaran untuk berperan serta dalam memelihara, menjaga dan melestarikan lingkungan alam.
- f. Meningkatkan kesadaran untuk menghargai alam dan segala keteraturannya sebagai salah satu ciptaan Tuhan.
- g. Memperoleh bekal pengetahuan, konsep, dan keterampilan IPA sebagai dasar untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.

Kemendikbud dalam Wahono (2013: 3) menyatakan bahwa di dalam pembelajaran IPA, siswa didorong untuk menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama di dalam pikirannya, dan merevisinya apabila aturan-aturan itu tidak sesuai. Pandangan dasar mengenai pembelajaran bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke siswa. Siswa harus didorong untuk dapat mengkonstruksi pengetahuan di dalam pikiran agar benar-benar dapat memahami dan menerapkan pengetahuannya.

Berdasarkan beberapa uraian yang telah dipaparkan dapat disimpulkan bahwa pembelajaran IPA merupakan hubungan timbal balik antara guru dan siswa yang saling berinteraksi dalam mempelajari

fenomena atau gejala alam untuk mendapatkan pengetahuan dasar, prinsip dan konsep yang dapat bermanfaat dalam kehidupan. Pembelajaran IPA di SMP/ MTS sebaiknya dapat dijalankan sesuai dengan aturan dan tujuan dari kurikulum sehingga dapat memberikan keterampilan, sikap ilmiah, pemahaman, kebiasaan dan apresiasi terhadap suatu ilmu pengetahuan.

3. Model *Guided Inquiry*

Inquiry berasal dari kata *inquire* yang berarti menanyakan, meminta keterangan atau penyelidikan (Abu Ahmadi, 1997: 76). *Inquiry* merupakan model yang menekankan pengalaman-pengalaman belajar yang mendorong siswa dapat menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip melalui proses mentalnya sendiri (I Gede Widja, 1989: 48). Model pembelajaran *inquiry* adalah model pembelajaran yang memenuhi karakteristik dasar suatu model dan kondusif bagi pengimplementasian pendekatan konstruktivisme (Sitatava Rizena, 2013: 84).

Clare Kilbane (2014: 244) mengemukakan “*The inquiry model is a process-oriented instructional model that aim to teach students the skills, knowledge, and dispositions required for thinking systematically to answer important questions.*” Maksud dari pernyataan tersebut bahwa model inkuiri merupakan model pembelajaran yang berorientasi pada proses. Model pembelajaran ini bertujuan untuk mengajarkan siswa keterampilan, pengetahuan, dan disposisi yang diperlukan untuk berpikir sistematis untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penting. Melalui model penyelidikan, siswa juga dapat mengembangkan pengetahuan pada

konten akademik yang meliputi pemahaman fakta, prinsip, dan konsep dalam konteks yang bermakna dalam pemecahan masalah.

Model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan (Wina Sanjaya, 2005: 196). Selain itu, Bell (2005: 30) juga mengemukakan bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing (*Guided Inquiry*) merupakan model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan siswa dalam melaksanakan proses investigasi untuk mengumpulkan data berupa fakta dan memproses fakta sehingga siswa mampu membangun kesimpulan secara mandiri guna menjawab pertanyaan atau permasalahan yang diajukan oleh guru (*teacher-proposed research question*). Mudjiono dan Dimiyati (2010: 173) mengemukakan tujuan utama model inkuiri adalah mengembangkan keterampilan intelektual, berpikir kritis, dan mampu memecahkan masalah secara ilmiah.

Berdasarkan beberapa pernyataan para ahli dapat dikatakan bahwa model *Guided Inquiry* merupakan rangkaian dari kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis untuk menemukan sendiri suatu konsep. Proses penemuan suatu konsep dilakukan dengan kegiatan penyelidikan yang dibimbing oleh guru. Model pembelajaran ini dapat melatih siswa dalam melaksanakan proses investigasi untuk mengumpulkan beberapa data untuk memperoleh suatu konsep. Dengan

kegiatan investigasi atau penyelidikan dapat mengembangkan sikap ilmiah siswa dalam pembelajaran dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis untuk memecahkan permasalahan.

Dalam penerapan model pembelajaran *Guided Inquiry*, Ibrahim dalam Paidi (2007: 8) menerangkan *Guided Inquiry* sebagai kegiatan inkuiri dimana siswa diberikan kesempatan untuk bekerja merumuskan prosedur, menganalisis hasil, dan mengambil kesimpulan secara mandiri, sedangkan dalam hal menentukan topik, pertanyaan, dan bahan penunjang, guru hanya sebagai fasilitator. *Inquiry* yang diterapkan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam melakukan observasi dan mengemukakan jawaban atas suatu permasalahan melalui interpretasi data hingga diperoleh suatu kesimpulan (Carlson, 2008: 33). Hal tersebut dapat terjadi apabila prinsip-prinsip dalam pembelajaran *Guided Inquiry* terlaksana dengan baik. Adapun prinsip model pembelajaran *Inquiry* menurut Hosnan (2014: 342), yaitu :

a. Berorientasi pada pengembangan intelektual

Tujuan utama dari pembelajaran inkuiri adalah pengembangan kemampuan berpikir. Dengan demikian pembelajaran ini selain berorientasi pada hasil belajar, juga berorientasi pada proses belajar.

b. Prinsip interaksi

Prinsip interaksi dalam pembelajaran inkuiri adalah proses interaksi guru dengan peserta didik maupun lingkungan sekitar

dimana guru bukan sebagai sumber belajar, tetapi sebagai lingkungan atau pengatur interaksi itu sendiri.

c. Prinsip bertanya

Proses bertanya ini sangat berpengaruh dalam proses berpikir siswa. Peran guru sebagai penanya, sedangkan siswa berperan untuk menjawab, sebab kemampuan siswa untuk menjawab setiap pertanyaan pada dasarnya merupakan suatu proses berpikir.

d. Prinsip belajar untuk berpikir

Pembelajaran berpikir adalah pemanfaatan dan penggunaan otak secara maksimal. Belajar bukan hanya mengingat sejumlah fakta, melainkan proses mengembangkan seluruh potensi otak untuk berpikir.

e. Prinsip keterbukaan

Proses pembelajaran harus berlangsung secara terbuka antara guru dan siswa. Guru harus memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan hipotesis dan mengujinya

Hosnan (2014: 342-344) mengungkapkan secara umum proses pembelajaran dengan menggunakan model inkuiri dapat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

a. Orientasi

Langkah orientasi adalah langkah untuk membina suasana atau iklim pembelajaran yang responsif. Pada langkah ini guru mengkondisikan agar siswa siap melaksanakan proses pembelajaran.

b. Merumuskan masalah

Merumuskan masalah merupakan langkah membawa siswa pada suatu persoalan yang mengandung teka-teki. Persoalan yang disajikan adalah persoalan yang menantang siswa untuk berpikir memecahkan teka-teki itu. Proses mencari jawaban itulah yang sangat penting dalam pembelajaran inkuiri.

c. Merumuskan hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu permasalahan yang sedang dikaji. Sebagai jawaban sementara, hipotesis perlu diuji kebenarannya. Perkiraan sebagai hipotesis bukan sembarangan perkiraan, tetapi harus memiliki landasan berpikir yang kokoh, sehingga hipotesis yang dimunculkan itu bersifat rasional dan logis.

d. Mengumpulkan data

Mengumpulkan data adalah aktivitas menjangkau informasi yang dibutuhkan untuk menguji hipotesis yang diajukan. Mengumpulkan data merupakan proses mental yang sangat penting dalam pengembangan intelektual. Proses ini membutuhkan motivasi yang kuat dalam belajar, serta membutuhkan ketekunan dan kemampuan menggunakan potensi berpikirnya.

e. Menguji hipotesis

Menguji hipotesis adalah proses menentukan jawaban yang dianggap diterima sesuai dengan data atau informasi yang diperoleh

berdasarkan pengumpulan data. Menguji hipotesis berarti mengembangkan kemampuan berpikir rasional.

f. Merumuskan kesimpulan

Merumuskan kesimpulan adalah proses mendeskripsikan temuan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian hipotesis.

Alberta Learning Centre (2010: 6) mengemukakan enam fase dalam *Inquiry* yaitu:

Tabel 1. Tahapan Pembelajaran *Inquiry* menurut Alberta

Fase	Keterangan
Fase pertama, <i>Planning</i> (perencanaan)	Guru menyajikan permasalahan mengenai materi yang terkait dengan kehidupan sehari-hari. Menentukan prosedur untuk menyelesaikan masalah dengan melakukan eksperimen ditentukan oleh siswa.
Fase kedua, <i>Retrieving</i> (mendapatkan informasi)	Siswa mencari dan mengumpulkan data mengenai masalah yang diajukan guru dari berbagai sumber.
Fase ketiga, <i>Processing</i> (memproses informasi)	Siswa menguji dan membuktikan hipotesisnya dengan melakukan percobaan dan menganalisa hasil pengamatannya pada eksperimen.
Fase keempat, <i>Creating</i> (menciptakan informasi)	Siswa membuat kesimpulan dari hasil pengamatannya, membuat laporan kegiatan eksperimennya.
Fase kelima, <i>Sharing</i> (mengkomunikasikan informasi)	Siswa mempresentasikan hasil pengamatannya. Guru mengomentari jalannya diskusi dan memberikan penguatan serta meluruskan hal-hal yang kurang tepat.
Fase keenam, <i>Evaluating</i> (mengevaluasi)	Guru memberikan penghargaan kepada masing-masing kelompok yang telah memberikan presentasinya kemudian memberikan tugas individu mengenai materi yang telah dipelajari tadi.

Sumber : *Alberta Learning Centre* (2010: 6)

Joyce & Weil (2009: 206-208) menjelaskan bahwa model pembelajaran *inquiry* terdiri atas lima tahapan kegiatan, yaitu penyajian masalah (*confrontation with problem*), pengumpulan dan verifikasi data (*data gathering-verification*), eksperimen (*data gathering-experimentation*), merumuskan penjelasan (*organizing, formulating, and explanation*), serta analisis proses *inquiry* (*analysis of the inquiry process*).

a. Tahap penyajian masalah

Pada tahap ini guru memberikan pertanyaan-pertanyaan yang dapat memotivasi siswa untuk mengumpulkan informasi. Hal ini diperlukan untuk memberikan pengalaman pada siswa, biasanya pada tahap ini ditunjukkan contoh fenomena ataupun demonstrasi.

b. Tahap pengumpulan dan verifikasi data

Pada tahap ini, siswa mengumpulkan data (informasi) sebanyak banyaknya terhadap peristiwa yang mereka lihat atau alami kemudian melakukan verifikasi data.

c. Tahap eksperimen

Pada tahap ini, siswa memasukkan variabel penyelidikan yang relevan untuk melihat terjadinya perubahan. Dalam tahap ini siswa dapat membuat hipotesis yang menguji hubungan sebab akibat.

d. Tahap merumuskan penjelasan

Pada tahap ini, guru mengajak siswa merumuskan penjelasan mengenai permasalahan yang sedang dihadapi, yaitu dengan cara

mengarahkan siswa melakukan analisis dan diskusi terhadap hasil-hasil yang diperoleh. Kegiatan ini bertujuan untuk membimbing siswa kepada pemecahan masalah yang terarah.

e. Tahap analisis proses *Inquiry*

Pada tahap ini, siswa diminta untuk menganalisis pola-pola penemuan mereka yang berupa kesimpulan. Dengan demikian siswa akan banyak memperoleh tipe-tipe informasi yang sebelumnya tidak mereka miliki. Hal ini penting bagi siswa, sebab hal tersebut dapat memperbanyak dan melengkapi data yang relevan serta menunjang untuk menentukan pemecahan masalah.

Roestiyah (2008: 76-77) menjelaskan kelebihan dari model *Guided Inquiry* sebagai berikut.

- a. Dapat membentuk dan mengembangkan “*self-concept*” pada diri siswa, sehingga siswa dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide yang lebih baik.
- b. Membantu dalam menggunakan ingatan dan mentrasfer pada situasi proses belajar yang baru.
- c. Mendorong siswa untuk berfikir dan bekerja atas inisiatif sendiri, bersifat objektif jujur dan terbuka.
- d. Mendorong siswa untuk berfikir kritis dan merumuskan hipotesis sendiri.
- e. Memberikan kepuasan yang bersifat instrinsik.
- f. Situasi proses belajar menjadi terangsang.

- g. Dapat mengembangkan bakat atau kecakapan individu.
- h. Memberi kebebasan peserta didik untuk belajar sendiri

Kelemahan dari model *Guided Inquiry* menurut Sitatava Rizema (2013: 104-106) antara lain, yaitu:

- a. Pada proses pembelajaran sulit mengontrol kegiatan dan keberhasilan peserta didik.
- b. Model pembelajaran *Guided Inquiry* sulit dalam merencanakan pembelajaran karena terbentur kebiasaan peserta didik dalam belajar.
- c. Keberhasilan sulit dicapai bila diikuti oleh siswa dengan jumlah besar.
- d. Membutuhkan peralatan dan fasilitas yang memadai.

Berdasarkan beberapa tahapan pelaksanaan model pembelajaran *Guided Inquiry*, sintaks model pembelajaran yang akan digunakan peneliti ialah sebagai berikut:

- a. Orientasi, guru mengkondisikan agar siswa siap melaksanakan proses pembelajaran, serta memberikan apersepsi untuk membangkitkan minat belajar.
- b. Merumuskan masalah, guru membimbing siswa dalam merumuskan masalah pada persoalan yang disajikan
- c. Merumuskan hipotesis, guru membimbing siswa dalam merumuskan hipotesis sesuai dengan rumusan masalah yang telah disusun.
- d. Mengumpulkan data, guru membimbing siswa dalam melakukan kegiatan eksperimen.

- e. Menguji hipotesis, guru membimbing siswa dalam menjawab beberapa soal dalam Lembar Kegiatan Siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir rasional siswa.
- f. Merumuskan kesimpulan, guru membimbing siswa dalam menyusun kesimpulan sesuai dengan hasil eksperimen yang dilakukan.

4. Model *Learning Cycle 5E*

Model *Learning Cycle 5E* pertama kali diperkenalkan oleh Robert Karplus dalam *Science Curriculum Improvement Study (SCIS)*. Siklus belajar merupakan suatu pengorganisasian yang memberikan kemudahan untuk penguasaan konsep-konsep baru dan untuk menata ulang pengetahuan mahasiswa (Santoso, 2005:34).

Made Wena (2009: 171) berpendapat bahwa *Learning Cycle 5E* merupakan salah satu model pembelajaran yang menggunakan pandangan konstruktivisme, dimana siswa harus dapat membangun sendiri pengetahuannya. Sedangkan Bybee (2006: 2) berpendapat bahwa *Learning Cycle 5E* merupakan siklus belajar yang dirancang untuk membantu siswa menemukan konsep pembelajaran dan memahami konsep tersebut secara lebih bermakna.

Learning Cycle 5E, menurut Ergin, Ünsal and Tan dalam Abdulkadir Tuna (2013: 73) adalah :

“The 5E Learning Cycle model is a constructivist model which provides learning a new concept or comprehension deeply a known concept. This model which increases students’ merak of research, by satisfying expectations of students, consists of active research’s skills and activities that are necessary for knowledge and comprehension.”

Maksud dari pernyataan Ergin ialah model *Learning Cycle 5E* merupakan model pembelajaran konstruktivisme. Model pembelajaran ini memberikan konsep belajar ataupun pemahaman baru terhadap konsep yang akan dikenal oleh siswa. Model pembelajaran ini dapat meningkatkan minat siswa dalam melakukan penyelidikan untuk meningkatkan keterampilan menyelidiki, dan meningkatkan pengetahuan maupun pemahaman.

Berdasarkan beberapa uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa *Learning Cycle 5E* merupakan model pembelajaran konstruktivisme yang menyediakan pembelajaran konsep baru atau memahami lebih dalam konsep baru melalui metode perencanaan pembelajaran yang konsisten dengan teori-teori. Model ini dapat meningkatkan keterampilan menyelidiki, keaktifan, dan pemahaman, serta menciptakan kesempatan untuk belajar ilmu. Model pembelajaran ini juga dapat meningkatkan minat penyelidikan siswa, sehingga siswa dapat terampil dalam melakukan penyelidikan dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam melakukan penyelidikan serta mengembangkan sikap ilmiah dalam memecahkan masalah penyelidikan.

Model pembelajaran *Learning Cycle 5E* memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan dari model ini menurut Fajaroh dan Dasna (2007: 7) adalah:

- a. Meningkatkan motivasi belajar karena pembelajaran dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran.

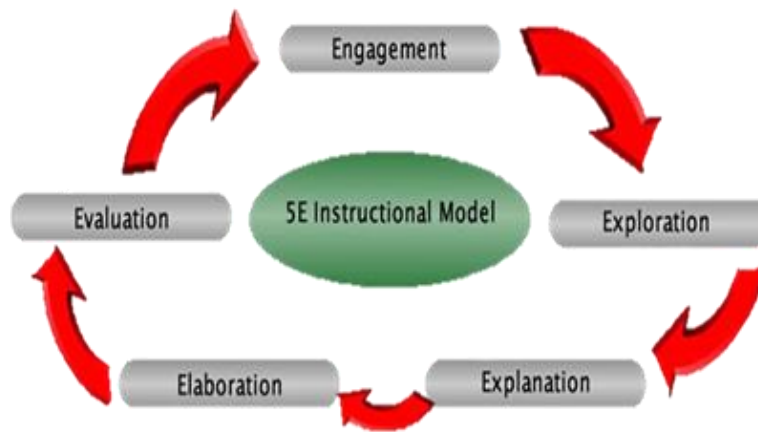
- b. Membantu mengembangkan sikap ilmiah dalam pembelajaran.
- c. Pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Sedangkan menurut Soebagio (dalam Fajaroh dan Dasna, 2007: 7) kelemahan yang harus diantisipasi sebagai berikut.

- a. Efektifitas pembelajaran rendah jika guru kurang menguasai materi dan langkah-langkah pembelajaran.
- b. Menuntut kesungguhan dan kreativitas guru dalam merancang dan melaksanakan proses pembelajaran.
- c. Memerlukan pengelolaan kelas yang lebih terencana dan terorganisasi.
- d. Memerlukan waktu dan tenaga yang lebih banyak dalam menyusun rencana dan melaksanakan pembelajaran.

Model pembelajaran *Learning Cycle 5E* pertama kali dikenalkan oleh Karplus dengan tiga tahapan, yaitu eksplorasi, pengenalan konsep, dan pendekatan konsep. Kemudian tiga siklus tersebut dikembangkan menjadi 5 siklus oleh Lorschach (dalam Made Wenna, 2009: 171), yaitu :

- a. Pembangkitan minat (*engagement*)
- b. Eksplorasi (*exploration*)
- c. Penjelasan (*explanation*)
- d. Elaborasi (*elaboration*)
- e. Evaluasi (*evaluation*)



Gambar 1. Siklus Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E*

Sumber: www.uflux.racing

Model *Learning Cycle 5E* dalam Made Wenna (2009: 171) di dalam pembelajarannya dijelaskan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Sintaks Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E*.

No	Tahap	Penjelasan
1	Pembangkitan minat (<i>engagement</i>)	Pada tahap awal ini, guru berusaha untuk membangkitkan minat dan keingintahuan (<i>curiosity</i>) siswa mengenai topik yang akan diajarkan. Guru dapat memulai dengan mengajukan pertanyaan faktual yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan demikian siswa akan memberikan respon berupa jawaban. Jawaban-jawaban dari siswa digunakan oleh guru sebagai pijakan guru untuk mengetahui pengetahuan awal siswa. Dalam hal ini guru harus membangun keterkaitan antara pengalaman sehari-hari siswa dengan topik pembelajaran yang ada
2	Eksplorasi (<i>exploration</i>)	Tahap eksplorasi merupakan tahap yang bertujuan untuk mengecek pengetahuan yang dimiliki siswa apakah sudah benar atau masih salah. Pada tahap ini, dibentuk kelompok kecil antara 2-4 siswa. masing-masing kelompok diberi kesempatan untuk bekerja tanpa pembelajaran langsung dari guru. Guru berperan sebagai motivator dan fasilitator. Di dalam kelompok, siswa didorong untuk menguji hipotesis atau membuat hipotesis baru, mencoba alternatif pemecahan masalah dengan

No	Tahap	Penjelasan
		kelompoknya, mencatat pengamatan serta ide-ide atau pendapat yang berkembang di dalam diskusi.
3	Penjelasan (<i>explanation</i>)	Guru dituntut mendorong siswa untuk menjelaskan suatu konsep dengan kalimat/pemikiran sendiri, meminta bukti dan klarifikasi atau penjelasan siswa, dan saling mendengar secara kritis penjelasan antar siswa dan guru. Dengan adanya diskusi tersebut, guru memberi definisi dan penjelasan tentang konsep yang akan dibahas, dengan memakai penjelasan siswa terdahulu sebagai dasar diskusi.
4	Elaborasi (<i>elaboration</i>)	Tahap elaborasi ini, dimana siswa menerapkan konsep-konsep dan keterampilan yang telah dipelajari dalam situasi baru atau konteks yang berbeda. Dengan demikian, siswa akan dapat belajar secara bermakna, karena telah menerapkan/ mengaplikasikan konsep yang baru dipelajarinya dalam situasi baru. Jika tahap ini dirancang lebih baik, maka motivasi siswa akan meningkat. Meningkatnya motivasi siswa akan mendorong peningkatan hasil belajar siswa.
5	Evaluasi (<i>evaluation</i>)	Evaluasi merupakan tahap akhir dari siklus belajar. Pada tahap ini, guru akan mengamati pengetahuan atau pemahaman siswa dalam menerapkan konsep baru. Siswa dapat mengevaluasi diri dengan mengajukan pertanyaan terbuka dan mencari jawaban menggunakan observasi, bukti, dan hasil belajar yang sebelumnya telah diperoleh. Hasil evaluasi ini dapat dijadikan guru sebagai bahan evaluasi tentang proses penerapan siklus belajar yang sedang diterapkan, apakah sudah berjalan dengan baik, cukup baik, atau kurang baik. Demikian pula evaluasi diri siswa, siswa akan dapat mengetahui kekurangan atau kemajuan dalam proses pembelajaran yang sudah dilakukan.

Sumber : Made Wenna (2009: 171)

Adapun kegiatan guru dan siswa selama proses pembelajaran menurut BSCS dalam Anton E. Lawson (1995: 164-167) dapat dijabarkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kegiatan Guru dan Siswa pada Model *Pembelajaran Learning Cycle 5E* Menurut BSCS

Fase pada Model <i>Learning Cycle 5E</i>	Intruksi pada <i>Model Learning Cycle 5E</i>	
	Guru	Siswa
<i>Engagement</i> (Mengajak)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membangkitkan minat 2. Membangkitkan rasa ingin tahu 3. Mengajukan pertanyaan 4. Menggali respon siswa terhadap penemuannya atau pengetahuan awalnya tentang konsep atau topik yang akan dipelajari 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengajukan pertanyaan seperti, “Mengapa hal ini dapat terjadi?” “Apa yang saya ketahui tentang hal ini?” “Apa yang dapat saya temukan mengenai hal ini?” 2. Menunjukkan ketertarikan terhadap topik yang akan dipelajari
<i>Exploration</i> (bereksplorasi/ menjelajahi)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendorong siswa untuk bekerjasama tanpa instruksi langsung dari guru 2. Mengamati dan mendengarkan saat siswa berinteraksi 3. Apabila diperlukan, mengajukan pertanyaan yang bersifat menyelidik untuk memfokuskan siswa pada investigasi yang dilakukannya 4. Mengestimasi waktu yang dibutuhkan siswa untuk memecahkan masalah yang mereka hadapi/bereksplorasi 5. Bertindak sebagai konsultan/penasehat bagi siswa 6. Membuat situasi yang dapat membangkitkan rasa ingin tahu siswa 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berpikir sebebaskan bebasanya, sampai batas aktivitas 2. Menguji prediksi atau hipotesis 3. Membuat prediksi atau hipotesis baru 4. Mencoba alternatif lainnya dan berdiskusi dengan siswa lain 5. Mencatat hasil observasi dan gagasan yang muncul 6. Menanyakan pertanyaan yang relevan 7. Tidak langsung membuat kesimpulan
<i>Explanation</i> (Menjelaskan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendorong siswa untuk menjelaskan konsep dan definisi dengan kalimat mereka sendiri 2. Meminta bukti/dasar kebenaran atas penjelasan dari siswa tersebut 3. Mengklarifikasi/membenarkan penjelasan, definisi, konsep yang ditemukan siswa dan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan kemungkinan solusi atau jawaban kepada siswa lainnya 2. Mendengarkan penjelasan dari siswa lain dengan kritis 3. Mengajukan pertanyaan berdasarkan penjelasan siswa lain 4. Mendengarkan dan mencoba

Fase pada Model <i>Learning Cycle 5E</i>	Intruksi pada <i>Model Learning Cycle 5E</i>	
	Guru	Siswa
	<p>memberikan istilah baru apabila diperlukan</p> <ol style="list-style-type: none"> Menggunakan pengalaman siswa sebelumnya sebagai dasar untuk menjelaskan konsep Menilai perubahan pengetahuan siswa 	<p>memahami penjelasan guru</p> <ol style="list-style-type: none"> Menghubungkan dengan aktivitas sebelumnya Menggunakan catatan yang telah dibuat sebelumnya untuk memberikan penjelasan Mengukur pemahaman diri sendiri
<i>Elaboration</i> (Aplikasi konsep)	<ol style="list-style-type: none"> Mengarahkan siswa untuk menggunakan istilah resmi, definisi, dan penjelasan yang telah disajikan sebelumnya Mendorong siswa untuk menerapkan atau memperluas konsep dan kemampuan dalam situasi/masalah baru Mengingatkan siswa akan penjelasan pengganti Menghubungkan siswa dengan data dan bukti yang ada dan bertanya "apa yang telah kalian ketahui?" "apa pendapatmu tentang....?" (strategi dari fase eksplorasi juga dapat diterapkan pada fase ini) 	<ol style="list-style-type: none"> Menerapkan istilah baru, definisi, penjelasan, dan kemampuan dalam situasi baru tapi similar/mirip Menggunakan informasi sebelumnya untuk mengajukan pertanyaan, membuat solusi, membuat keputusan, dan mendesain eksperimen/percobaan Menggambarkan kesimpulan yang masuk akal dari bukti yang ada Mencatat hasil observasi dan penjelasan Mengukur pemahaman diri sendiri dengan siswa lain
<i>Evaluation</i> (Penilaian)	<ol style="list-style-type: none"> Mengamati siswa saat mereka menerapkan konsep dan keterampilan baru Menilai pengetahuan dan keterampilan siswa Tampak untuk bukti bahwa siswa telah berubah pikiran atau perilaku mereka Memungkinkan siswa untuk menilai pelajaran mereka sendiri dan keterampilan proses kelompok Memberikan pertanyaan-pertanyaan seperti, "Mengapa kamu berpendapat seperti ini?" "Bukti apa yang kamu miliki?" "Apa yang kamu ketahui tentang x?" " 	<ol style="list-style-type: none"> Menjawab pertanyaan dengan menggunakan observasi, bukti, dan penjelasan yang diterima sebelumnya Menunjukkan pemahaman atau pengetahuan tentang konsep atau keterampilan Mengevaluasi kemajuan dan pengetahuannya sendiri Meminta pertanyaan terkait yang akan mendorong penyelidikan selanjutnya

Sumber : Anton. E Lawson (1995: 164-167)

Berdasarkan tahapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dapat disimpulkan bahwa model *Learning Cycle 5E* memiliki 5 tahapan sintaks pembelajaran yaitu *engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation*. Dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, diharapkan siswa dapat membangun pengetahuannya sendiri terhadap realita masalah di kehidupan sehari-hari melalui pengalaman yang terdapat pada setiap fase siklus belajar dengan mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Motivasi siswa dalam belajar meningkat dengan terlibatnya siswa secara langsung dalam pembelajaran sehingga membantu siswa dalam mengembangkan sikap ilmiah. Adapun sintaks model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini ialah :

- a. *Engagement*, guru membangkitkan minat belajar siswa melalui motivasi dan apersepsi.
- b. *Exploration*, guru membagi siswa ke dalam beberapa kelompok, dan membimbing melakukan kegiatan eksperimen.
- c. *Explanation*, guru meminta siswa berdiskusi hasil percobaan dan mengkomunikasikan hasil percobaan.
- d. *Elaboration*, guru meminta siswa berdiskusi masalah baru dalam Lembar Kegiatan Siswa untuk menerapkan konsep pada masalah baru.
- e. *Evaluation*, guru memberikan soal evaluasi kepada siswa untuk mengukur tingkat pemahaman siswa.

5. Sikap Ilmiah

Carin & Sund dalam Patta Bundu (2006: 4) menyatakan bahwa sains merupakan suatu pengetahuan tentang alam semesta yang bertumpu pada data yang dikumpulkan melalui pengamatan dan percobaan sehingga di dalamnya memuat produk, proses, dan sikap manusia. Sains mengandung tiga dimensi utama yang saling berkaitan erat.

Dimensi pertama adalah *“the content of science, the science concept, and scientific knowledge.”* Dimensi ini disebut juga produk ilmiah atau produk sains yang paling banyak diperbincangkan dan tentu saja sangat penting. Dimensi kedua adalah *“the processes of doing science.”* Dimensi ini disebut proses ilmiah atau proses sains yang penting karena mempelajari kegiatan yang harus dimiliki dalam memecahkan masalah yang dihadapi sehari-hari serta membekali siswa dengan keterampilan berbagai aspek kehidupan di masa yang akan datang. Dimensi ketiga terfokus pada *“the characteristic attitudes and dispositions of science.”* Dimensi ini disebut sikap ilmiah atau sikap sains yang sangat penting dalam penguasaan dua dimensi yang lainnya (Patta Bundu, 2006: 4).

Burhanuddin Salam (2005: 38) mengemukakan bahwa sikap ilmiah merupakan suatu pandangan seseorang terhadap cara berpikir yang sesuai dengan metode keilmuan, sehingga timbulah kecenderungan untuk menerima ataupun menolak terhadap cara berpikir yang sesuai dengan keilmuan tersebut. Sedangkan Slameto (2010: 188) berpendapat bahwa

sikap ilmiah dapat diartikan sebagai kemampuan internal yang berperan dalam mengambil tindakan. Dimana tindakan yang akan dipilih, tergantung pada sikapnya terhadap penilaian akan untung atau rugi, baik atau buruk, memuaskan atau tidak, dari suatu tindakan yang dilakukannya.

Berdasarkan pernyataan tersebut dapat dikatakan bahwa sikap ilmiah merupakan kemampuan internal dari siswa yang berperan dalam mengambil tindakan, dimana tindakan diambil dengan cara berpikir yang sesuai dengan metode keilmuan. Sehingga dengan sikap ilmiah mampu mendorong siswa untuk ke arah belajar. Sikap ilmiah merupakan sikap yang dimiliki setiap individu dengan kemampuan yang berbeda. Kemampuan sikap ilmiah siswa dapat ditunjukkan melalui pembelajaran berbasis eksperimen sehingga siswa dapat belajar untuk memunculkan kemampuan sikap ilmiahnya. Pengambilan tindakan dalam kegiatan eksperimen dapat mendorong siswa memunculkan kemampuan sikap ilmiah pada setiap individu.

Harlen (dalam Patta Bundu, 2006: 140) membuat pengelompokan yang lebih lengkap dan hampir mencakup pengelompokan yang dikemukakan oleh tiga orang ahli, yaitu menurut Gega, Harlen, dan AAAS (*American Association for Advancement of Science*).

Tabel 4. Pengelompokan Sikap Ilmiah Siswa

Gega (1997)	Harlen (1996)	AAAS (1993)
<i>Curiosity</i> (sikap ingin tahu)	<i>Curiosity</i> (sikap ingin tahu)	<i>Honesty</i> (sikap jujur)
<i>Inventiveness</i> (sikap penemuan)	<i>Respect for evidence</i> (sikap respek terhadap data)	<i>Curiosity</i> (sikap ingin tahu),
<i>Critical thinking</i> (sikap berpikir kritis)	<i>Critical reflection</i> (sikap refleksi kritis)	<i>Open minded</i> (sikap berpikiran terbuka)
<i>Persistence</i> (sikap teguh pendirian)	<i>Perseverance</i> (sikap ketekunan)	<i>Skepticism</i> (sikap keragu-raguan)
	<i>Creativity and inventiveness</i> (sikap kreatif dan penemuan)	
	<i>Open minded</i> (sikap berpikiran terbuka)	
	<i>Cooperation with others</i> (sikap bekerjasama dengan yang lain)	
	<i>Willingness to tolerate uncertainty</i> (sikap keinginan menerima ketidakpastian)	
	<i>Sensitivity to environment</i> (sikap sensitif terhadap lingkungan)	

Sumber : Harlen dalam Patta Bundu (2006: 140)

Menurut Wynne Harlen (dalam Tursinawati, 2013:70) setidaknya ada sembilan aspek sikap dari sikap ilmiah yang dapat dikembangkan, yaitu: sikap ingin tahu, sikap ingin mendapat sesuatu yang baru, sikap tidak putus asa, sikap tidak berprasangka, sikap mawas diri, sikap bertanggung jawab, sikap berpikir bebas, sikap kedisiplinan diri. Namun demikian sikap ilmiah dapat dikembangkan menjadi beberapa aspek lagi yaitu:

Tabel 5. Aspek-Aspek Sikap Ilmiah dalam Pelaksanaan Praktikum pada Pembelajaran IPA

No	Aspek-Aspek Sikap Ilmiah	Indikator
1.	Ilmuan bersifat jujur	Melaporkan pemerhatian asal walaupun pemerhatian asal menyangkal hipotesis awal
2.	Ilmuan harus terbuka pada ide-ide baru	Kesedian untuk menukar pandangan/ pendapat Menerima hasil penyelidikan sesuai dengan data walaupun tidak sesuai dengan hipotesis
3.	Ilmuan harus bertanggung jawab terhadap keilmuannya	Menjaga alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum/ penyelidikan Melaksanakan tugas dan kewajiban yang dibebankan dalam kegiatan percobaan/ penyelidikan
4.	Ilmuan harus bersikap objektif	Sikap mempertimbangkan semua data yang ada sebelum membuat keputusan Melaporkan apa adanya tanpa melakukan manipulasi data
5.	Bekerja sama (Kooperatif)	Menghargai pendapat orang lain Berpatisipasi dalam melaksanakan kegiatan kelompok dalam pembelajaran Menafsirkan bersama-sama terhadap hasil pengamatan
6.	Pemikiran kritikal (<i>Critical mindedness</i>)	Mencari kejelasan pernyataan atau pertanyaan Mencoba memperoleh informasi yang benar
7.	Berlandaskan pada bukti (<i>respect for evidence</i>)	Sikap seseorang bergantung kepada fakta, data-data empirikal dalam membuat keputusan
8.	Rasa ingin tahu	Mengajukan dugaan sementara (hipotesis) terhadap fenomena alam Mengamati kejadian atau fenomena yang diamati dalam praktikum IPA
9.	Sikap mawas diri (hati-hati)	Sikap hati-hati dalam melaksanakan praktikum/ penyelidikan Menjaga keamanan dari bahaya yang ditimbulkan dalam melaksanakan praktikum/ penyelidikan
10.	Kedisiplinan diri	Patuh pada berbagai ketentuan/ peraturan laboratorium Menempatkan alat laboratorium pada tempatnya
11.	Kesadaran atau peduli terhadap lingkungan	Mengembangkan upaya untuk memperbaiki kerusakan alam yang sudah terjadi

Sumber : Wynne Harlen dalam Tursinawati (2013:70)

Pengukuran sikap ilmiah siswa dapat didasarkan pada pengelompokkan sikap sebagai dimensi sikap selanjutnya dikembangkan indikator-indikator sikap untuk setiap dimensi sehingga memudahkan

menyusun butir instrumen sikap ilmiah. Untuk lebih memudahkan dapat digunakan pengelompokkan dimensi sikap yang dikembangkan oleh Harlen dalam Patta Bundu (2006: 141) sebagai berikut.

Tabel 6. Dimensi dan Indikator Sikap Ilmiah

Dimensi	Indikator
Sikap ingin tahu	Antusias mencari jawaban. Perhatian pada obyek yang diamati. Antusias pada proses sains. Menanyakan setiap langkah kegiatan.
Sikap respek terhadap data/ fakta	Obyektif/jujur. Tidak memanipulasi data. Tidak purbasangka. Mengambil keputusan sesuai fakta. Tidak mencampur fakta dengan pendapat.
Sikap berpikir kritis	Meragukan temuan teman. Menanyakan setiap perubahan/ hal baru. Mengulangi kegiatan yang dilakukan. Tidak mengabaikan data meskipun kecil.
Sikap penemuan dan kreativitas	Menggunakan fakta-fakta untuk dasar keputusan. Menunjukkan laporan berbeda dengan teman kelas. Merubah pendapat dalam merespon fakta. Menggunakan alat tidak seperti biasanya. Menyarankan percobaan-percobaan baru. Menguraikan konklusi baru hasil pengamatan.
Sikap berpikiran terbuka dan kerjasama	Menghargai pendapat/ temuan orang lain. Mau merubah pendapat jika data kurang. Menerima saran dari teman. Tidak merasa selalu benar. Menganggap setiap kesimpulan adalah tentatif. Berpatisipasi aktif dalam kelompok.
Sikap ketekunan	Melanjutkan penelitian sesudah "kebaruannya" hilang. Mengulangi percobaan meskipun berakibat kegagalan. Melengkapi satu kegiatan. Kegiatan kelompok selesai lebih awal.
Sikap peka terhadap lingkungan sekitar	Perhatian terhadap peristiwa sekitar. Partisipasi pada kegiatan sosial. Menjaga kebersihan lingkungan sekolah.

Sumber : Harlen dalam Patta Bundu (2006: 141)

Berdasarkan beberapa aspek sikap ilmiah menurut para ahli, penelitian ini menggunakan indikator sikap ilmiah siswa sebagai berikut.

Tabel 7. Indikator Sikap Ilmiah Penelitian

No.	Sikap Ilmiah	Indikator
1.	Sikap ingin tahu	<ul style="list-style-type: none"> - Antusias dalam pembelajaran IPA - Antusias mencari jawaban - Perhatian pada objek yang di amati - Berani bertanya mengenai pembelajaran IPA
2.	Sikap respek terhadap data	<ul style="list-style-type: none"> - Menuliskan data sesuai dengan pengamatan - Mengambil keputusan sesuai dengan fakta - Tidak mencampur fakta dengan pendapat - Melaporkan hasil percobaan apa adanya tanpa memanipulasi data
3.	Sikap berpikiran terbuka dan kerjasama	<ul style="list-style-type: none"> - Berpartisipasi aktif dalam bekerja kelompok - Mau menghargai pendapat teman - Mau menerima saran dari teman - Berdiskusi dalam memecahkan masalah

Sumber : Modifikasi dari Patta Bundu dan Tursinawati

6. Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Berpikir (*thinking*) adalah proses mental seseorang yang lebih dari sekedar mengingat dan memahami lebih bersifat pasif dari pada kegiatan berpikir (*thinking*). Berpikir merupakan aktivitas mental untuk dapat merumuskan pengertian, mensintesis, dan menarik kesimpulan. (Sardiman, 1996: 45). Sedangkan Santrock (2011: 357) mengemukakan bahwa berpikir adalah memanipulasi atau mengelola dan mentransformasi informasi dalam memori. Berpikir sering dilakukan untuk membentuk konsep, bernalar dan berpikir secara kritis, membuat keputusan, berpikir kreatif, dan memecahkan masalah.

Berdasarkan pernyataan para ahli dapat dikatakan bahwa berpikir merupakan suatu proses untuk memperoleh suatu informasi, membentuk konsep, bernalar dan berpikir secara kritis, membuat keputusan, berpikir kreatif, dan memecahkan masalah. Ada tiga komponen pokok dalam berpikir yaitu, pengerjaan (*operations*), isi (*contents*), dan hasil (*product*).

Berpikir kritis adalah interpretasi dan evaluasi yang terampil dan aktif terhadap observasi dan komunikasi, informasi, dan argumentasi. (Fisher, 1997: 21). Wowo Sunaryo (2011: 19) mengemukakan berpikir kritis merupakan analisis situasi mengenai suatu masalah melalui evaluasi potensi, pemecahan masalah, dan sintesis informasi untuk menentukan keputusan. Keputusan yang diambil dilakukan secara parsial dengan cara membuat daftar isian informasi yang selanjutnya dievaluasi menjadi sebuah keputusan.

Selain itu, Norris, S & Ennis R (1989: 355) menjelaskan “*critical thinking is reasonable and reflective thinking that is focused upon deciding what to do or believe.*” Maksud dari penjelasan Norris ialah berpikir kritis merupakan berpikir yang masuk akal dan reflektif yang difokuskan pada pengambilan keputusan mengenai apa yang harus dilakukan. Liliarsari (2013: 8) mengemukakan bahwa berpikir kritis untuk menganalisis argument dan memunculkan wawasan terhadap tiap-tiap makna dan interpretasi, untuk mengembangkan pola penalaran yang kohesif dan logis, memahami asumsi dan bias yang mendasari tiap-tiap posisi. Sedangkan Paul Hager (1992: 26) berpendapat “*critical thinking is*

reasonable reflective thinking that is focussed on deciding what to believe or do.” Maksud dari pernyataan tersebut ialah berpikir kritis adalah berpikir reflektif, dimana pemikiran yang dilakukan dapat masuk pada akal dan diterima yang difokuskan pada memutuskan apa yang harus percaya atau dilakukan.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat dikatakan bahwa berpikir kritis merupakan suatu cara berpikir dimana ide atau gagasan dianalisis ke arah yang lebih spesifik yang bertujuan untuk menganalisis argument dan memunculkan wawasan terhadap tiap-tiap makna dan interpretasi. Berpikir kritis dilakukan untuk memutuskan keputusan apa yang harus dilakukan dimana keputusan yang diambil dilakukan secara parsial

Sapriya (2011: 87) berpendapat bahwa tujuan berpikir kritis ialah untuk menguji suatu pendapat atau ide, termasuk di dalamnya melakukan pertimbangan atau pemikiran yang didasarkan pada pendapat yang diajukan. Pertimbangan-pertimbangan tersebut biasanya didukung oleh kriteria yang dapat dipertanggungjawabkan.

Menurut Ennis (1989: 237-239), terdapat 12 indikator berpikir kritis yang terangkum dalam 5 kelompok keterampilan berpikir, yaitu memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*), membangun keterampilan dasar (*basic support*), menyimpulkan (*inference*), membuat penjelasan lebih lanjut (*advance clarification*), serta strategi dan taktik (*strategy and tactics*). Kemudian 12 indikator

tersebut dijabarkan dalam beberapa sub indikator seperti pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Indikator Berpikir Kritis menurut Ennis

No	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
1.	Memberikan penjelasan sederhana	Memfokuskan pertanyaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan 2. Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban 3. Menjaga kondisi berpikir
		Menganalisis argumen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi kesimpulan 2. Mengidentifikasi kalimat-kalimat pertanyaan 3. Mengidentifikasi kalimat-kalimat bukan pertanyaan 4. Mengidentifikasi dan menangani suatu ketidaktepatan 5. Melihat struktur dari suatu argument 6. Membuat ringkasan
		Bertanya dan menjawab pertanyaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan penjelasan sederhana 2. Menyebutkan contoh
2.	Membangun keterampilan dasar	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mempertimbangkan keahlian 2. Mempertimbangkan kemenarikan konflik 3. Mempertimbangkan kesesuaian sumber 4. Mempertimbangkan penggunaan prosedur yang tepat 5. Mempertimbangkan risiko untuk reputasi 6. Kemampuan untuk memberikan alasan
		Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melibatkan sedikit dugaan 2. Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan 3. Melaporkan hasil observasi 4. Merekam hasil observasi 5. Menggunakan bukti-bukti yang benar 6. Menggunakan akses yang baik 7. Menggunakan teknologi 8. Mempertanggungjawabkan hasil observasi
		Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siklus logika Euler 2. Mengkondisikan logika 3. Menyatakan tafsiran

No	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
3.	Menyimpulkan	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengemukakan hal yang umum 2. Mengemukakan kesimpulan dan hipotesis 3. Mengemukakan hipotesis 4. Merancang eksperimen 5. Menarik kesimpulan sesuai fakta 6. Menarik kesimpulan dari hasil menyelidiki
		Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan latar belakang fakta-fakta 2. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan akibat 3. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan penerapan fakta 4. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan
4.	Memberikan penjelasan lanjut	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat bentuk definisi 2. Strategi membuat definisi 3. Bertindak dengan memberikan penjelasan lanjut 4. Mengidentifikasi dan menangani ketidakbenaran yg disengaja 5. Membuat isi definisi
		Mengidentifikasi asumsi-asumsi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penjelasan bukan pernyataan 2. Mengonstruksi argumen
5.	Mengatur strategi dan taktik	Menentukan suatu tindakan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengungkap masalah 2. Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi yang mungkin 3. Merumuskan solusi alternatif 4. Menentukan tindakan sementara 5. Mengulang kembali 6. Mengamati penerapannya
		Berinteraksi dengan orang lain	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan argumen 2. Menggunakan strategi logika 3. Menggunakan strategi retorika 4. Menunjukkan posisi, orasi, atau tulisan

Sumber: Ennis (1989: 110-111)

Facione dalam Liliyasi (2013:9) merumuskan beberapa karakteristik berpikir kritis melalui kemampuan kognitif dan disposisi

afektif. Kemampuan kognitif terdiri dari kemampuan utama kognitif dan sub kemampuan kognitif. Kemampuan utama kognitif terdiri dari:

- a. Interpretasi (melakukan katagorisasi, menjelaskan arti)
- b. Analisis (meneliti ide-ide, mengidentifikasi dan menganalisis argumen)
- c. Evaluasi (menilai pendapat)
- d. Pengambilan kesimpulan (mencari bukti dan alternatif, membuat kesimpulan)
- e. Menjelaskan (menyatakan hasil, membenarkan prosedur, dan menyajikan argumen)
- f. Pengaturan diri (pemeriksaan diri dan koreksi diri).

Selain itu, Glaser (1972: 6) mengemukakan beberapa keterampilan penting dalam pemikiran kritis, antara lain :

- a. Mengenal masalah.
- b. Mencari cara-cara yang dapat dipakai untuk menangani masalah-masalah itu.
- c. Mengumpulkan data dan menyusun informasi yang diperlukan.
- d. Mengenal asumsi-asumsi dan nilai-nilai yang tidak dinyatakan.
- e. Memahami dan menggunakan bahasa secara tepat, jelas dan khas.
- f. Menganalisis data.
- g. Menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan-pernyataan.
- h. Mengenal adanya hubungan yang logis antar masalah-masalah.
- i. Menarik kesimpulan-kesimpulan dan kesamaan-kesamaan yang diperlukan.
- j. Menguji kesamaan-kesamaan dan kesimpulan-kesimpulan yang seseorang ambil.

- k. Menyusun kembali pola-pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman yang lebih luas.
- l. Membuat penilaian yang tepat tentang hal-hal yang kualitas-kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan beberapa indikator menurut para ahli tersebut, peneliti mengambil 5 indikator berpikir kritis yang akan digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, yaitu :

Tabel 9. Indikator Berpikir Kritis Penelitian

No	Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis
1	Mendefinisikan istilah	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi sesuai pernyataan
2	Merumuskan hipotesis	Merumuskan hipotesis sesuai permasalahan dan hubungan antar variabel yang terlibat.
3	Menganalisis data	Menguraikan sebuah struktur ke dalam komponen dengan membedakan, menghubungkan dan mengidentifikasi data/pernyataan
4	Menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan	Membandingkan dan menafsirkan data pendukung
5	Menarik kesimpulan	Membuat kesimpulan yang beralasan.

Sumber : Modifikasi Ennis, Facione dan Glasser

B. Kajian Keilmuan

1. Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (kerja) atau melakukan suatu perubahan. Energi memiliki berbagai bentuk. Energi merupakan suatu besaran yang kita hubungkan dengan sistem dari satu atau banyak objek. Jika sebuah gaya mengubah benda yang diam menjadi bergerak, maka energinya berubah. Energi dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya dan dapat dipindahkan dari suatu objek ke objek yang

lainnya, tetapi jumlah total selalu sama, sebab energi itu bersifat kekal (Halliday, 2010: 153).

Ketika bola dilemparkan ke udara atau ayunan bergerak bolak-balik, energi kinetik dan potensial terus berubah sebagai obyek mempercepat dan memperlambat. Namun, energi mekanik tetap konstan. Energi kinetik dan potensial hanya mengubah bentuk dan tidak ada energi yang hilang. Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lainnya, tetapi jumlah total energi tidak pernah berubah, dengan kata lain bahwa energi adalah kekal. Prinsip ini diakui sebagai hukum alam. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan. Pada skala besar, hukum ini berarti bahwa jumlah total energi di alam semesta tidak berubah (Glencoe, 2015: 111).

a. Energi kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dihubungkan dengan keadaan pergerakan suatu objek. Semakin cepat objek bergerak, maka semakin besar pula energi kinetiknya. Ketika benda dalam keadaan diam, maka energi kinetiknya nol (Halliday, 2010: 153). Satuan SI energi ialah Joule, disingkat J.

Sebuah benda yang bergerak memiliki energi. Energi kinetik benda bergerak tergantung pada massa benda dan kecepatan (Glencoe, 2005: 102).

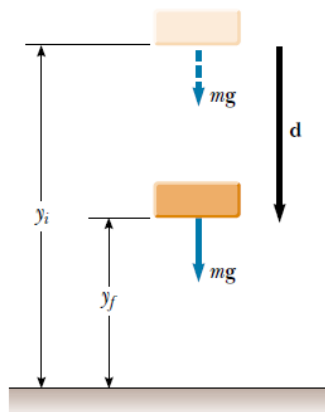
Berikut persamaan energi kinetik :

$$\begin{aligned} \text{Energi Kinetik (EK)} &= \frac{1}{2} \times \text{massa} \times (\text{kecepatan})^2 \\ &= \frac{1}{2} mv^2 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana, EK = energi kinetik (J)
m = massa benda (kg)
v = kelajuan benda (m/s)

b. Energi potensial

Energi tidak harus melibatkan gerakan, bahkan benda yang tidak bergerak atau diam dapat memiliki energi. Energi yang dimiliki benda tidak bergerak disimpan dalam objek. Energi yang tersimpan pada suatu benda karena kedudukan dari benda disebut energi potensial. (Glencoe, 2005: 103). Energi potensial adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat adanya pengaruh tempat atau kedudukan dari benda tersebut. Energi potensial disebut juga dengan energi diam karena benda yang dalam keadaan diam dapat memiliki energi. Jika benda tersebut bergerak, maka benda itu mengalami perubahan energi potensial menjadi energi gerak.



Gambar 2. Kerja yang Dilakukan pada Bata oleh Gaya Gravitasi
Sumber : Glencoe, 2005: 103

Macam-macam energi potensial

1) Energi potensial gravitasi

Benda apapun yang dapat jatuh memiliki energi tersimpan yang disebut dengan energi potensial gravitasi. Energi potensial gravitasi adalah energi yang disimpan oleh benda karena posisi mereka berada di atas permukaan bumi. Energi potensial gravitasi dari sebuah benda bergantung pada massa benda dan tinggi di atas tanah. Di bumi, percepatan gravitasi adalah sebesar $9,8 \text{ m / s}^2$ dengan simbol g . Seperti semua bentuk energi, energi potensial gravitasi diukur dalam Joule (Glencoe. 2005: 105). Energi potensial gravitasi dapat dihitung dari persamaan berikut.

Energi Potensial(EP) = massa \times percepatan gravitasi \times ketinggian

$$\text{Energi Potensial(EP)} = m \times g \times h \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana, EP = energi potensial (Joule),
 m = massa benda (kg),
 g = percepatan gravitasi bumi (m/s^2)
 h = ketinggian benda (m).

2) Energi potensial elastis

Jika karet gelang diregangkan dan membiarkannya terlepas dari tangan, karet gelang akan terlempar seperti terbang melalui udara, karena karet gelang memiliki energi kinetik. Energi potensial yang tersimpan oleh sesuatu yang bisa meregang seperti karet gelang karena adanya gaya tekan dan gaya regang yang diberikan pada benda disebut energi potensial elastis (Glencoe. 2005: 103). Besarnya energi potensial elastis bergantung pada

besarnya gaya tekan atau gaya regang yang diberikan pada benda tersebut. Besar energi potensial elastis dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$EP = \frac{1}{2} \times k \times x^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Dimana, EP = Energi Potensial Elastis (Joule)

k = Konstanta Pegas

x = Perpanjangan Pegas

3) Energi potensial kimia

Energi yang tersimpan dalam ikatan kimia adalah energi potensial kimia. Energi potensial kimia ada dalam atom atau molekul yang terbentuk. Energi ini kemudian dilepaskan dan diubah ketika zat terlibat dalam reaksi kimia. Misalnya, ketika bahan bakar dibakar, energi potensial kimia diubah menjadi panas. Energi potensial kimia terkandung pada makanan, dan bahan bakar (Glencoe. 2005: 103).

4) Energi potensial nuklir

Uranium-235 adalah tidak stabil dan dapat terbagi dua, melepaskan kecepatan tinggi partikel subatom dan radiasi. Energi potensialnya berubah menjadi energi kinetik.

5) Energi potensial listrik

Ketika suatu benda yang bermuatan listrik sedang diam maka benda mempunyai energi potensial yang berkaitan langsung dengan benda yang lainnya yang berada di dekatnya, tentunya juga benda lain yang memiliki muatan listrik.

c. Berbagai sumber energi dalam kehidupan

Sumber energi adalah segala sesuatu yang menghasilkan energi. Panas matahari yang digunakan untuk mengeringkan jemuran adalah sumber energi. Energi memegang peranan sangat penting dalam kehidupan manusia. Semua aktivitas kehidupan manusia dapat dilakukan karena melibatkan penggunaan energi. Sumber energi dibagi menjadi dua yaitu, sumber energi tak terbarukan dan sumber energi terbarukan.

1) Sumber energi tak terbarukan

Sumber energi tidak terbaharukan (*nonrenewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang berasal dari sumber energi yang tidak dapat diperbaharui oleh proses alam secara cepat. Contoh dari sumber energi ini adalah energi yang bersumber dari bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil terbagi menjadi minyak bumi, gas alam, dan batu bara (Glencoe, 2005: 257-263).

2) Sumber energi terbarukan

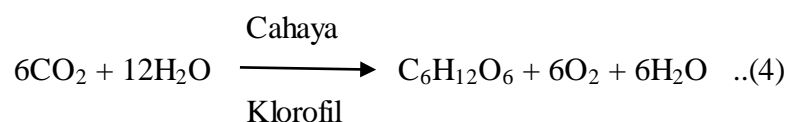
Sumber energi terbaharukan (*renewable*) didefinisikan sebagai sumber energi yang berasal dari sumber energi yang dapat diperbaharui dengan cepat sesuai penggunaannya. Contoh energi terbarukan di antaranya energi matahari, energi air, energi angin, dan energi tidal (Glencoe, 2005: 271-276).

2. Fotosintesis

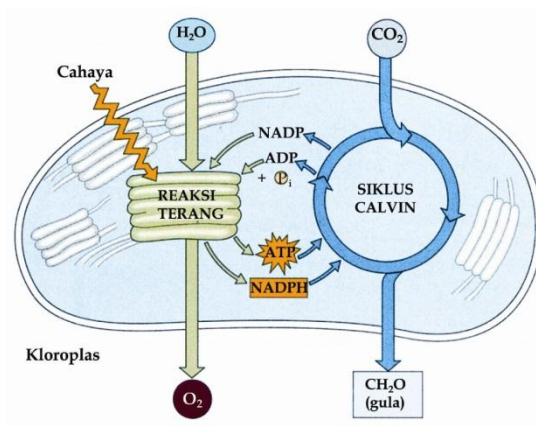
Fotosintesis adalah proses pembentukan molekul-molekul makanan yang kompleks dan berenergi tinggi dari komponen-komponen yang lebih sederhana oleh tumbuhan hijau dan organisme autotrofik lainnya dengan keberadaan energi cahaya (Fried & Hademenos, 2005: 68). Fotosintesis berasal dari kata *foton* yang berarti cahaya dan sintesis yang berarti penyusunan. Jadi fotosintesis adalah proses penyusunan dari zat organik H₂O dan CO₂ menjadi senyawa organik yang kompleks yang memerlukan cahaya. Proses fotosintesis berlangsung dalam daun pada organel khusus yang disebut plastida. Tumbuhan hijau termasuk ganggang dan *Euglena sp.* mengandung senyawa klorofil di dalam plastidanya. Organel ini disebut klorofil (Dahlia, 2001: 83-84).

Pada umumnya, sel fotosintesis mengandung satu atau lebih pigmen klorofil yang berwarna hijau. Berbagai sel fotosintesis lainnya seperti pada ganggang dan bakteri, berwarna coklat, merah, atau ungu. Hal ini disebabkan terdapatnya pigmen lain disamping klorofil, yaitu pigmen pelengkap seperti karotenoid yang berwarna kuning, merah atau ungu, dan pigmen fikobilin yang berwarna biru atau merah (Dahlia, 2001: 84).

Proses fotosintesis dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut.



Persamaan fotosintesis merupakan bagian sederhana dari proses yang sangat kompleks. Fotosintesis merupakan 2 proses yang masing-masing terdiri dari banyak langkah. Kedua tahap fotosintesis dikenal dengan reaksi terang (*light reaction*) yang merupakan bagian *foto* dan sintesis dan siklus calvin (*calvin cycle*) yang merupakan bagian *sintesis* (Campbell & Reece, 2010: 203).

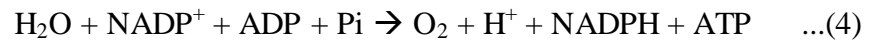


Gambar 3. Gambaran Umum Fotosintesis Kerjasama Reaksi Terang dan Siklus Calvin
Sumber : Campbell & Reece, 2010: 204

a. Reaksi terang fotosintesis

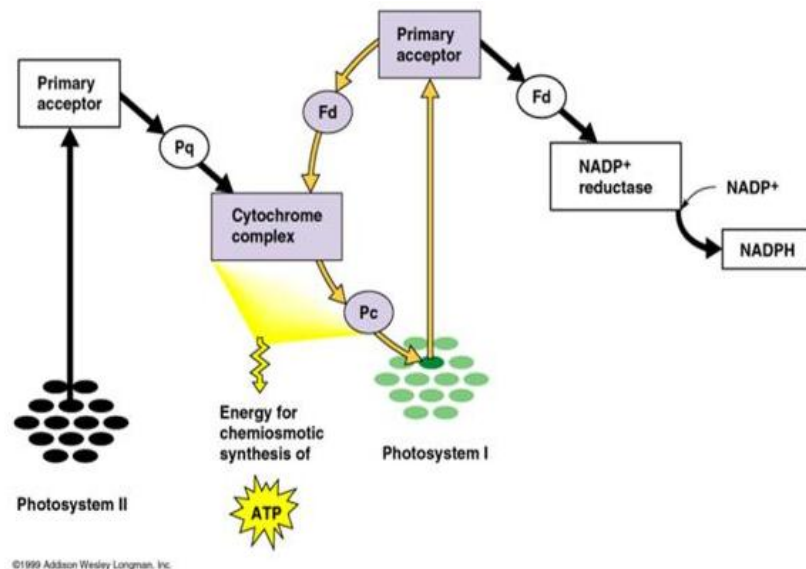
Reaksi terang merupakan tahap-tahap fotosintesis yang mengubah energi surya menjadi energi kimia. Reaksi terang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimiawi berupa ATP dan NADPH. Pada tahap pertama, energi matahari ditangkap oleh pigmen penyerap cahaya dan diubah menjadi bentuk energi kimia, ATP, dan senyawa pereduksi NADPH. Proses ini disebut tahap reaksi terang. Atom hidrogen dari molekul H₂O dipakai untuk mereduksi NADP⁺ menjadi NADPH, dan O₂ dilepaskan sebagai

hasil samping reaksi fotosintesis. Reaksi ini juga dirangkakan dengan reaksi endorgenik, membentuk ATP dari ADP + Pi (Campbell & Reece, 2010: 204). Reaksi terang dapat dituliskan dengan persamaan:



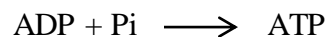
Pembentukan ATP dari ADP + Pi, merupakan suatu mekanisme penyimpanan energi matahari yang diserap kemudian diubah menjadi bentuk energi kimia. Proses ini disebut *fosforilasi fotosintesis* atau *fotofosforilasi*. Aliran elektron melalui sistem transpor menghasilkan ATP dan NADPH. ATP dan NADPH dapat terbentuk melalui jalur non siklik, yaitu elektron mengalir dari molekul air, kemudian melalui fotosistem II P680 dan melalui jalur siklik melalui fotosistem I P700.

1) Aliran siklik



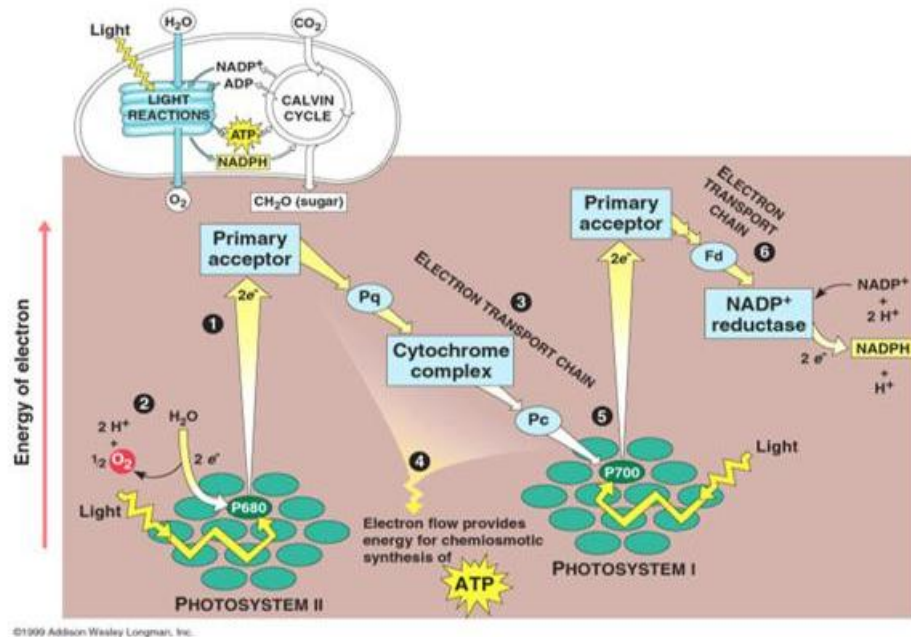
Gambar. 4 Gambar Aliran Elektron Siklik
Sumber : Campbell & Reece, 2010: 210

Cahaya berenergi tinggi yang terserap klorofil a dapat menyebabkan elektron (e^-) berasal dari fotosistem I atau P700 terlempar keluar orbitnya. Pada saat perjalanan elektron (e^-) berasal dari P700 yang terlempar keluar orbit tersebut lalu ditangkap oleh akseptor penerima elektron seperti plastokuinon atau sitokrom. Kemudian elektron itu pindah ke akseptor lain, lalu pindah kembali ke klorofil P700 semula. Selama proses perpindahan dari akseptor satu ke akseptor lain terdapat energi yang terlepas dari elektron, energi tersebut digunakan dalam fotofosforilasi siklik dengan produk akhir berupa ATP, dan tidak dihasilkan NADPH serta O_2 . ATP digunakan sebagai energi yang dapat dimanfaatkan dalam proses biologis sel-sel organisme. Dalam hal ini ATP berguna dalam pembentukan karbohidrat. *Fotofosforilasi* adalah peristiwa bereaksinya senyawa ADP dan asam fosfat menjadi ATP dengan reaksi :



Pada aliran siklik, elektron yang terfotoeksitasi dari fotosistem I terkadang bergerak mundur dari ferredoksin (fd) ke klorofil melalui melalui kompleks sitokrom dan plastosianin (pc). Pengalihan elektron ini melengkapi suplai ATP namun tidak menghasilkan NADPH. Sehingga dalam aliran siklik ini tidak ada NADPH yang dihasilkan dan tidak ada O_2 yang dilepaskan, namun aliran siklik menghasilkan ATP.

2) Aliran non Siklik



Gambar 5. Aliran Elektron Non Siklik
Sumber: Fried & Hedemenos, 2005: 69

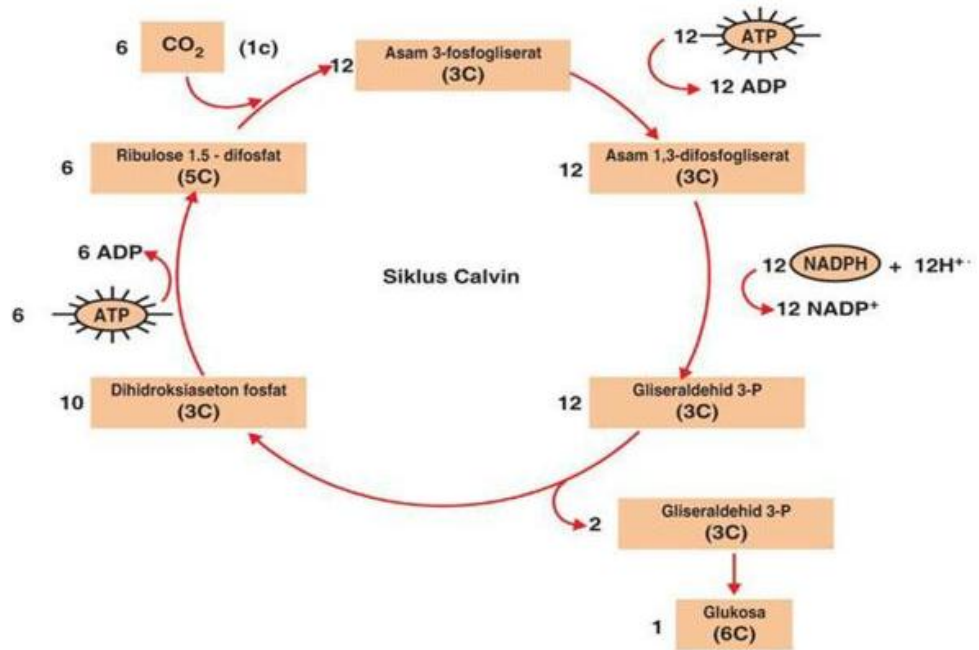
Perjalanan aliran elektron fotosistem II, elektronnya (e^-) juga berasal dari P700. Elektron (e^-) yang terlempar keluar orbit dan ditangkap oleh akseptor elektron yaitu NADPH_2 kemudian elektron (e^-) bersamaan dengan 2H^+ berasal dari pecahan H_2O mengikuti jalannya elektron siklik pindah ke akseptor lain seperti plastosianin atau feredoksin. Selanjutnya elektron itu pindah dan tidak kembali ke klorofil P700, tetapi mengalir melalui membran tilakoid. Dengan pelepasan elektron tersebut, maka P700 menjadi molekul yang teroksidasi sehingga menyedot elektron dari P680 berenergi tinggi yang berasal dari energi cahaya (foton) matahari. Molekul NADPH_2 dan ATP yang berenergi tinggi digunakan untuk mengubah CO_2 dan H_2O

menjadi produk gula (seperti glukosa, maltosa, fruktosa dan amilum) dan O_2 .

b. Reaksi gelap fotosintesis

Reaksi gelap disebut juga dengan reaksi tak bergantung cahaya, sebab tidak ada satupun langkah dari reaksi gelap fotosintesis yang memerlukan cahaya matahari. Reaksi gelap memerlukan ATP, hidrogen, dan elektron dari NADPH, karbon dan oksigen dari karbondioksida, enzim yang mengkatalisis setiap reaksi, dan RuBP (Ribulosa bifosfat) yang merupakan suatu senyawa yang mempunyai 5 atom karbon. Reaksi gelap terjadi melalui beberapa tahapan, yaitu :

- 1) Karbondioksida diikat oleh RuBP (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil. Senyawa 6 karbon ini kemudian memecah menjadi 2 fosfogliserat (PGA).
- 2) Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e^- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).
- 3) Tiap 6 molekul karbon dioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.
- 4) Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBP, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO_2 yang baru.
- 5) 2 PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.



Gambar 6. Reaksi Gelap Fotosintesis
 Sumber: Fried & Hedemenos, 2005: 70

Siklus Calvin berlangsung pada stroma kloroplas. Siklus calvin menggunakan NADPH dan ATP untuk mengubah CO₂ menjadi gula berkarbon tiga (G3P). Siklus ini terbagi menjadi 3 fase, yaitu karboksilasi, reduksi, dan pembentukan kembali (regenerasi) penerimaan CO₂ (Lakitan, 2011: 137).

1) Fase I: Karboksilasi

Karboksilasi melibatkan penambahan CO₂ dan H₂O ke RuBP untuk membentuk dua molekul 3-PGA (Salisbury, 1995: 42). Produk reaksi ini adalah intermediat berkarbon-enam yang sedemikian tidak stabil sehingga segera pecah menjadi dua membentuk dua molekul 3-fosfoglisarat untuk setiap CO₂ yang difiksasi (Campbell & Reece, 2010: 214).

2) Fase II: Reduksi

Pada fase reduksi, gugus karboksil dalam 3-PGA direduksi menjadi sebuah gugus aldehida dalam 3-fosfogliseraldehida (Salisbury, 1995: 42). Setiap molekul 3-fosfoglisarat menerima satu gugus fosfat tambahan dari ATP menjadi 1,3 bifosfoglisarat. Kemudian sepasang elektron yang disumbangkan dari NADPH mereduksi 1,3 difosfoglisarat, yang juga kehilangan satu gugus fosfat, menjadi G3P yang menyimpan lebih banyak energi potensial. G3P merupakan gula-gula berkarbon-tiga yang sama yang terbentuk dalam glikolisis melalui pemecahan glukosa (Campbell & Reece, 2010: 214).

3) Fase III: Regenerasi Penerimaan CO₂ (RuBP)

Dalam serangkaian reaksi kompleks, rangka karbon lima molekul G3P disusun ulang oleh langkah-langkah terakhir siklus calvin menjadi tiga molekul RuBP. Untuk melakukan hal ini, siklus harus menggunakan tiga molekul ATP lagi. RuBP kini siap menerima CO₂ kembali dan siklus pun berlanjut (Campbell & Reece, 2010: 214).

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis menurut Lakitan (2011: 158-165) antara lain:

a. Ketersediaan air

Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, terutama karena pengaruh terhadap turgiditas sel penjaga stomata. Jika

kekurangan air, maka turgiditas sel penjaga akan menurun. Hal ini menyebabkan stomata menutup.

b. Konsentrasi karbon dioksida

Kekurangan CO_2 akan menyebabkan penurunan laju fotosintesis. Peningkatan konsentrasi CO_2 secara konsisten memacu laju fotosintesis.

c. Ketersediaan Cahaya

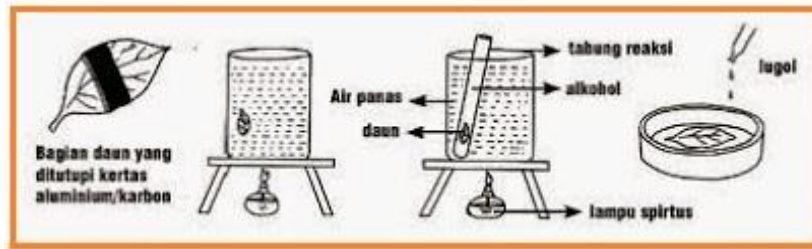
Secara umum, fiksasi CO_2 maksimum terjadi sekitar tengah hari, yakni pada saat intensitas cahaya mencapai puncaknya. Penutupan cahaya matahari akan mempengaruhi laju fotosintesis.

d. Suhu

Pengaruh suhu terhadap fotosintesis tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya.

Percobaan Uji Sach pada Fotosintesis

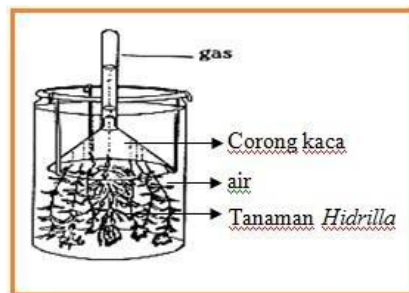
Pada tahun 1860, Sach membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan amilum. Dalam percobaannya tersebut ia menggunakan daun segar yang sebagian dibungkus dengan kertas timah kemudian daun tersebut direbus, dimasukkan kedalam alcohol dan ditetesi dengan iodium. Ia menyimpulkan bahwa warna biru kehitaman pada daun yang tidak ditutupi kertas timah menandakan adanya amilum (Malcolm, 1990).



Gambar 7. Langkah Percobaan Uji Sach
 Sumber : www.docs-engine.com

Percobaan Ingenhousz pada Fotosintesis

Jan Ingenhousz merupakan orang yang pertama kali melakukan penelitian tentang fotosintesis. Ingenhousz memasukkan tumbuhan air *Hydrilla verticillata* ke dalam bejana yang diisi air. Bejana gelas itu ditutup dengan corong terbalik dan di atasnya diberi tabung reaksi yang diisi air hingga penuh. Bejana itu diletakkan di terik matahari. Tak lama kemudian muncul gelembung udara dari tumbuhan air tersebut. Gelembung udara tersebut menandakan adanya gas. Setelah diuji ternyata adalah oksigen. Ingenhousz menyimpulkan fotosintesis menghasilkan oksigen.



Gambar 8. Percobaan Ingenhousz
 Sumber : www.praktikumbiologi.com

Pengaruh cahaya diyakini mempunyai pengaruh tak langsung melalui penurunan konsentrasi CO_2 pada proses fotosintesis. Sejumlah

kajian memperlihatkan bahwa cahaya memiliki pengaruh kuat terhadap stomata, lepas dari peranannya dalam fotosintesis. Diduga cahaya bekerja di sel mesofil, yang kemudian mengirim pesan kepada sel penjaga atau menerima cahaya di sel penjaga itu sendiri. Pada tingkat cahaya rendah, konsentrasi CO₂ antar sel dapat menjadi faktor pengendali yang utama, pada tingkat cahaya tinggi, respon langsung terhadap cahaya dapat melebihi kebutuhan pemenuhan CO₂ untuk fotosintesis, dan menyebabkan peningkatan konsentrasi CO₂ antar sel. Naiknya konsentrasi CO₂ antar sel bisa diamati saat cahaya ditingkatkan yang ternyata berlawanan sekali dengan yang diperkirakan jika stomata memberikan respon terhadap cahaya hanya melalui efek fotosintesis dari konsentrasi CO₂.

3. Respirasi

a. Respirasi manusia

Pernapasan merupakan proses pertukaran gas yang berasal dari makhluk hidup dengan gas yang ada di lingkungannya. Sedangkan proses perombakan bahan makanan menggunakan oksigen sehingga diperoleh energi dan gas sisa pembakaran karbon dioksida (CO₂) disebut respirasi. Proses respirasi yang menggunakan oksigen disebut juga respirasi aerob sedangkan respirasi yang tidak membutuhkan oksigen disebut respirasi anaerob (Rahmat, 2007: 189).

Berikut alat-alat pernafasan manusia menurut Pearce (2009: 255-260) antara lain :

1) Nares anterior

Nares anterior adalah saluran-saluran di dalam lubang hidung. Saluran saluran tersebut bermuara ke dalam bagian yang dikenal sebagai vestibulum (rongga) hidung.

2) Rongga hidung

Rongga hidung dilapisi selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, bersambung dengan faring dan selaput lendir semua sinus yang mempunyai lubang masuk ke dalam rongga hidung.

3) Faring (*Pharinx*)

Faring adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tenggorokan sampai persambungannya dengan esofagus.

4) Laring (*Larinx*)

Laring terletak didepan bagian terendah faring yang memisahkannya dari kolumna vertebra, berjalan dari faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea di bawahnya

5) Trakea (*Trachea*)

Trakea (batang tenggorok) panjangnya kira-kira 9 cm. Trakea berjalan dari laring sampai kira-kira ketinggian vertebra torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi 2 bronkus.

6) Bronkus

Kedua bronkus yang terbentuk dari dua belahan trakea pada ketinggian kira-kira vertebra torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama.

7) Paru-paru (*pulmonalis*)

Paru-paru merupakan alat pernafasan utama yang mengisi rongga dada, terletak di sebelah kanan dan kiri dan di tengah dipisahkan oleh jantung beserta pembuluh darah.

Adanya tekanan antara udara luar dan udara dalam paru-paru menyebabkan udara dapat masuk ataupun keluar. Perbedaan tekanan terjadi akibat perubahan besar kecilnya rongga dada, rongga perut, dan rongga alveolus. Perubahan besarnya rongga ini terjadi karena pekerjaan otot-otot pernafasan, yaitu otot antara tulang rusuk dan otot pernafasan tersebut (Koes Irianto, 2010: 263). Maka, pernapasan dapat dibedakan menjadi:

1) Pernapasan dada

Pernapasan dada adalah pernapasan yang melibatkan otot antar tulang rusuk. Mekanismenya dapat dibedakan sebagai berikut:

- a) Fase inspirasi. Fase ini berupa berkontraksinya otot antartulang rusuk sehingga rongga dada membesar, akibatnya tekanan

dalam rongga dada menjadi lebih kecil daripada tekanan di luar sehingga udara luar yang kaya oksigen masuk.

- b) Fase ekspirasi. Fase ini merupakan fase relaksasi atau kembalinya otot antara tulang rusuk ke posisi semula yang diikuti oleh turunnya tulang rusuk sehingga rongga dada menjadi kecil. Sebagai akibatnya, tekanan di dalam rongga dada menjadi lebih besar dari pada tekanan luar, sehingga udara dalam rongga dada yang kaya karbon dioksida keluar

2) Pernapasan perut

Pernapasan perut merupakan pernapasan yang mekanismenya melibatkan aktifitas otot-otot diafragma yang membatasi rongga perut dan rongga dada. Mekanisme pernapasan perut dapat dibedakan menjadi dua tahap yakni sebagai berikut.

- a) Fase Inspirasi. Pada fase ini otot diafragma berkontraksi sehingga diafragma mendatar, akibatnya rongga dada membesar dan tekanan menjadi kecil sehingga udara luar masuk.
- b) Fase Ekspirasi. Fase ekspirasi merupakan fase berelaksasinya otot diafragma (kembali ke posisi semula, mengembang) sehingga rongga dada mengecil dan tekanan menjadi lebih besar, akibatnya udara keluar dari paru-paru

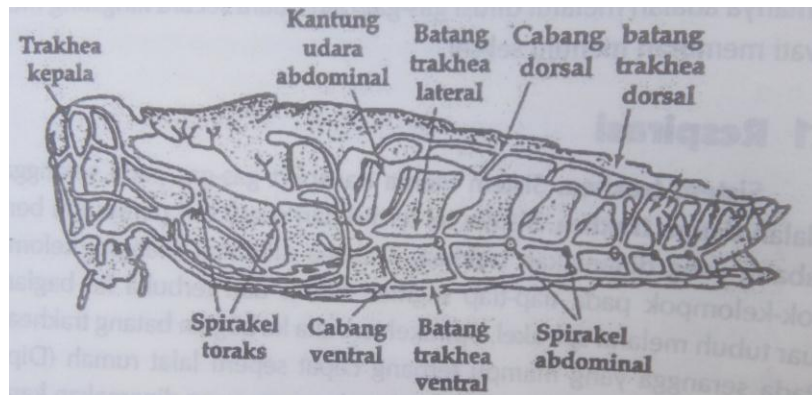
Faktor yang mempengaruhi kecepatan frekuensi pernapasan adalah:

- 1) Usia. Balita memiliki frekuensi pernapasan lebih cepat dibandingkan manula. Semakin bertambah usia, intensitas pernapasan akan semakin menurun
- 2) Jenis kelamin. Laki-laki memiliki frekuensi pernapasan lebih cepat dibandingkan perempuan
- 3) Suhu tubuh. Semakin tinggi suhu tubuh (demam) maka frekuensi pernapasan akan semakin cepat
- 4) Posisi tubuh. Frekuensi pernapasan meningkat saat berjalan atau berlari dibandingkan posisi diam. Frekuensi pernapasan posisi tidur terlentang lebih cepat dibandingkan posisi tengkurap.
- 5) Aktivitas. Semakin tinggi aktivitas, maka frekuensi pernapasan akan semakin cepat.

b. Respirasi Serangga

Sistem utama transport gas-gas pada serangga adalah sistem trakhea. Sistem ini terdiri dari suatu seri pembuluh bercabang yang dinamakan trakhea. Trakhea dibentuk menjadi kelompok-kelompok pada tiap-tiap segmen tubuh dan terbuka ke bagian batang trakhea. Pada serangga yang mampu terbang cepat, batang trakhea mengalami perbesaran yang dinamakan kantung udara yang berfungsi untuk meningkatkan ventilasi. Cabang trakhea keluar dari batang trakhea pada masing-masing segmen dan semakin banyak dan halus

cabangnya. Akhirnya ujung-ujung halus trakhea terbagi menjadi trakheolus (Mochamad Hadi, 2009: 25).



Gambar 9. Alat Respirasi Serangga
Sumber: Mochamad Hadi (2009: 26)

Sistem spirakel yang terbuka keluar tubuh dikenal sebagai sistem terbuka. Sistem terbuka ini mempunyai modifikasi yang beragam pada serangga yang berbeda. Sistem tertutup terdapat pula pada serangga dimana spirakel menjadi non fungsional atau tidak ditemukan sama sekali (Mochamad Hadi, 2009: 27).

Proses respirasi terjadi dengan cara difusi oksigen dan karbondioksida melalui sistem trakhea, dibantu oleh ventilasi mekanis dari trakhea abdominal dan kantung udara. Udara masuk dan keluar melalui stigma, yaitu lubang kecil yang terdapat di kanan-kiri tubuhnya. Selanjutnya dari stigma, udara masuk ke pembuluh trakhea yang memanjang dan sebagian ke kantung hawa. Difusi oksigen ke sistem trakhea terjadi karena turunnya tekanan oksigen pada ujung trakheolus. Dengan cara yang sama karbondioksida juga berdifusi keluar melalui sistem trakhea (Mochamad Hadi, 2009: 28).

Beberapa faktor yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen antara lain temperatur, spesies hewan, ukuran badan, aktivitas dan jenis kelamin (Tobin, 2005). Frekuensi bernapas dengan ukuran badan memiliki hubungan berbanding lurus, hal ini juga dipengaruhi oleh aktivitas. Jenis kelamin dan aktivitas merupakan faktor yang saling mempengaruhi dalam respirasi serangga. Jangkrik jantan memiliki perilaku yang lebih agresif dibandingkan dengan jangkrik betina. Perilaku agresif pada jangkrik jantan timbul dari keinginan pejantan pada saat kondisi tertentu, seperti untuk memperebutkan teritori, memperebutkan betina, atau merasa terancam sehingga melakukan pertarungan dengan pejantan yang lain (Simmons, 2010). Sehingga dapat dikatakan jangkrik jantan memiliki aktivitas yang lebih tinggi dari pada jangkrik betina, sehingga frekuensi bernapas jangkrik jantan lebih tinggi dari pada betina.

C. Penelitian yang Relevan

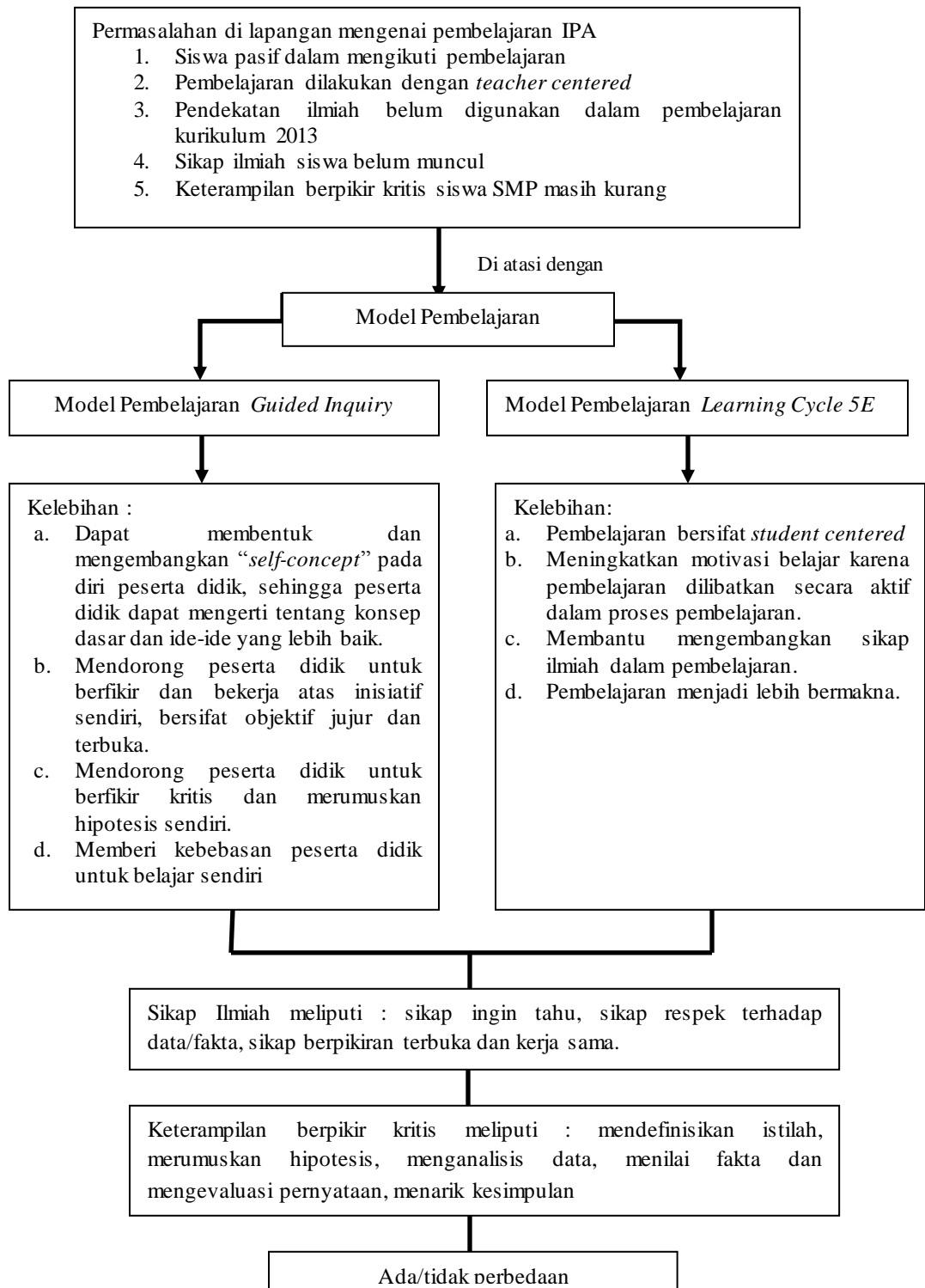
Penelitian yang relevan dengan model pembelajaran *Guided Inquiry* dan *Learning Cycle 5E* adalah :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Siska Nugraheni Margiastuti (2015) dengan judul “Penerapan Model *Guided Inquiry* terhadap Sikap Ilmiah dan Penmahaman Konsep Siswa pada Tema Ekosistem” memperoleh kesimpulan bahwa penerapan model *Guided Inquiry* efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dan terdapat perbedaan sikap ilmiah siswa pada kelas eksperimen dan kontrol.
2. Penelitian yang dilakukan oleh I Nyoman Utama, Ida Bagus Putu Arnyana, dan Ida Bagus Jelantik Swasta (2014) dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kinerja Ilmiah pada Pelajaran Biologi Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri Amlapura” memperoleh kesimpulan bahwa keterampilan berpikir kritis kelompok siswa yang mendapat model pembelajaran inkuiri lebih baik dibandingkan dengan kelompok siswa yang mendapat pembelajaran dengan model pembelajaran langsung.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Muh. Nasir, Wahab Jufri, dan Muhlis (2015) dengan judul “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model 5E Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa” memperoleh kesimpulan bahwa ada perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa yang belajar dengan perangkat pembelajaran model 5E dengan siswa yang belajar dengan perangkat pembelajaran model EEK.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Irda Sayuti, Rosmaini, dan Sri Andayanhi (2011) dengan judul “Penerapan Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E* untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 5 Pekanbaru” memperoleh kesimpulan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dapat meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar biologi siswa.

Penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti bertujuan untuk menganalisis perbedaan sikap ilmiah antara siswa yang menggunakan model *Guided Inquiry* dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan untuk menganalisis perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa yang menggunakan model *Guided Inquiry* dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Penelitian yang relevan tersebut memiliki persamaan dengan penelitian yang dilakukan yaitu variabel yang digunakan, dimana variabel bebas model *Guided Inquiry* dan *Learning Cycle 5E* digunakan untuk mengukur sikap ilmiah dan keterampilan berpikir kritis siswa. Namun, juga terdapat perbedaan pada penelitian yang dilakukan ini antara lain, pada penelitian relevan pengukuran sikap ilmiah menggunakan model *Learning Cycle 5E* menggunakan desain penelitian PTK, sedangkan pada penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimen. Materi yang digunakan dalam penelitian yang relevan juga berbeda dengan penelitian ini. Selain itu, model penelitian yang digunakan juga berbeda, dimana pada penelitian ini mengkomparasikan dua model pembelajaran, sedangkan pada penelitian menguji pengaruh kedua model pada variabel yang telah ditentukan.

D. Kerangka Berpikir



Gambar 10. Kerangka Berikir Kritis

Berdasarkan bagan kerangka berpikir pada Gambar 10 dapat diketahui bahwa permasalahan di lapangan mengenai pembelajaran IPA yaitu siswa pasif dalam mengikuti pembelajaran, sebab pembelajaran IPA dilakukan cenderung secara monoton oleh guru selain itu juga disebabkan karena pembelajaran dilakukan dengan *teacher centered*, padahal seharusnya pembelajaran dilakukan dengan *student centered*. Pendekatan ilmiah belum dilakukan secara optimal dalam pembelajaran kurikulum 2013, padahal dengan pendekatan ilmiah dapat membuat sikap ilmiah siswa muncul dalam pembelajaran. Namun, pada kenyataannya di lapangan, sikap ilmiah siswa belum muncul yang menyebabkan keterampilan berpikir kritis pada siswa SMP juga masih rendah. Sebab, sikap ilmiah dengan keterampilan berpikir kritis siswa erat kaitannya dan dapat mempengaruhi satu sama lain.

Melihat permasalahan yang telah dijelaskan tersebut, maka diperlukan sebuah model pembelajaran yang dapat melibatkan siswa aktif baik secara individu maupun kelompok. Pemilihan model tersebut adalah penggunaan model *Guided Inquiry* dan model *Learning Cycle 5E*. Pemilihan kedua model tersebut diharapkan dapat mengatasi dalam proses pembelajaran IPA di SMP. Penggunaan kedua model pembelajaran diharapkan mampu meningkatkan sikap ilmiah dan keterampilan berpikir kritis siswa SMP sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih bermakna.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan sikap ilmiah dan keterampilan berpikir kritis siswa antara pembelajaran dengan model

Guided Inquiry dengan model *Learning Cycle 5E* pada siswa kelas VII SMP. Perbedaan sikap ilmiah dalam penelitian ini ditinjau dari aspek sikap ingin tahu, sikap peka terhadap data/ fakta, dan sikap berpikiran terbuka dan kerja sama, sedangkan keterampilan berpikir kritis siswa ditinjau dari aspek mendefinisikan istilah, merumuskan hipotesis, menganalisis data, menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan, dan menarik kesimpulan.

E. Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir yang telah disusun, maka dirumuskan hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Terdapat perbedaan sikap ilmiah antara siswa yang menggunakan model *Guided Inquiry* dengan model *Learning Cycle 5E*.
2. Terdapat perbedaan keterampilan berpikir kritis antara siswa yang menggunakan model *Guided Inquiry* dengan model *Learning Cycle 5E*.