

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Hakikat IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dalam arti sempit disebut dengan istilah sains. Sains dalam bahasa Inggris adalah *science* yang berasal dari bahasa latin *scientia* yang berarti ilmu pengetahuan (Suparwoto: 2013: 7). Menurut Patta Bundu (2006: 9), sains berasal dari kata “*natural science*”. *Natural* memiliki arti alamiah dan berhubungan dengan alam, sedangkan *science* artinya ilmu pengetahuan. Artinya, sains dipandang sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang alam atau yang mempelajari peristiwa-peristiwa yang terjadi di alam.

Asih Widi Wisudawati dan Eka Sulistyowati (2015: 22) mengungkapkan bahwa IPA merupakan rumpun ilmu yang memiliki karakteristik khusus yaitu mempelajari fenomena alam yang faktual (*factual*), baik berupa kenyataan (*reality*) atau kejadian (*events*) dan hubungan sebab-akibatnya. Cabang ilmu yang termasuk IPA adalah Biologi, Fisika, Kimia, Astronomi, dan Geologi. Hal tersebut juga dipaparkan oleh Sukarno yang mengatakan IPA dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang sebab dan akibat kejadian-kejadian yang ada di alam ini (Asih Widi Wisudawati dan Eka Sulistyowati, 2015: 23).

Sains merupakan suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-

gejala alam. Pengetahuan tersebut dapat diperoleh dengan metode saintifik yaitu: (1) mengidentifikasi masalah; (2) mengolah data; (3) membuat hipotesis; (4) melakukan percobaan; dan (5) membuat kesimpulan (Martin, Ralph *et.al*, 2005: 10). Menurut Carin & Sund (1993: 2), sains memiliki tiga komponen yaitu: (a) *attitudes* (sikap ilmiah); (b) *proseses or methods* (proses atau metode ilmiah); dan (c) *product* (produk).

Menurut Depdiknas (2012: 4), hakekat sains meliputi empat unsur, yaitu:

- a. Sikap: rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar; IPA bersifat *open ended*.
- b. Proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah; metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan.
- c. Produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum.
- d. Aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari.

Diadaptasi dari Collette & Chiappetta (2010: 105-115), sains memiliki empat dimensi berdasarkan kedalaman cara mempelajarinya, yaitu:

- a. Sains sebagai cara berpikir (*a way of thinking*)

IPA merupakan pembelajaran yang utuh dan menggunakan rasa ingin tahu untuk memahami fenomena alam melalui kegiatan pemecahan masalah yang menerapkan langkah-langkah metode ilmiah.

- b. Sains sebagai cara untuk menyelidiki (*The way of investigating*)

IPA dipandang sebagai cara berpikir dalam pencarian tentang pengertian rahasia alam, sebagai cara penyelidikan terhadap gejala alam, dan sebagai batang tubuh pengetahuan yang dihasilkan.

c. Sains sebagai pengetahuan (*a body of knowledge*)

IPA merupakan pengetahuan yang menyangkut fakta-fakta yang tersusun secara sistematis dan menunjukkan berlakunya hukum-hukum. Selain itu IPA juga merupakan pengetahuan yang didapatkan dengan jalan studi dan praktik yang bersangkutan-paut dengan observasi dan klasifikasi fakta-fakta.

d. Sains dan interaksinya dalam teknologi dan masyarakat

IPA dalam interaksinya dengan teknologi dan masyarakat telah banyak dipelajari dalam berbagai bentuk pembelajaran salah satunya yaitu *Science Technology Society (STS)*.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa sains merupakan ilmu yang mempelajari tentang fenomena-fenomena alam dengan metode saintifik yang digunakan untuk melakukan penyelidikan dan memiliki empat unsur utama yaitu sikap, proses, produk, dan aplikasi serta memiliki empat dimensi yaitu sains sebagai cara berpikir (*a way of thinking*); sains sebagai cara untuk menyelidiki (*a way of investigating*); sains sebagai pengetahuan (*a body of knowledge*) dan interaksi dengan teknologi dan masyarakat (*science and its interactions with technology and society*).

2. Pembelajaran IPA

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep atau

prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Proses pembelajarannya menekankan pada bagaimana proses mendapatkan suatu ilmu melalui penemuan dan dari fenomena yang terjadi di sekitar kehidupan manusia.

Pembelajaran IPA menurut Tim Puskur (2007: 6) menekankan pada pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik mampu memahami alam sekitar melalui proses “mencari tahu” dan “berbuat”, hal ini membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam. Pendidikan IPA di sekolah diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitarnya, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, yang didasarkan pada metode ilmiah. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Trianto (2010: 141-142) bahwa:

Nilai-nilai IPA yang dapat ditanamkan dalam pembelajaran IPA antara lain: (1) kecakapan bekerja dan berpikir secara teratur dan sistematis menurut langkah-langkah metode ilmiah; (2) keterampilan dan kecakapan dalam mengadakan pengamatan, mempergunakan alat-alat eksperimen untuk memecahkan masalah; dan (3) memiliki sikap ilmiah yang diperlukan dalam memecahkan masalah baik kaitannya dalam pelajaran IPA maupun dalam kehidupan.

Mengenai pembelajaran IPA secara terpadu, Trefil & Hazen (2000: 2), juga menyatakan bahwa *“As you can see, all of the Earth’s systems are interrelated. A change in another system, which may cause more systems to change, and so on. All things depend on all other things”*. Pernyataan tersebut memperjelas bahwa pembelajaran IPA yang diajarkan secara terpadu berkaitan dengan kenyataan bahwa gejala-gejala yang terjadi pada

alam selalu berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain. Alam muncul sebagai satu kesatuan di dunia ini.

Menurut Depdiknas (2012: 7), tujuan pembelajaran IPA terpadu, yaitu:

- a. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran
- b. Meningkatkan minat dan motivasi
- c. Beberapa kompetensi dasar dapat dicapai sekaligus

Berdasarkan beberapa pernyataan di atas, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran IPA adalah ilmu yang mempelajari peristiwa-peristiwa yang terjadi di alam dengan melakukan observasi, eksperimentasi, penyimpulan, penyusunan teori agar peserta didik mempunyai pengetahuan, gagasan dan konsep yang terorganisasi tentang alam sekitar, yang diperoleh dari pengalaman melalui serangkaian proses ilmiah antara lain penyelidikan, penyusunan dan penyajian gagasan-gagasan.

3. Pendekatan Inkuiri

Inkuiri dalam bahasa Inggris *inquiry*, berarti pertanyaan, atau pemeriksaan, penyelidikan. Strategi inkuiri berarti suatu rangkaian kegiatan belajar yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, logis, analitis, sehingga mereka dapat merumuskan sendiri penemuannya dengan penuh percaya diri (W. Gulo, 2008: 84-85).

Carin & Sund (1993: 6) mengemukakan bahwa “*Scientific inquiry is a search for truth and knowledge*”. Collette & Chiapetta (2010: 124), “*Inquiry is the process of finding out by searching for knowledge and*

understanding”. Artinya, inkuiri merupakan suatu proses penemuan melalui pencarian pengetahuan dan pemahaman. Menurut Llewellyn (2011: 16), dengan pendekatan inkuiri guru bertindak sebagai fasilitator dalam pembelajaran dapat mengorganisasikan peserta didik untuk mengkomunikasikan hasil temuan mereka.

Elliott Seif (2011: 11) mendefinisikan:

In inquiry-based instruction, there is a frequent interaction of the students with the content they are learning. Students carefully read texts in order to answer questions and solve problems. They process information through classification, categorization, grouping, organizing, connecting and labeling. They think deeply and flexibly by developing hypotheses, using their imaginations, and other types of activities.

Artinya, dalam inkuiri berbasis instruksi, ada interaksi antara peserta didik dengan materi yang dipelajari. Peserta didik dengan hati-hati membaca teks-teks untuk menjawab pertanyaan dan memecahkan masalah. Mereka memproses informasi melalui klasifikasi, kategorisasi, pengelompokan, pengorganisasian, menghubungkan dan pelabelan. Pemikiran mereka mendalam dan fleksibel dengan mengembangkan hipotesis, menggunakan imajinasi, dan jenis lain dari kegiatan.

National Academy of Sciences (2000: 23) mendefinisikan:

Scientific inquiry refers to the diverse ways in which scientists study the natural world and propose explanation based on the evidence derived from their work. Inquiry also refers to the activities of students in which they develop knowledge and understanding of scientific ideas, as well as an understanding of how scientists study the natural world.

Artinya bahwa inkuiri mengacu pada cara-cara yang beragam di mana ilmuwan mempelajari alam dan mengusulkan penjelasan berdasarkan bukti

yang berasal dari kerja mereka. Inkuiri juga mengacu pada kegiatan peserta didik yang mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang ide ilmiah, serta pemahaman tentang bagaimana ilmuwan mempelajari alam.

Trowbridge & Bybee (1986: 183) menyatakan bahwa “*Inquiry is the process of defining and investigating problems, formulating hypotheses, designing experiments, gathering data, and drawing conclusions about problems*”. Pendapat tersebut memiliki arti bahwa inkuiri adalah proses mendefinisikan dan menyelidiki masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mengumpulkan data, dan menarik kesimpulan tentang masalah. Hal yang senada juga disampaikan oleh Collette & Chiappetta (2010: 130) yang menjelaskan bahwa pendekatan inkuiri digunakan dalam pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam hal yaitu mengajukan pertanyaan (*questioning*), kejadian aneh (*discrepant event*), keterampilan proses sains (*science process skills*), kegiatan induktif (*inductive activities*), kegiatan deduktif (*deductive activities*), pengumpulan informasi (*information gathering*), dan pemecahan masalah (*problem solving*).

Dari beberapa pendapat diatas, disimpulkan bahwa pendekatan inkuiri merupakan pendekatan mengajar yang berusaha meletakkan dasar dan mengembangkan cara berfikir ilmiah. Pendekatan ini menempatkan peserta didik lebih banyak belajar sendiri, mengembangkan kreativitas dalam pemecahan masalah. Peserta didik betul-betul ditempatkan sebagai subjek yang belajar. Peranan guru dalam pendekatan inkuiri adalah

pembimbing dan fasilitator belajar. Tugas utama guru adalah memilih masalah yang perlu dilontarkan kepada kelas untuk dipecahkan oleh peserta didik sendiri. Tugas berikutnya dari guru adalah menyediakan sumber belajar bagi peserta didik dalam rangka pemecahan masalah. Sudah barang tentu bimbingan dan pengawasan dari guru masih tetap diperlukan, namun campur tangan atau intervensi terhadap kegiatan peserta didik dalam pemecahan masalah harus dikurangi.

Diadaptasi dari Kuslan & Stone (1969: 138-139) menjelaskan ciri-ciri pendekatan inkuiri dalam pembelajaran yaitu: (1) Menggabungkan keterampilan proses; (2) Jawaban yang dicari peserta didik tidak diketahui terlebih dahulu; (3) Peserta didik berhasrat untuk menemukan pemecahan masalah; (4) Hipotesis dirumuskan oleh peserta didik untuk membimbing percobaan atau eksperimen atau penyelidikan; (5) Peserta didik mengusulkan cara-cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan menggunakan sumber lain' (6) Peserta didik melakukan penelitian secara individu/kelompok untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam menguji hipotesis tersebut; dan (7) Peserta didik mengolah data sehingga mereka sampai pada kesimpulan. Ciri lain dari pendekatan inkuiri diungkapkan oleh National Academy of Sciences (2000: 20) yang menyatakan karakteristik pendekatan inkuiri yaitu peserta didik aktif terlibat dalam aktivitas *hands-on and minds-on*.

Pendekatan inkuiri memiliki tahapan-tahapan, W. Gulo (2008: 94-95) menjelaskan bahwa ada lima tahapan dalam inkuiri antara lain:

merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan bukti, menguji hipotesis, menarik kesimpulan sementara. Kemampuan peserta didik yang harus dikembangkan dalam proses inkuiri disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemampuan Peserta Didik yang Dikembangkan dalam Proses Inkuiri

No	Tahapan Inkuiri	Kemampuan yang dikembangkan
1	Merumuskan masalah	1. Kesadaran terhadap masalah 2. Melihat pentingnya masalah 3. Merumuskan masalah
2	Merumuskan jawaban sementara (hipotesis)	1. Menguji dan menggolongkan jenis data yang dapat diperoleh 2. Melihat dan meumuskan hubungan yang ada secara logis 3. Merumuskan hiotesis
3	Menguji jawaban tentatif	1. Merakit peristiwa a. Mengidentifikasi peristiwa yang dibutuhkan b. Mengumpulkan data c. Mengevaluasi data 2. Menyusun data a. Mentranslasikan data b. Mengintepretasikan data c. Mengklasifikasikan 3. Analisis data a. Melihat hubungan b. Mencatat persamaan dan perbedaan c. Mengidentifikasi tren, sekuensi, dan keteraturan
4	Menarik kesimpulan	1. Mencari pola dan makna hubungan 2. Merumuskan kesimpulan

(W. Gulo, 2008: 95)

Menurut Sund & Trowbridge (1973: 63), tahapan pendekatan inkuiri yaitu: (1) mengajukan pertanyaan tentang fenomena alam; (2) merumuskan masalah; (3) merumuskan hipotesis; (4) merancang penyelidikan; (5) melakukan eksperimen; (6) mensintesis pengetahuan; dan (7) memiliki

sikap ilmiah. Menurut Nana Sudjana (2011: 155), ada 5 tahap yang ditempuh dalam melaksanakan pendekatan inkuiri yaitu:

- Merumuskan masalah untuk dipecahkan peserta didik
- Menetapkan jawaban sementara atau lebih dikenal dengan hipotesis
- Peserta didik mencari informasi, data, fakta yang diperlukan untuk menjawab hipotesis
- Menarik jawaban atau generalisasi
- Mengaplikasikan kesimpulan dalam situasi baru.

Sedangkan menurut Asri Widowati (2011: 58), tahapan inkuiri yang dapat diterapkan meliputi:

- Mengenal dan merumuskan problem terkait dengan percobaan
- Mengajukan hipotesis dan memilih satu atau lebih hipotesis untuk testing dan verifikasi
- Mengumpulkan serta menyusun informasi-informasi yang relevan
- Merancang percobaan
- Melakukan percobaan
- Menyatakan atau menarik kesimpulan-kesimpulan (yang berdasarkan eksperimen)
- Mengembangkan masalah baru

Berdasarkan uraian teori menurut beberapa ahli, penulis mensintesis tahapan-tahapan pendekatan inkuiri. Tahapan-tahapan pendekatan inkuiri hasil sintesis peneliti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan Pendekatan Inkuiri Hasil Sintesis Peneliti

W. Gulo (2008: 95)	Sund & Trowbridge (1973: 63)	Nana Sudjana (2011: 155)	Asri Widowati (2011: 58)	Llewellyn (2011: 16)	Sintesis Peneliti
	Mengajukan pertanyaan tentang fenomena alam		Mengenal dan merumuskan problem terkait dengan percobaan		Orientasi masalah
Merumuskan masalah	Merumuskan masalah	Merumuskan masalah untuk dipecahkan peserta didik			Merumuskan masalah
Merumuskan jawaban sementara (hipotesis)	Merumuskan hipotesis	Menetapkan jawaban sementara atau lebih dikenal dengan hipotesis	Mengajukan hipotesis dan memilih satu atau lebih hipotesis untuk testing dan verifikasi		Menyusun hipotesis

W. Gulo (2008: 95)	Sund & Trowbridge (1973: 63)	Nana Sudjana (2011: 155)	Asri Widowati (2011: 58)	Llewellyn (2011: 16)	Sintesis Peneliti
Menguji jawaban tentatif	Melakukan eksperimen	Peserta didik mencari informasi, data, fakta yang diperlukan untuk menjawab hipotesis	Melakukan percobaan		Melakukan percobaan/ eksperimen/ Eksplorasi
Menarik kesimpulan		Menarik jawaban atau generalisasi	Menyatakan atau menarik kesimpulan- kesimpulan (yang berdasarkan eksperimen)		Mengkomu- nikasikan
				Mengorgani- sasikan peserta didik untuk mengkomu- nikasikan hasil temuan mereka.	Menyimpul- kan
		Mengaplika- sikan kesimpulan dalam situasi baru	Mengem- bangkan masalah baru		Mengemban- gkan masalah baru

Diadaptasi dari Sund & Trowbridge (1973: 71-73), pendekatan inkuiri ada tiga macam yaitu:

a. Inkuiri Terbimbing (*Guided Inquiry*)

Pada inkuiri terbimbing pelaksanaan penyelidikan dilakukan peserta didik berdasarkan petunjuk-petunjuk guru, petunjuk yang diberikan pada umumnya berbentuk pertanyaan-pertanyaan yang membimbing.

b. Inkuiri Bebas Termodifikasi/Inkuiri Semi Terbimbing (*Modified Free Inquiry*)

Modified Free Inquiry merupakan pendekatan yang diadopsi dari *free inquiry* yang telah dimodifikasi. *Modified free inquiry* dibedakan dari *free inquiry* dalam satu aspek penting bahwa dalam *modified free inquiry*, guru memberikan suatu permasalahan dan peserta didik

diberikan kesempatan untuk dapat mengatasi permasalahan, baik secara individu maupun kelompok.

c. Inkuiri Bebas (*Free Inquiry*)

Peserta didik melakukan penelitian sendiri bagaikan seorang ilmuwan. Peserta didik merancang sendiri metode dan teknik untuk memecahkan masalah serta melakukan investigasi untuk mendapatkan kesimpulan. Pendekatan inkuiri bebas diterapkan pada tingkat universitas.

Perbedaan antara pendekatan *guided inquiry*, *modified free inquiry*, dan *free inquiry* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan antara Pendekatan *Guided Inquiry*, *Modified Free Inquiry*, dan *Free Inquiry*

No	Aspek	<i>Guided inquiry</i>	<i>Modified free inquiry</i>	<i>Free inquiry</i>
1	Orientasi masalah	Dari guru	Dari guru/ peserta didik	Dari guru
2	Merumuskan masalah	Dilakukan guru	Dilakukan guru/peserta didik	Dilakukan peserta didik
3	Menyusun hipotesis	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik
4	Melakukan simulasi eksperimen/ eksplorasi	Guru yang merancang dan peserta didik yang melakukan	Peserta didik yang merancang dan melakukan, dapat dibantu guru	Peserta didik yang merancang dan melakukan
5	Mengkomunikasikan	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik
6	Menyimpulkan	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik	Dilakukan peserta didik
7	Mengembangkan masalah baru	Berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing	Berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing	Berupa pertanyaan-pertanyaan yang membimbing

Dimodifikasi dari: Bonnstetter (1998)

Peneliti memilih untuk menggunakan pendekatan inkuiri terbimbing karena mempertimbangkan perkembangan kognitif peserta didik SMP. Sund & Trowbridge (1973: 54), menjelaskan bahwa menurut teori perkembangan kognitif Piaget, peserta didik tingkat SMP berada pada masa transisi dari tahap operasional konkrit (usia 7-11 tahun) menuju tahap operasional formal (usia 11-15 tahun). Pada tahap ini peserta didik mulai mampu membuat korelasi secara proporsional. Guru seharusnya sadar dan toleran terhadap kondisi ini dengan menyediakan bimbingan yang membantu peserta didik dalam memahami masalah. Berdasarkan hal tersebut, peneliti berasumsi bahwa untuk melakukan kegiatan inkuiri peserta didik tingkat SMP masih memerlukan bimbingan guru.

Diadaptasi dari Trowbridge & Bybee (1986: 184) menjelaskan keunggulan inkuiri, sebagai berikut:

- a. Pengajaran menjadi terpusat pada peserta didik, salah satu prinsip psikologi belajar menyatakan bahwa semakin besar keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran, maka semakin besar pula kemampuan belajar peserta didik tersebut.
- b. Dapat membentuk dan mengembangkan *self-concept* pada diri peserta didik, sehingga peserta didik dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide lebih baik
- c. Model pembelajaran inkuiri meningkatkan potensi intelektual peserta didik. Hal ini dikarenakan peserta didik diberi kesempatan untuk

mencari dan menemukan sendiri jawaban dari permasalahan yang diberikan dengan pengamatan dan pengalaman sendiri.

- d. Mengembangkan bakat. Manusia memiliki berbagai macam bakat, salah satunya adalah bakat akademik, semakin banyak kebebasan dalam proses pembelajaran maka semakin besar kemungkinan peserta didik untuk mengembangkan bakat-bakat lainnya, seperti kreatif, social, dan sebagainya.
- e. Menghindarkan peserta didik belajar dengan hafalan. Pembelajaran inkuiri menekankan kepada peserta didik untuk menemukan makna lingkungan sekelilingnya
- f. Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mencerna dan mengatur informasi yang didapatkan

Pendekatan inkuiri juga memiliki beberapa kelemahan. Mulyani Sumantri dan Johar Permana (1999: 166) mengemukakan kelemahan pendekatan inkuiri sebagai berikut:

- a. Tidak sesuai untuk kelas yang besar jumlah peserta didiknya.
- b. Memerlukan fasilitas yang memadai.
- c. Menuntut guru untuk mengubah cara mengajarnya yang selama ini bersifat tradisional, sedangkan pendekatan inkuiri ini dirasakan guru belum melaksanakan tugasnya mengajar karena guru hanya sebagai fasilitator, motivator, dan pembimbing.
- d. Sangat sulit mengubah cara belajar peserta didik dari kebiasaan menerima informasi dari guru menjadi aktif mencari dan menemukan sendiri.
- e. Kebebasan yang diberikan kepada peserta didik tidak selamanya dapat dimanfaatkan secara optimal, kadang peserta didik malah kebingungan untuk memanfaatkannya.

4. Media Pembelajaran

a. Pengertian

Secara harfiah media berarti perantara atau pengantar. Kata media berasal dari bahasa latin yang merupakan bentuk jamak dari medium yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar. *Medóë* adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima pesan (Arief Sadiman dkk, 2011: 6). Media pembelajaran adalah alat ang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna (Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto, 2013: 8).

Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2013: 1) mengungkapkan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu mengajar ada dalam komponen metodologi, sebagai salah satu lingkungan belajar yang diatur oleh guru. Media yang membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan intruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran disebut sebagai media pembelajaran (Azhar Arsyad, 2011: 4).

Dina Indriana (2011: 13) mengatakan bahwa media adalah alat saluran komunikasi. Kata media berasal dari bahasa Latin, yang merupakan bentuk jamak dari kata *medium*. Secara harafiah, media berarti perantara, yaitu peranara antara sumber pesan dengan penerima pesan.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa pengertian media pembelajaran yang akan dikembangkan oleh peneliti adalah suatu alat yang dapat digunakan oleh pendidik untuk menyalurkan/menyampaikan pesan pembelajaran kepada peserta didik sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat serta perhatian peserta didik. Dengan demikian, kegiatan pembelajaran menjadi menyenangkan, tidak monoton, dan efisien.

b. Manfaat Penggunaan Media

Daryanto (2013: 5) menyatakan secara umum kegunaan media antara lain dapat memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalis; mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indera; menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dengan sumber belajar; dan memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya; memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama. Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2013: 2) menjelaskan bahwa proses dan hasil belajar para peserta didik menunjukkan perbedaan yang berarti antara pengajaran tanpa media dengan pengajaran yang menggunakan media.

Azhar Arsyad (2011: 26), menjelaskan bahwa manfaat media pembelajaran yaitu:

- 1) Media pengajaran dapat memperjelas penyajian pesan dan informasi sehingga dapat memperlancar dan meningkatkan proses dan hasil belajar.

- 2) Media pengajaran dapat meningkatkan dan mengarahkan perhatian anak sehingga dapat menimbulkan motivasi belajar, interaksi yang lebih langsung antara peserta didik dengan lingkungannya, dan memungkinkan peserta didik untuk belajar sendiri-sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya.
- 3) Media pengajaran dapat mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu.
- 4) Media pengajaran dapat memberikan kesamaan pengalaman kepada peserta didik tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi langsung dengan guru, masyarakat, dan lingkungan.

Menurut Latuheru (1988: 23) manfaat media pembelajaran yaitu:

- 1) Media pembelajaran menarik dan memperbesar perhatian peserta didik terhadap materi pengajaran yang disajikan.
- 2) Media pembelajaran mengurangi, bahkan dapat menghilangkan adanya verbalisme.
- 3) Media pembelajaran mengatasi perbedaan pengalaman belajar berdasarkan latar belakang sosial ekonomi dari peserta didik.
- 4) Media pembelajaran membantu memberikan pengalaman belajar yang sulit diperoleh dengan cara yang lain.
- 5) Media pembelajaran dapat mengatasi masalah batas-batas ruang dan waktu.
- 6) Media pembelajaran dapat membantu perkembangan pikiran peserta didik secara teratur tentang hal yang mereka alami.
- 7) Media pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam mengatasi hal yang sulit nampak dengan mata.
- 8) Media pembelajaran dapat menumbuhkan kemampuan berusaha sendiri berdasarkan pengalaman dan kenyataan.
- 9) Media pembelajaran dapat mengatasi hal/peristiwa/kejadian yang sulit diikuti oleh indera mata.
- 10) Media pembelajaran memungkinkan terjadinya kontak langsung antara peserta didik, guru, dengan masyarakat, maupun dengan lingkungan alam di sekitar mereka.

Berdasarkan pendapat beberapa ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran yang akan dikembangkan oleh peneliti diharapkan mempunyai banyak manfaat praktis dari penggunaan media pembelajaran tersebut di dalam proses pembelajaran, yaitu: (1)

Memvisualisasikan materi pembelajaran yang sulit dimengerti (abstrak); (2) Memperjelas penyajian pesan dan informasi; (3) Meningkatkan motivasi dan mengarahkan perhatian peserta didik; (4) Mengatasi keterbatasan indera, ruang, dan waktu; (5) Memberikan kesamaan pengalaman kepada peserta didik tentang peristiwa-peristiwa di lingkungan mereka, serta memungkinkan terjadinya interaksi dengan pendidik, masyarakat, dan lingkungan.

c. Jenis Media Pembelajaran

Dalam perjalanannya, perkembangan media pembelajaran mengikuti arus perkembangan teknologi. Menurut Cecep Kustandi dan Bambang Sutjipto (2013: 34), perkembangan media pembelajaran dapat dikelompokkan ke dalam empat kelompok, yaitu media hasil (1) teknologi cetak; (2) teknologi audio visual; (3) teknologi yang berdasarkan komputer; dan (4) gabungan teknologi cetak dan komputer. Leshin, Pollock & Reigeluth (1992) dalam Azhar Arsyad (2011: 36) mengklasifikasikan media ke dalam lima kelompok, yaitu (1) media berbasis manusia (guru, instruktur, tutor, main-peran, kegiatan kelompok, *field-trip*); (2) media berbasis cetak (buku, penuntun, buku latihan/ *workbook*, alat bantu kerja, dan lembaran lepas); (3) media berbasis visual (buku, alat bantu kerja, bagan, grafik, peta, gambar, transparansi, *slide*); (4) media berbasis audio-visual (video, film, program *slide-tape*, televisi); dan (5) media berbasis komputer (pengajaran dengan bantuan komputer, interaktif video, *hypertext*).

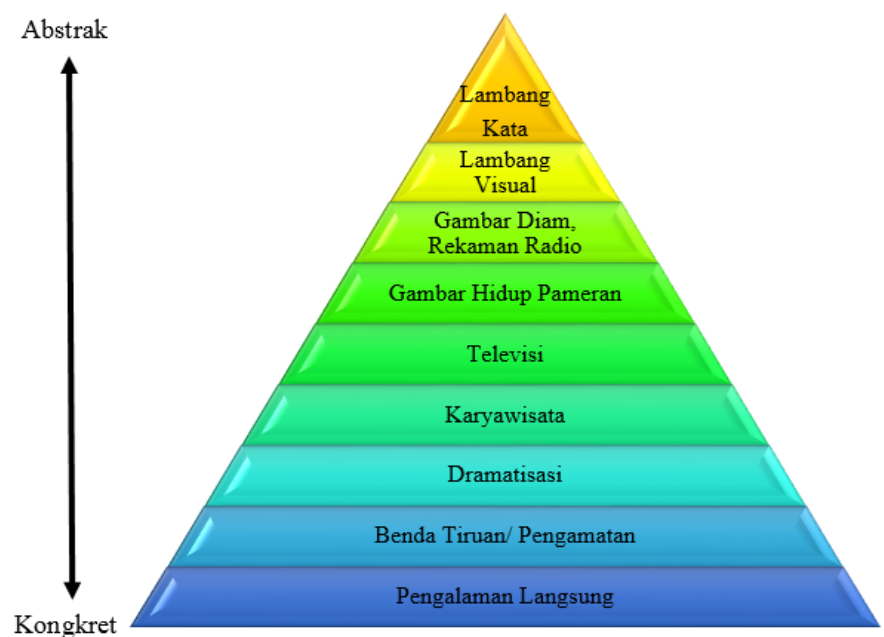
Kemp & Dayton mengelompokkan media kedalam delapan jenis, yaitu media cetakan, media pajang, *overhead transparencies*, rekaman *audiotape*, seri *slide* dan *filmstrips*, penyajian *multi-image*, rekaman video dan film hidup, dan komputer (Azhar Arsyad, 2011: 37). Menurut Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2013: 3-4), ada beberapa media pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran. Pertama, media grafis seperti gambar, foto, grafik, bagan atau diagram, poster, kartun, komik, dan lain-lain. Media grafis sering juga disebut media dua dimensi, yaitu media yang mempunyai ukuran panjang dan lebar. Kedua, media tiga dimensi yaitu dalam bentuk model seperti model padat (*solid model*), model penampang, model susun, model kerja, *mock up*, *diorama*, dan lain-lain. Ketiga, media proyeksi seperti *slide*, *film strips*, *film*, penggunaan OHP dan lain-lain. Keempat penggunaan lingkungan sebagai media pembelajaran.

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, pengklasifikasian media pembelajaran dapat didasarkan pada karakteristik dan sifat-sifatnya, baik dilihat dari bentuk, teknik pemakaian, ataupun kemampuannya. Jenis media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti jika dilihat dari sifat atau jenisnya termasuk media pembelajaran kelompok media audio visual (dapat didengar dan dilihat disebut media). Menurut teknik pemakainnya tergolong media pembelajaran elektronik atau media yang hanya dapat digunakan dengan menggunakan bantuan alat-alat elektronik. Sedangkan menurut kemampuannya termasuk ke dalam

jenis media yang dimanfaatkan secara individu, seperti model pembelajaran berprogram dan pembelajaran melalui komputer.

d. Memilih Media Pembelajaran IPA

Nana Sudjana dan Ahmad Rivai (2013: 3) menjelaskan bahwa penggunaan media pembelajaran erat kaitannya dengan tahapan berpikir, sebab melalui media pembelajaran hal-hal yang abstrak dapat dikongkretkan, dan hal-hal yang kompleks dapat disederhanakan. Menurut Azhar Arsyad (2011: 10), salah satu gambaran yang paling banyak dijadikan acuan sebagai landasan teori penggunaan media dalam proses belajar adalah *Dale's Cone of Experience* (Kerucut Pengalaman Dale).



Gambar 1. Kerucut Pengalaman Edgar Dale
(Sumber: Azhar Arsyad, 2011: 11)

Kerucut ini menggambarkan bahwa hasil belajar seseorang diperoleh mulai dari pengalaman langsung (kongkret) kenyataan yang

ada di lingkungan kehidupan seseorang kemudian melalui benda tiruan, sampai pada lambang verbal (abstrak). Semakin ke atas di puncak kerucut semakin abstrak media penyampai pesan itu. Jerome Bruner dalam Daryanto (2013: 13), mengemukakan bahwa dalam proses pembelajaran hendaknya menggunakan urutan dari belajar dengan gambar atau film (*iconic representation of experiment*) kemudian ke belajar dengan simbol, yaitu menggunakan kata-kata (*symbolic representation*).

Dalam memilih media pembelajaran, setiap orang memiliki pertimbangan masing-masing. Namun pada dasarnya, hal yang menjadi dasar pertimbangan untuk memilih media sangatlah sederhana yaitu dapat memenuhi atau mencapai tujuan pembelajaran atau tidak. Setiap media pembelajaran memiliki karakteristiknya masing-masing. Kemp (1975) dalam Arief Sadiman dkk (2011: 28) mengatakan “*The question of what media attributes are necessary for a given learning situation becomes the basis for media selection.*” Jadi, pemilihan media didasarkan pada klasifikasi media dan karakteristik media dalam situasi pembelajaran.

Memilih media yang berguna untuk pembelajaran harus memperhatikan kriteria-kriteria sebagai berikut yaitu ketepatannya dengan tujuan pembelajaran, dukungan terhadap isi bahan pembelajaran, kemudahan memperoleh media, keterampilan guru dalam menggunakan, tersedia waktu untuk menggunakannya, dan sesuai

dengan taraf berpikir (Nana Sudjana dan Ahmad Rivai, 2013: 4-5). Asri Widowati (2008: 4-6) mengemukakan bahwa secara umum, kriteria yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan media pembelajaran yaitu tujuan, sasaran didik, karakteristik media yang bersangkutan, waktu, biaya, ketersediaan, konteks penggunaan, dan mutu teknis.

Raharjo (1986) dalam Nunu Mahnun (2012: 29) mengatakan pemilihan media hendaknya memperhatikan beberapa prinsip, yaitu; (1) Kejelasan maksud dan tujuan pemilihan media; apakah untuk keperluan hiburan, informasi umum, pembelajaran dan sebagainya, (2) Familiaritas media, yang melibatkan pengetahuan akan sifat dan ciri-ciri media yang akan dipilih, dan (3) Sejumlah media dapat diperbandingkan karena adanya beberapa pilihan yang kiranya lebih sesuai dengan tujuan. Dari segi teori belajar, berbagai kondisi dan prinsip-prinsip psikologis yang perlu mendapat pertimbangan dalam pemilihan dan penggunaan media adalah motivasi; perbedaan individual; tujuan pembelajaran; organisasi isi; persiapan sebelum belajar; emosi; partisipasi; umpan balik; penguatan (*reinforcement*); latihan dan pengulangan; dan penerapan (Azhar Arsyad, 2011: 72-75). Selanjutnya, Brown, Lewis, dan Harchlereod (1983) dalam Sungkono (2008: 73) menyatakan bahwa dalam memilih media perlu mempertimbangkan kriteria sebagai berikut: (1) *content*; (2) *purposes*; (3) *appropriatness*; (4) *cost*; (5) *technical quality*; (6) *circumstances of uses*; (7) *learner verification*, dan (8) *validation*.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, secara ringkas untuk merencanakan media pembelajaran sains perlu mempertimbangkan:

- 1) Tujuan pembelajaran atau standard kompetensi dan kompetensi dasar
- 2) Kesesuaian media dengan materi pembelajaran
- 3) Karakteristik peserta didik
- 4) Tersedianya sarana dan prasarana.

e. Kualitas Media Pembelajaran

Dalam mengukur kualitas konten yang dimuat oleh multimedia pembelajaran, terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Sesuai dengan pernyataan Wahono (2006) dari hasil diskusi dan penyusunan tentang aspek dan kriteria penilaian media pembelajaran yakni dari aspek materi dengan mengadaptasi aspek pembelajaran dan aspek substansi materi, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Aspek Pembelajaran
 - a) Kejelasan tujuan pembelajaran (rumusan, realistis)
 - b) Relevansi tujuan pembelajaran dengan SK/KD/Kurikulum
 - c) Cakupan dan kedalaman tujuan pembelajaran
 - d) Ketepatan penggunaan pendekatan pembelajaran
 - e) Kontekstualitas
 - f) Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran
 - g) Kemudahan untuk dipahami
 - h) Sistematis, runtut, alur logika jelas
 - i) Kejelasan uraian, pembahasan, contoh
- 2) Aspek Subtansi Materi
 - a) Kebenaran materi secara teori dan konsep
 - b) Ketetapan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan
 - c) Kedalaman materi
 - d) Aktualitas
- 3) Aspek Rekayasa Perangkat Lunak
 - a) Efektif dan efisien dalam pengembangannya maupun penggunaan media pembelajaran
 - b) *Reliable* (handal)
 - c) *Maintabel* (dapat dipelihara/dikelola dengan mudah)

- d) *Usabilitas* (mudah digunakan dan sederhana dalam pengoperasiannya)
 - e) Ketepatan pemilihan jenis aplikasi/ *software/ tool* untuk pengembangan
 - f) *Kompatibilitas* (media pembelajaran dapat diinstalasi/ dijalankan di berbagai *hardware* dan *software* yang ada)
 - g) Pemaketan program media pembelajaran terpadu dan mudah dalam eksekusi
 - h) Dokumentasi program media pembelajaran yang lengkap meliputi: petunjuk instalansi (jelas, singkat, lengkap), *trouble shooting* (jelas, terstruktur, dan antipatif), desain program (jelas, menggambarkan alur kerja program)
 - i) *Reusable* (sebagian atau seluruh program media pembelajaran dapat dimanfaatkan kembali untuk mengembangkan media pembelajaran lain)
- 4) Aspek Komunikasi Visual
- a) Komunikatif, sesuai dengan pesan dan dapat diterima/ sejalan dengan keinginan sasaran
 - b) Kreatif dalam ide berikut penuangan gagasan
 - c) Sederhana dan memikat
 - d) Audio (narasi, *sound effect*, *background*, musik)
 - e) Visua (*layout design*, *typography*, warna)
 - f) Media bergerak (animasi, *movie*)
 - g) *Layout interactive* (ikon navigasi)

Versi pertama LORI yang dikembangkan Nesbit, Belfer, dan Vargo tahun 2002 lalu adalah aturan yang sering digunakan untuk mengukur segala macam media yang digunakan dalam pembelajaran misalnya *e-Learning* dan media pembelajaran termasuk halnya multimedia pembelajaran. Aspek-aspek yang diperhatikan dalam LORI (Nesbit, Belfer, dan Leacock, 2002: 2) diantaranya: *content quality*, *learning goal alignment*, *feedback and adaption*, *motivation*, *presentation design*, *interaction usability*, *accessibility*, dan *standart compliance*.

Diadaptasi dari LORI (Nesbit, Belfer, dan Leacock, 2002: 2) dan Wahono (2006), setiap aspek tersebut memiliki komponen-komponen penilaian mandiri, berikut penjelasannya:

- 1) *Content quality* dari segi isi multimedia pembelajaran yang dikembangkan di LORI memiliki persamaan aspek dan penilaian dengan yang dikembangkan Wahono dari aspek substansi materi, berikut komponen-komponen yang dikembangkan LORI untuk aspek ini:
 - a) Komponen kebenaran (*varacity*) yang dimaksud dengan komponen kebenaran yakni apakah materi yang disampaikan sesuai dengan teori dan konsep
 - b) Akurasi (*accuaracy*) yakni ketepatan penggunaan istilah sesuai bidang keilmuan
 - c) Keseimbangan penyajian ide (*balance presentation of ideas*) yaitu kedalaman materi
 - d) Tingkat yang sesuai detail (*appropriate level of detanil*) yakni aktualitas
- 2) Keselarasan tujuan pembelajaran (*learning goal alignment*) diantaranya keselarasan antara tujuan pembelajaran (*aligment among learning goals*), kegiatan (*activities*), kegiatan penilaian (*assessments*), dan karakteristik peserta didik (*learner characteristics*) semua komponen ini termasuk kedalaman aspek pembelajaran.

- 3) Motivasi (*motivation*) diantaranya kemampuan untuk memotivasi dan menarik populasi yang diidentifikasi peserta didik (*ability to motivate and interest an identified population of learners*) hal tersebut termasuk ke dalam aspek komunikasi visual.
- 4) Presentasi desain (*presentation design*) diantaranya desain informasi visual dan pendengaran untuk meningkatkan belajar dan proses mental yang secara efisien (*design of visual and auditory information for enhanced learning and efficient mental processing*) hal ini sama seperti aspek motivasi (*motivation*) termasuk ke dalam komponen penilaian dari aspek komunikasi visual.
- 5) *Interaction Usability* diantaranya kemudahan navigasi (*ease of navigation*), prediktibilitas dari antarmuka (*predicatable of the user interface*) dan kualitas fitur antarmuka bantuan (*quality of the interface help features*).
- 6) Aksesibilitas (*accessibility*) terdiri dari komponen penilaian desain kontrol dan format presentasi untuk mengakomodasi peserta didik penyandang cacat dan mobile (*design of controls and presentation formats to accomandate disable and mobile learners*).
- 7) Usabilitas (*reusability*) terdiri dari kemampuan untuk digunakan dalam berbagai konteks belajar juga dengan pelajar dari latar belakang yang berbeda.
- 8) Standar kepatuhan (*standar compliance*) merupakan kepatuhan terhadap standar internasional dan spesifikasinya.

Berdasarkan beberapa paparan diatas, dapat disimpulkan bahwa kualitas media pembelajaran yang akan dikembangkan oleh peneliti dapat dilihat dari segi kualitas pembelajaran (komponen pembelajaran, ketercakupan pembelajaran inkuiri terbimbing, dan ketercakupan *analytical thinking*), kualitas substansi materi, kualitas rekayasa perangkat lunak, kualitas komunikasi visual (ketercakupan komponen *virtual laboratory* dan komponen komunikasi visual).

f. Pengembangan Media Pembelajaran

Pengembangan media pembelajaran sangatlah penting dilakukan, baik secara individual, bersama-sama dan atau melibatkan pihak eksternal karena ketersediaan media di sekolah-sekolah, perguruan tinggi, dan di lembaga-lembaga pendidikan masih sangat terbatas. Untuk menghasilkan media pembelajaran yang baik dalam arti efektif meningkatkan mutu pembelajaran, dalam proses pengembangannya diperlukan suatu perancangan yang baik. Media pembelajaran yang baik tidak bisa dibuat secara spontanitas dan asal jadi. Dalam menyusun rancangan, berbagai hal harus diperhitungkan, baik menyangkut aspek materi, media, pedagogig, dan sasaran serta tujuan.

Pengembangan media pembelajaran yang dilakukan oleh peneliti, sebelumnya dilakukan melalui perancangan media pembelajaran yang melalui 6 tahap menurut Arief Sadiman dkk (2011: 100), yakni: (1) menganalisisi kebutuhan dan karakteristik peserta didik; (2) merumusan tujuan pembelajaran; (3) merumuskan butir-butir

materi; (4) menyusun instrument lapangan; (5) menulis naskah media; (6) melakukan tes dan revisi. Disamping enam langkah tersebut, tahap validasi akhir sebaiknya dilakukan terhadap naskah media/ *prototype* yang sudah disusun, yaitu sebelum dilakukan uji coba lapangan.

5. *Virtual Laboratory*

Salah satu bentuk pembelajaran sains adalah pembelajaran dengan kegiatan laboratorium. Penggunaan laboratorium dalam sains merupakan bagian yang tak dapat terpisahkan, maka dalam pembelajaran sains pun penggunaan laboratorium juga demikian.

Adapun arti penting pembelajaran sains di laboratorium menurut Asri Widowati (2010: 4-5) yaitu sebagai berikut.

- a. Kegiatan laboratorium mengikuti prinsip “*learning by doing*” yang merupakan salah satu dari prinsip dasar pembelajaran.
- b. Pengetahuan yang diperoleh melalui kegiatan bersifat percobaan menciptakan suatu kesan permanen dalam pikiran para peserta didik.
- c. Kegiatan praktik memberi peserta didik kesempatan untuk mengembangkan keterampilan seperti menangani penjepit, tang, spatula, dan lain lain; mencatat data; menggambar; membuat diagram; dan menginterpretasikan hasil.
- d. Peserta didik melalui interaksi belajar dengan kerjasama dan *resourceful*, percaya diri dan kualitas disiplin yang mengantarkan mereka dalam menjalankan kehidupan sehari-hari.
- e. Peserta didik mendapatkan pelatihan dalam melakukan metode ilmiah. Beberapa permasalahan dapat dipecahkan dengan kegiatan laboratorium dan kegiatan proyek, yang mana peserta didik belajar untuk mengkaitkan dan memecahkan masalah.
- f. Para peserta didik yang secara bertahap mengembangkan sikap ilmiah dan cara pandang ilmiah,
- g. suatu tujuan utama dalam pembelajaran sains.

Laboratorium biasanya didefinisikan sebagai: (1) tempat yang dilengkapi untuk eksperimental studi dalam ilmu pengetahuan atau untuk pengujian dan analisa; tempat memberikan kesempatan untuk

bereksperimen, pengamatan, atau praktek dalam bidang studi, atau (2) periode akademis disisihkan untuk laboratorium bekerja. Sebuah laboratorium virtual didefinisikan sebagai lingkungan yang interaktif untuk menciptakan dan melakukan eksperimen simulasi: taman bermain untuk bereksperimen. Ini terdiri dari domain dependent program simulasi, unit eksperimental disebut objek yang mencakup file data, alat yang beroperasi pada benda-benda, dan buku referensi (Mihaela M., 2003 dalam Hendra Jaya, 2012: 84).

Terminologi *Virtual Laboratory* atau yang dikenal sebagai *dry Laboratory* adalah merupakan bentukan dari kata virtual yang berarti tidak nyata, yang sewaktu-waktu dapat disimulasikan dengan piranti lunak komputer. Kata virtual biasanya dikaitkan dengan kata virtual reality, yang berarti “*a realistic simulation of an environment, including three dimensional graphics, by a computer system using interactive software and hardware*”, (Random House ster"s, 2000: 23 dalam Aprianto, 2008: 3). Kata “*virtual reality*” dapat diartikan sebagai simulasi yang realistis dari lingkungan, termasuk di dalamnya grafik tiga dimensi dengan sistem komputer yang menggunakan software dan hardware yang interaktif.

Definisi lain oleh All Colour Science Encyclopedia (2000: 32) dalam Aprianto (2008: 3), mengatakan bahwa:

Virtual reality (VR) is a way of going into a world completely created by a computer. The computer creates 3-D images and stereo sound in a special helmet connected to hand unit. Operated manually to moves, are transmitted to the handset, and the operators appear to be interacting with the event happening on the screen. For example, virtual world are 3-

D worlds. They are the future of the Internet. These 3-D worlds offer a more realistic experience than the flat 2-D ones. Virtual worlds are created using a computer language called VR modelling language. This language instructs computers how to build 3-D geometrical objects.

Artinya, realitas virtual adalah cara untuk memahami dunia nyata yang dibuat dengan bantuan komputer. Komputer membuat image 3 dimensi dan efek suara (dalam bentuk stereo) secara khusus. Model tersebut digerakkan secara manual, dan ada fasilitas untuk melakukan interaksi antara si pengguna dengan tampilan pada layar. Misalnya, model dunia secara 3 dimensi. Model 3 dimensi ini memberikan image yang lebih realistis dari model 2 dimensi. Model dunia Virtual atau dunia maya dibuat dengan menggunakan bahasa komputer yang disebut sebagai bahasa “VR”. Dengan bahasa program ini dapat menciptakan model 3 dimensi dari suatu objek atau benda.

Pengertian laboratorium virtual menurut Amjad Umar (2004: 20):

A virtual laboratory is a heterogeneous distributed problem solving environment that enables a group of researchers located around the world to work together on a common set of projects.

Dimana dari pendapat di atas diartikan bahwa laboratorium virtual merupakan situasi yang interaktif dan kompleks untuk memecahkan persoalan dalam bentuk simulasi secara berkelompok oleh para peneliti.

Berdasarkan uraian pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa laboratorium virtual (*virtual laboratory*) merupakan *software* komputer yang memiliki kemampuan untuk melakukan modeling peralatan komputer secara matematis yang disajikan melalui sebuah simulasi yang diperlukan

untuk memperkuat pemahaman konsep dalam proses pembelajaran. Laboratorium Virtual bukanlah pengganti tetapi bagian dari laboratorium *real* yang digunakan untuk melengkapi dan memperbaiki kelemahan-kelemahan yang ada.

Berdasarkan konsepnya, *Virtual laboratory* menurut Ulrich Harms (2015: 1) dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu: 1) konstelasi percobaan diganti dengan model komputer, berupa simulasi yang mewakili percobaan laboratorium nyata dalam bentuk semirip mungkin disebut *virtual lab.*, 2) eksperimen laboratorium dapat disebut virtual ketika percobaan dikendalikan melalui komputer, yang dihubungkan ke peralatan laboratorium yang sebenarnya melalui jaringan disebut *remote lab*.

Berdasarkan pengembangannya, *virtual laboratory* dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu: (1) laboratorium virtual berbasis teori (*theory-based virtual laboratory*), jika teori yang ada untuk fenomena tersebut digunakan untuk mengembangkan sebuah laboratorium virtual. (2) laboratorium virtual berbasis eksperimental (*experimentally-based virtual laboratory*), salah satu alat ukur eksperimen dinyatakan dalam bentuk digital dan mengkombinasikannya dengan pengguna, dan (3) laboratorium virtual hibrida (*hybrid virtual laboratory*) merupakan jenis *virtual laboratory* yang memadukan keduanya (V. Harms, 2000 dalam Laurenni Nainggolan, 2014: 3).

Menurut Purwanti Widhy (2012: 3), menyatakan bahwa Laboratorium Virtual IPA memiliki tujuan: (1) memberikan alat kepada

peserta didik untuk bekerja dalam IPA; (2) memberikan kesempatan kepada peserta didik dalam rangka memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang IPA, bila dibandingkan dengan pengajaran konvensional yang telah diperolehnya; (3) mendorong peserta didik untuk mengungkap permasalahan IPA dalam cara yang sama dengan bagaimana para ahli bekerja dalam konteks penelitiannya.

Menurut An MHRD Govt of India Initiative (2016) tujuan dari *virtual-lab* adalah:

- a. *To provide remote-access to Labs in various disciplines of Science and Engineering. These Virtual Labs would cater to students at the undergraduate level, post graduate level as well as to research scholars.*
- b. *To enthuse students to conduct experiments by arousing their curiosity. This would help them in learning basic and advanced concepts through remote experimentation.*
- c. *To provide a complete Learning Management System around the Virtual Labs where the students can avail the various tools for learning, including additional web-resources, video-lectures, animated demonstrations and self evaluation.*
- d. *To share costly equipment and resources, which are otherwise available to limited number of users due to constraints on time and geographical distances.*

Dapat diartikan bahwa tujuan dari *virtual laboratory* adalah: (1) Memberikan remote-akses ke laboratorium di berbagai disiplin ilmu dan teknik. *Virtual laboratory* ini akan melayani peserta didik di tingkat sarjana, pasca sarjana dan juga untuk tingkat penelitian sarjana. (2) Untuk menimbulkan rasa antusias para peserta didik untuk melakukan eksperimen dengan membangkitkan rasa penasaran mereka. Hal ini akan membantu mereka dalam mempelajari konsep-konsep dasar dan lanjutan melalui eksperimen terperinci. (3) Untuk menyediakan manajemen pembelajaran

sistem lengkap di sekitar *virtual laboratory* yang mana peserta didik dapat memanfaatkan berbagai alat untuk belajar, termasuk tambahan sumber daya *web*, *video*-ceramah, animasi demonstrasi dan evaluasi diri. (4) Untuk berbagi peralatan mahal dan sumber daya, yang jika tidak tersedia karena kendala waktu dan jarak geografis dengan jumlah terbatas.

Diadaptasi dari Aprianto (2008: 6-8), komponen pembelajaran yang bisa diterapkan pada *virtual laboratory* meliputi:

a. *On-line Resource*

Materi yang disampaikan disini berbentuk file-file yang dapat dibuka dengan *powerpoint*. Pada saat mengakses materi pelajaran peserta didik bukan hanya melihat filenya saja namun peserta didik dapat mendengarkan suara guru yang mengajarkan materi pelajaran tersebut sehingga disini tampak seolah olah peserta didik hadir di dalam kelas dengan presentasi yang ditampilkan dan suara guru yang jelas terdengar.

b. Mengerjakan tugas

Peserta didik mengerjakan berbagai tugas yang meliputi soal, kasus, paper yang diminta sesuai dengan satuan acara pelajaran yang diambil. Tugas- tugas yang diberikan ini memiliki ketentuan kapan akan dikerjakan dan kapan akan dikumpulkan. Apabila tugas yang diberikan, dikumpulkan melalui *Virtual laboratory* ini melampui batas waktu pengerjaan maka peserta didik dengan sendirinya tidak mendapatkan

nilai sebab tugas sudah dengan sendirinya di *close* oleh sistem sesuai dengan waktu, hari, tanggal dan jam yang telah ditentukan.

c. *e-discussion*

Peserta didik dan guru berdiskusi melalui forum diskusi yang disediakan. Dimana mereka membahas konsep/ teori dan kasus sesuai dengan topik pembahasan yang juga memungkinkan bahan atau kasus dari sumber – sumber kasus *web site* di mancanegara atau di perusahaan.

d. *Digital Library*

Dalam mengerjakan tugas atau berdiskusi guru dan peserta didik juga bisa menggunakan *digital library*.

e. *Student Fortofolio*

Guru dan peserta didik nantinya akan diminta untuk membuat portofolionya sendiri yang menampung semua karya, tulisan dan prestasi dirinya dan bisa diakses oleh para peserta didik lainnya sehingga terjadi *sharing information* dan *sharing knowledge*.

f. *Web search*

Guru dan peserta didik disini juga bisa menggunakan fasilitas *web search* yang dapat membantu untuk menemukan *web site-web site* yang relevan yang berguna untuk bahan pembelajaran maupun diskusi.

g. *Chat room*

Guru dan peserta didik dapat menggunakan fasilitas *chat room* yang diperuntukkan untuk komunikasi *synchronous*. Disini terlebih dahulu ditentukan *schedule*-nya kapan akan berinteraksi dengan *chat*.

Fasilitas ini akan membuat satu komunikasi virtual yang sangat menguntungkan anantara guru yang berhalangan hadir ke kelasnya. Dalam *chat* ini akan sangat membantu peserta didik untuk melakukan komunikasi dengan gurunya untuk memecahkan masalah masalah yang ada di materi dan juga merencanakan sesuatu. Dalam fitur *chat* peserta didik juga dapat membuat *room chat* tersendiri yang akan membahas bahasan sendiri sehingga pembahasan akan mengarah pada satu permasalahan sesuai dengan *room chat* yang di *create*.

h. *Online student*

Pada *Virtual laboratory* ini kita juga dapat melihat siapa -siapa saja yang *online* pada saat itu. Admin juga dapat membuat *repor log* kehadiran dari peserta didiknya. Pada fitur ini juga akan bisa menampilkan berapa lama dan apa saja yang dikerjakan oleh peserta didik tersebut lengkap dengan jam waktu dan tanggalnya.

i. *Calender Online*

Calender online ini sangat membantu peserta didik dan guru untuk *schedule* pembelajaran *online* selama satu semester apa saja yang akan di lakukan dan dikerjakan semua sudah terencana.

Ada tiga komponen yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual dalam pembelajaran sains, yaitu menjamin ketercapaian *green sains*; mengakomodasi tiga level representasi, yaitu level makroskopik, level mikroskopik dan level simbolik; dan

meningkatkan penguasaan konsep, keterampilan generik sains dan keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan teori-teori diatas, maka produk media *virtual laboratory* yang akan dikembangkan memuat tiga komponen penting, yaitu:

a. Simulasi percobaan

Memberikan alat kepada peserta didik untuk bekerja dalam IPA dengan konstelasi percobaan model komputer, berupa simulasi yang mewakili percobaan laboratorium nyata dalam bentuk semirip mungkin. Percobaan dikendalikan melalui komputer, yang dihubungkan keperalatan laboratorium yang sebenarnya. Peserta didik dapat aktif melakukan percobaan sendiri tanpa bantuan instruktur ataupun asisten di luar laboratorium

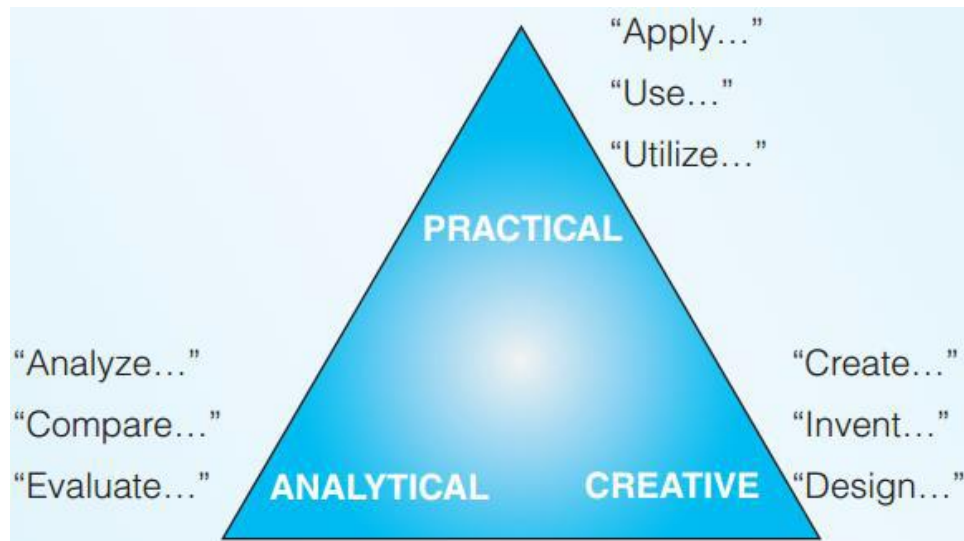
b. *Student task*

Peserta didik mengerjakan berbagai tugas yang meliputi soal, kasus, paper yang diminta sesuai dengan satuan acara pelajaran yang diambil.

c. Mengakomodasi level makroskopik, mikroskopik dan simbolik

6. Kemampuan *Analytical Thinking* (Berfikir Analitis)

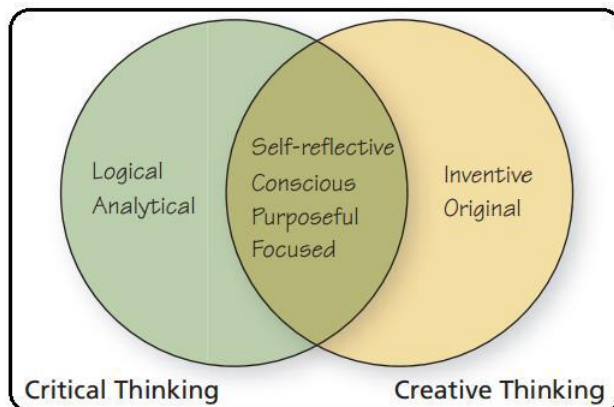
Robert J. Sternberg & Karin Sternberg (2012:20-21) dalam *The Triarchic Theory of Intelligence* mengelompokkan berpikir dalam tiga model, yaitu; (1) Kreatif, (2) Praktis, dan (3) Analitis. Overlap di antara ketiga jenis berfikir itu akan lebih jelas terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Berpikir Menurut Sternberg
(Sumber: Robert J. Sternberg & Karin Sternberg, 2012: 21)

Jadi berdasar pengelompokkan ini, berpikir analitis merupakan tipe berpikir yang diposisikan setara dengan berpikir praktis dan berpikir kreatif. Berpikir yang termasuk dalam jenis berpikir analitis mencakup kemampuan menganalisis, membandingkan, dan mengevaluasi. Dalam pengklasifikasian yang diusulkan Sternberg ini, berpikir kritis tidak diposisikan sebagai tipe berpikir tersendiri. Jika ditinjau dari tingkatan berpikir, pengelompokan Sternberg ini masuk akal karena berpikir kritis itu merupakan salah satu fase/tahap dalam berpikir kreatif.

Dalam pandangan Kanar, C.C (2011 dalam I Nengah Parta, 2016: 2), berpikir analitis adalah bagian dari berpikir kritis. Kanar C.C mengatakan bahwa *critical thinking is logical or analytical, self-reflective, conscious, and purposeful thinking*. Secara diagram hubungan kedua jenis berpikir ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kedudukan Berpikir Analitis Terhadap Berpikir Kritis dan Berpikir Kreatif
(Sumber: I Nengah Parta, 2016: 3)

Pendapat tersebut mengindikasikan bahwa berpikir analitis tidak dapat diposisikan pada suatu domain atau tipe berpikir yang spesifik. Walaupun demikian, dari perspektif pedagogi berpikir analitis ini mempunyai posisi sangat strategis baik sebagai karakteristik berpikir tersendiri maupun sebagai dampak dari suatu pengalaman belajar. Karena itu, diperlukan kajian mendalam tentang berpikir analitis baik dari perspektif pebelajar, calon guru, maupun guru berpengalaman.

Kemampuan berpikir analitis merupakan suatu proses pengoperasian dalam otak yang menghasilkan pengetahuan berupa mampu mengasah data, membedakan fenomena, membuat kesimpulan, meramalkan peristiwa, memerinci, menguraikan, mencari hubungan, dan mengevaluasi kesimpulan umum berdasarkan penyelidikan. Sejalan dengan pendapat Bloom dalam DePorter & Mike (2007: 298), mengungkapkan bahwa berpikir analitis merupakan suatu proses memecahkan masalah atau gagasan menjadi bagian-bagian, menguji setiap bagian untuk melihat bagaimana bagian tersebut saling cocok satu sama lain, atau terkait satu

sama lain, bagaimana komponen-komponen itu berhubungan dan terorganisasikan, membedakan fakta dari hayalan, dan mengeksplorasi bagaimana bagian-bagian ini dapat dikombinasikan kembali dengan cara-cara baru.

Menurut Sudjana dalam Marini (2014: 4), kemampuan analitis adalah kemampuan peserta didik untuk menguraikan atau memisahkan suatu hal ke dalam bagian-bagiannya dan dapat mencari keterkaitan antara bagian-bagian tersebut. Hal ini juga diperkuat oleh Bloom yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir analitis menekankan pada pemecahan materi ke dalam bagian-bagian yang lebih khusus atau kecil dan mendeteksi hubungan-hubungan dan bagian-bagian tersebut dan bagian-bagian itu diorganisir.

Menurut Colin Rose Malcom J. Nicholl (2002: 254-255), berpikir analitis adalah menundukkan satu situasi, masalah subjek atau keputusan pada pemeriksaan yang ketat dari langkah demi langkah yang logis. Menguji pernyataan atau bukti atau proposal dengan standar objektif. Mengulas permasalahan hingga kepada akar permasalahan. Menimbang dan memutuskan atas dasar logika. Berpikir analitis digunakan dalam mengambil keputusan, memecahkan masalah, menganalisis serta menilai situasi.

Hal senada juga diungkapkan oleh Hardy (2007) dalam Marini (2014: 5), berpikir analitis adalah kemampuan berpikir peserta didik untuk menguraikan, memperinci, dan menganalisis informasi-informasi yang

digunakan untuk memahami suatu pengetahuan dengan menggunakan akal dan pikiran yang logis, bukan berdasar perasaan atau tebakan. Untuk dapat berpikir analitis diperlukan kemampuan berpikir logis dalam mengambil kesimpulan terhadap suatu situasi. Berpikir logis dapat diartikan sebagai kemampuan berpikir peserta didik untuk menarik kesimpulan yang sah menurut aturan logika dan dapat membuktikan bahwa kesimpulan itu benar (valid) sesuai dengan pengetahuan-pengetahuan sebelumnya yang sudah diketahui.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa berpikir analitis (*analytical thinking*) adalah kemampuan berpikir peserta didik untuk menguraikan, memperinci, dan menganalisis informasi-informasi yang digunakan untuk memahami suatu pengetahuan dengan menggunakan akal dan pikiran yang logis, bukan berdasar perasaan atau tebakan, untuk dapat berpikir analitis diperlukan kemampuan berpikir logis dalam mengambil kesimpulan terhadap suatu situasi.

Ronni Sofrani, Joy Kartika dan Asrini Suhita (2009: 20) dalam Marini (2014: 4-5) mengungkapkan beberapa ciri-ciri berpikir analitis adalah: (1) berpikir sistematis, (2) disiplin tinggi, (3) menghargai fakta yang disampaikan secara logis, (4) menyukai hal-hal yang terorganisir, (5) teliti dan fokus pada detail masalah, (5) cenderung kaku, (6) lama dalam mengambil keputusan.

Untuk mengukur kemampuan berpikir analitis peserta didik diperlukan indikator sebagai acuannya. Menurut Ross dalam Bayu Pradikto

(2016) mengungkapkan beberapa indikator kemampuan berpikir analitis, antara lain:

(1) Memberikan alasan mengapa sebuah jawaban atau pendekatan suatu masalah adalah masuk akal, (2) Membuat dan mengevaluasi kesimpulan umum berdasarkan atas penyelidikan atau penelitian, (3) Meramalkan atau menggambarkan kesimpulan atau putusan dari informasi yang sesuai, (4) Mempertimbangkan validitas dari argumen dengan menggunakan berpikir deduktif dan induktif, (5) Menggunakan data yang mendukung untuk menjelaskan mengapa cara yang digunakan dalam jawaban adalah benar,

Lewy, Zulkardi, dan Nyimas Aisyah (2009: 16) menyatakan bahwa indikator kemampuan berpikir analitis, antara lain

(1) menganalisis informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya, (2) mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari semua skenario yang rumit, dan (3) mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan.

Di tingkat analitis, peserta didik dituntut mampu menganalisa informasi yang masuk dan membagi-bagi atau menstrukturkan informasi ke dalam bagian yang lebih kecil untuk mengenali pola atau hubungannya, dan mampu mengenali serta membedakan faktor penyebab dan akibat dari sebuah skenario yang rumit. Sebagai contoh, di level ini seseorang akan mampu memilah-milah penyebab meningkatnya *reject*, membandingkan tingkat keparahan dari setiap penyebab, dan menggolongkan setiap penyebab ke dalam tingkat keparahan yang ditimbulkan.

Tabel 4. Struktur Dimensi Proses Kognitif (*Cognitive Process Dimension*)
Tingkat Analitis

Kategori dan Proses Kognisi	Nama Alternatif	Definisi dan Contoh
Membedakan	Diskriminatif, membedakan, fokus, memilih	Membedakan sesuatu yang relevan dari bagian yang tidak relevan atau penting bagian materi yang disampaikan Contoh: menggambarkan dalam bentuk diagram menunjukkan karakter secara umum atau spesifik
Mengorganisasi	Temuan koherensi, Mengintegrasikan, menguraikan, penataan	Menentukan unsur-unsur yang cocok dan sesuai dalam suatu struktur Contoh: mengkategorisasikan fakta/data, membuat bagan atau tabel untuk menunjukkan pengaruh perlakuan
Menghubungkan	Mendekonstruksi	Menentukan sudut pandang, bias, nilai-nilai atau fokus pada hal yang mendasar dari materi yang ada Contoh: menentukan suatu karakter atau ciri, merumuskan hipotesis

(Sumber: Adaptasi Anderson, Lorin W., & Krathwohl, David R., 2001:68)

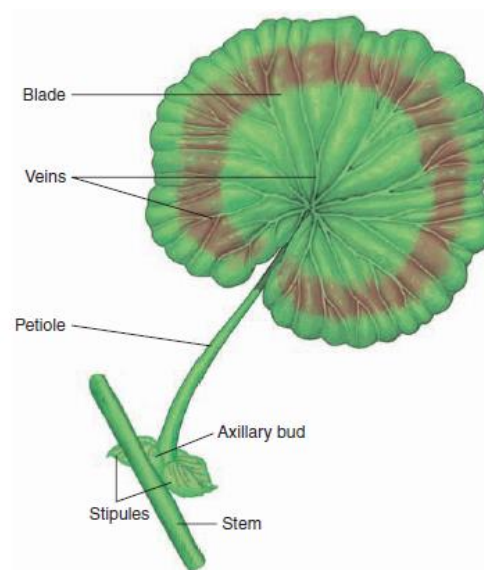
Berdasarkan uraian diatas, kemampuan berpikir analitis (*analytical thinking*) peserta didik yang akan dikembangkan melalui media *virtual laboratory* IPA, yaitu:

- a. Membedakan hal relevan dan tidak relevan.
- b. Mengorganisasi penyelesaian pemecahan masalah.
- c. Menghubungkan antar gejala/fakta untuk pemecahan masalah.

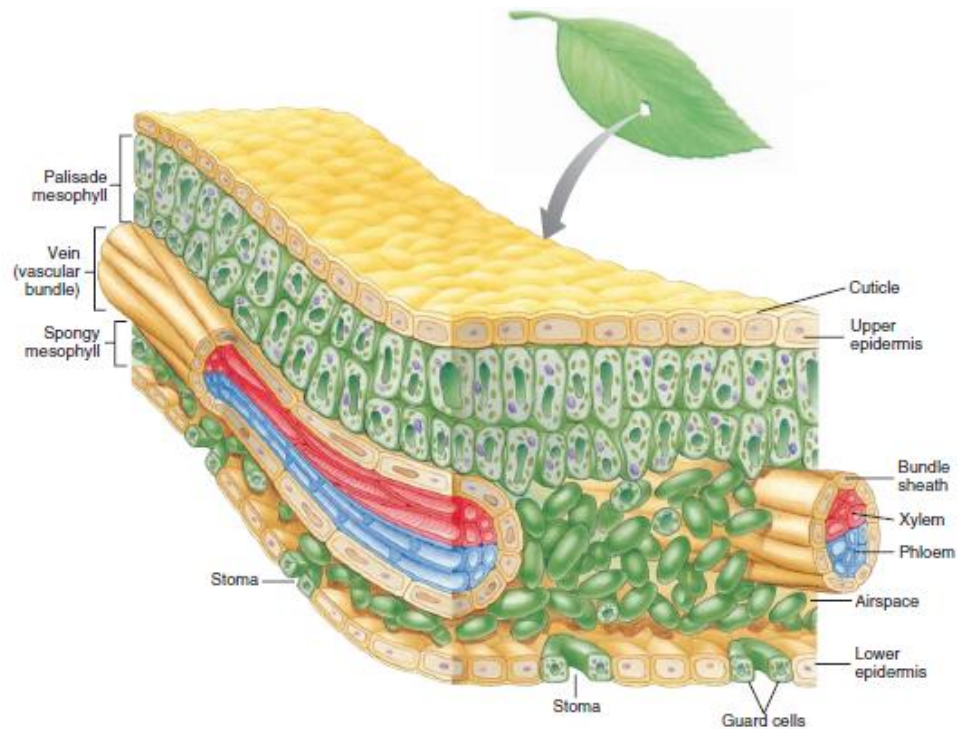
B. Kajian Keilmuan

1. Daun

Fungsi utama daun adalah menyintesis bahan organik dengan menggunakan cahaya sebagai sumber energi melalui proses fotosintesis. Pengubahan energi ini terjadi di dalam organel sel khususnya yang disebut kloroplas, yang di dalamnya terdapat pigmen klorofil (Budi Utomo, 2007: 12). Struktur luar dan dalam daun berkaitan dengan perannya dalam proses fotosintesis dan transpirasi. Daun biasanya rata dan tipis sehingga memudahkan masuknya cahaya matahari ke dalam sel. Luasnya permukaan daun juga memungkinkan terjadinya pertukaran gas (Sri Mulyani, 2006: 25).



Gambar 4. Bagian-bagian Daun
(Sumber: Solomon, Berg, & Martin, 2008: 716)

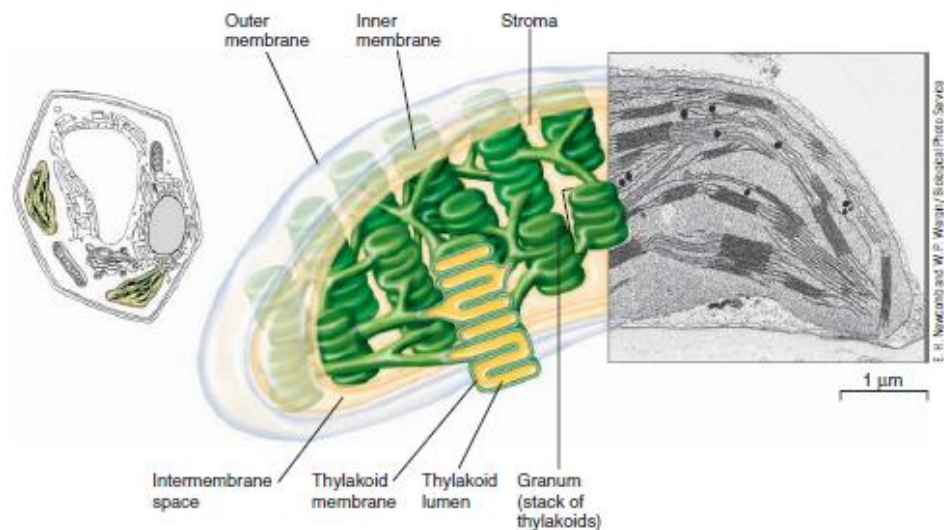


Gambar 5. Penampang Jaringan pada Daun
(Sumber: Solomon, Berg, & Martin, 2008: 718)

Estiti B. Hidayat (1995: 196) menyatakan bahwa daun terdiri dari sistem jaringan dermal, yakni epidermis, jaringan pembuluh, dan jaringan dasar yang disebut mesofil. Sri Mulyani (2006: 26) mengemukakan bahwa mesofil daun yang terdapat di antara epidermis atas dan bawah dibedakan menjadi dua macam, yaitu parenkim palisade yang terdiri dari sel yang panjang dan tidak mempunyai ruang antarsel dan parenkim spon yang terdiri atas sel yang berbentuk tidak teratur dengan ruang antar sel yang besar. Parenkim palisade lebih banyak mengandung kloroplas. Pada epidermis terdapat stomata yang membantu pertukaran gas antara jaringan daun dan atmosfer.

2. Kloroplas dan Klorofil

Kloroplas adalah plastida berwarna hijau karena pigmen yang dominan adalah klorofil. Plastida mempunyai pembungkus yang terdiri atas dua unit selaput. Selaput di luar halus, memberi bentuk pada plastid, sedangkan selaput dalam membentuk kantong pipih yang disebut tilakoid. Di bagian dalam plastida terdapat matriks yang mengandung protein, disebut stroma. Di dalam stroma ini, terdapat DNA (*deoksiribonukleat*) dan ribosom berukuran lebih kecil daripada ribosom yang terdapat di dalam sitoplasma (Sri Mulyani, 2006: 61-62).



Gambar 6. Kloroplas
(Sumber: Solomon, Berg, & Martin, 2008: 96)

Klorofil terdapat sebagai butir-butir hijau di dalam kloroplas. Pada umumnya kloroplas itu berbentuk oval, bahan dasarnya disebut stroma, sedang butir-butir yang terkandung di dalamnya disebut grana. Pada tanaman tinggi ada 2 macam klorofil, yaitu:

Klorofil-a : $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ (berwarna hijau-tua)

Klorofil-b : $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ (berwarna hijau-muda)

Klorofil itu fluoresen, artinya dapat menerima cahaya dan mengembalikannya dalam gelombang yang berlainan. Klorofil-a tampak hijau-tua, tetapi jika cahaya direfleksikan, tampaknya lalu merah darah. Klorofil-b berwarna hijau-muda cerah tampak merah-coklat pada fluoresensi. Klorofil banyak meresap cahaya merah dan nila. Larutan klorofil dalam eter memberikan spektrum-absorpsi. Klorofil tidak larut dalam air, melainkan larut dalam etanol, methanol, eter, aseton, bensol, kloroform (Dwidjoseputro, 1994:15-17).

Di dalam kloroplas terdapat pigmen-pigmen lain yang disebut karotenoid. Pigmen karotenoid ini berwarna kuning, merah atau ungu dan fikobilin yang berwarna biru atau merah. Adanya warna daun yang beraneka ragam, itu disebabkan oleh zat warna yang disebut antosianin. Zat warna ini terdapat di dalam air sel vakuola. Berfungsi untuk menangkap cahaya pada proses fotosintesis (Muhammad Wirahadikusumah, 1985: 99).

3. Sejarah Penemuan Fotosintesis

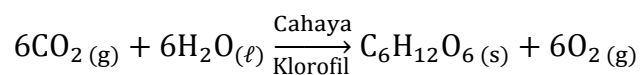
Fenomena fotosintesis telah digali sejak lama oleh para ilmuwan, khususnya bidang fisiologi tumbuhan. Raven, Evert, & Eichhorn (1986: 96) memaparkan bahwa Joseph Priestley, seorang ahli kimia Inggris menemukan bahwa tumbuhan mengeluarkan suatu gas yang membuat api lilin dapat menyala walaupun dalam tabung gelas yang tertutup. Dalam sungkup tabung gelas tanpa tanaman, api lilin yang dinyalakan cepat padam. Namun setelah ke dalamnya disusupkan tanaman, pada beberapa hari kemudian ternyata lilin dapat dinyalakan lagi. Lilin tetap menyala selama

“gas” dari tanaman itu masih ada. Pada waktu itu, Dia belum tahu bahwa gas itu adalah oksigen. Kimball (1983: 172) menjelaskan bahwa dua ratus tahun kemudian, banyak peneliti tertarik untuk ikut menggali lebih lanjut dari temuan Priestley tersebut. Jan Ingenhousz, ahli fisiologi dari Jerman melakukan eksperimen dengan menggunakan tumbuhan air (*Hydrilla verticillata*).

Dari percobaannya ditunjukkan tiga hal penting, meliputi :

- a. Gas yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu ternyata adalah O₂.
- b. Cahaya matahari dibutuhkan untuk proses tersebut.
- c. Bagian yang berhijau daun saja yang mengeluarkan O₂.

Seorang ahli botani dari Swiss, Jean Senebier menemukan bahwa CO₂ juga dibutuhkan untuk fotosintesis. Peneliti lain, ahli kimia dan ahli fisiologi Swiss yaitu Nicholas de Saussure menunjukkan bahwa tanaman tumbuh dari air dan CO₂ yang diserapnya. Sachs menunjukkan bahwa fotosintesis menghasilkan zat gula atau karbohidrat yang disebut amilum. Berdasar temuan-temuan itu maka pemahaman tentang fotosintesis menjadi semakin lengkap. Fotosintesis kemudian dirumuskan dalam persamaan reaksi kimia sebagai berikut:



(Suyitno, 2005: 2)

Van Niel adalah orang pertama yang menyatakan bahwa O₂ itu berasal dari pemecahan air. Hal itu didasarkan dari hasil temuannya tentang fotosintesis bakteri Sulfur. Dengan energi matahari, bakteri Sulfur ternyata

juga mampu menyusun zat gula dari CO_2 dan gas belerang (H_2S), bukan dengan air (H_2O) seperti pada tumbuhan. Bakteri ini melepaskan S, yang tentu berasal dari pemecahan H_2S . Senada dengan hal itu, maka Van Niel menduga bahwa O_2 yang dilepaskan pada fotosintesis tumbuhan adalah berasal dari pemecahan air (H_2O) (Raven; Evert; & Eichhorn, 1986: 96).

Tahun 1941, Ruben dan Kamen melakukan percobaan fotosintesis dengan menggunakan air bertanda. Pada air tersebut, komponen O-nya diberi tanda yang mudah dikenali dengan alat tertentu. Dengan cara ini, Dia berhasil membuktikan bahwa “gas” yang dilepaskan itu adalah O_2 yang bertanda. Oksigen itu tentu berasal dari pemecahan air bertanda. Pemecahan air dengan energi cahaya yang diserap oleh sel-sel daun yang berfotosintesis ini disebut fotolisis (Suyitno, 2005: 2-3)

4. Definisi Fotosintesis

Suatu sifat fisiologi yang hanya dimiliki khusus oleh tumbuhan ialah kemampuannya untuk menggunakan zat karbon dari udara untuk diubah menjadi bahan organik serta diasimilasikan di dalam tubuh tanaman. Dwidjoseputro (1994:6) memaparkan bahwa fotosintesis atau asimilasi zat karbon merupakan suatu proses di mana zat-zat anorganik H_2O dan CO_2 oleh klorofil diubah menjadi zat organik karbohidrat dengan pertolongan cahaya matahari. Pengubahan energi cahaya menjadi energi kimia (karbohidrat) dan kemudian pengubahan energi kimia menjadi energi kerja pada peristiwa pernapasan dalam tubuh tumbuhan merupakan rangkaian proses kehidupan di dunia ini.

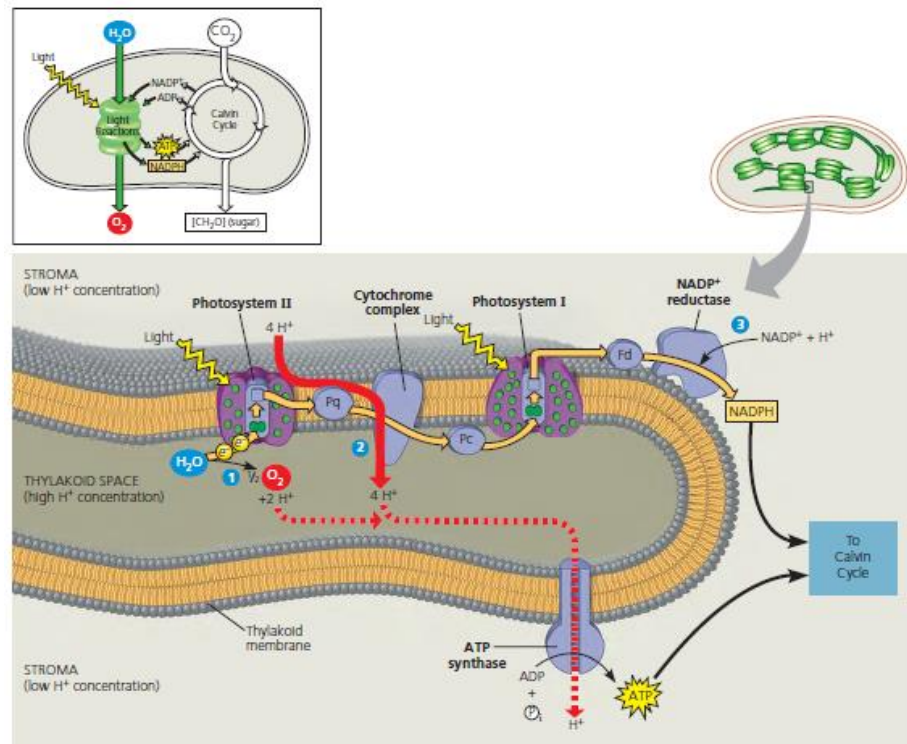
Fotosintesis merupakan suatu proses biokimia yang dilakukan tumbuhan, alga dan beberapa jenis bakteri untuk memproduksi energi terpakai (nutrisi) dengan memanfaatkan energi cahaya matahari. Fotosintesis berjasa menghasilkan sebagian besar oksigen yang terdapat di atmosfer bumi. Organisme yang menghasilkan energi melalui fotosintesis (*photos* berarti cahaya) disebut sebagai fototrof. Fotosintesis adalah salah satu cara asimilasi karbon karena dalam fotosintesis karbon bebas dari CO₂ diikat menjadi gula sebagai molekul penyimpan energi (Papib Handoko dan Yunie Fajariyanti, 2013: 4)

5. Proses Fotosintesis

Fotosintesis secara garis besar dikelompokkan dalam 2 proses, yaitu reaksi terang dan reaksi sintesis (reaksi gelap/fiksasi CO₂).

a. Reaksi Terang

Selama reaksi terang, klorofil bersama dengan pigmen-pigmen lain di dalam kloroplas menyerap energi cahaya matahari, dari mengkonversinya menjadi energi kimia yang disimpan dalam ikatan kimia penyusun glukosa. Energi yang diserap merupakan energi kaya elektron yang nantinya akan terlibat dalam serangkaian rantai reaksi yang disebut transport elektron (Suwarsono Heddy, 1987: 137).



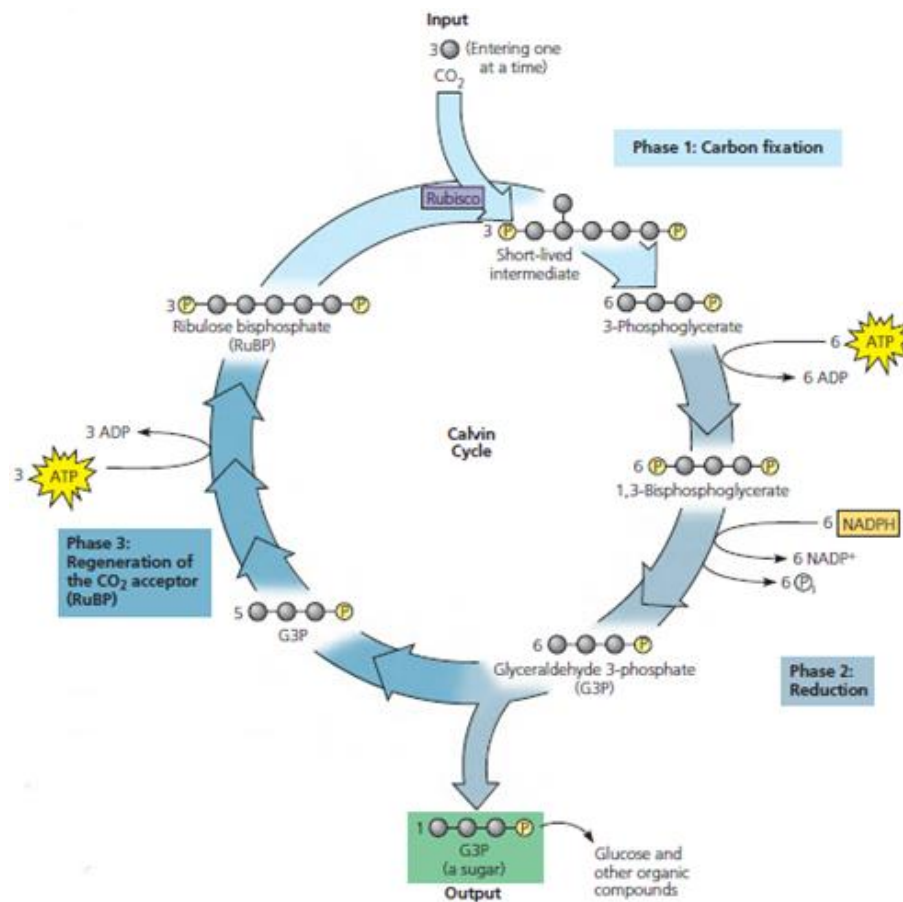
Gambar 7. Reaksi Terang
(Sumber: Campbell *et al.*, 2004: 197)

Suwasono Heddy (1987:131) menjelaskan bahwa air yang melalui reaksi terang akan diperoleh (fotolisis) menjadi proton, elektron, dan O_2 . Proton dan elektron yang dihasilkan dari pemecahan ini bergabung dengan senyawa aseptor elektron $NADP^+$ (nikotinamide adenosine dinucleotide phosphate) membentuk NADPH. Beberapa proton bergerak melalui membran kloroplas, dan energi yang dibentuk berupa ATP (Adenosine triphospat). Tahap reaksi terang atau fotolisis atau reaksi Hill merupakan tahap yang peka cahaya tetapi tidak tergantung suhu.

b. Reaksi Gelap

ATP dan NADPH yang dihasilkan pada reaksi terang akan merubah molekul CO_2 menjadi molekul gula. Energi kimia hasil

konversi dari energi cahaya matahari tersimpan dalam senyawa karbon tersebut. Tahap reaksi gelap atau fiksasi CO_2 atau reaksi Blackman merupakan tahap yang tidak bergantung pada ada tidaknya cahaya sehingga dapat terjadi meskipun dalam keadaan gelap (tanpa cahaya) (Pertamawati, 2010: 32).



Gambar 8. Reaksi Gelap
(Sumber: Campbell *et al.*, 2004: 198)

6. Faktor yang Mempengaruhi Fotosintesis

Proses fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Diadaptasi dari Dwidjoseputro (1994: 18-19), Suyitno (2005: 9) dan A.R.Loveless (1991 dalam Papib Handoko dan Yunie Fajariyanti, 2013: 4-5), faktor-faktor yang mempengaruhi laju fotosintesis adalah sebagai berikut:

a. Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang dipengaruhi dari dalam organisme tersebut, seperti kadar klorofil, morfologi daun dan stomata. Semua faktor tersebut mempengaruhi proses penyerapan cahaya matahari oleh daun. Semakin banyak kadar klorofil maka semakin cepat proses fotosintesis berlangsung. Jika pembukaan stomata besar maka semakin cepat proses fotosintesis.

b. Faktor Eksternal

Faktor eksternal adalah faktor yang dipengaruhi dari luar organisme, yaitu:

1) Suhu

Fotosintesis pada umumnya berlangsung pada suhu antara 6°C – 50°C. Jika kurang atau lebih dari suhu tersebut fotosintesis tidak dapat berlangsung. Hal ini dikarenakan suhu mempengaruhi kerja enzim pada tumbuhan hijau.

2) Mineral

Kecepatan fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa bahan mineral. Mineral-mineral tersebut mempengaruhi pembentukan klorofil, contoh magnesium (Mg) dan besi (Fe).

3) Cahaya Matahari

Cahaya matahari komponen penting dalam proses fotosintesis, tanpa cahaya matahari proses fotosintesis tersebut tidak dapat berlangsung karena cahaya berperan dalam mengaktifkan klorofil. Selain itu, cahaya matahari berpengaruh dalam proses membuka dan menutupnya stomata, sehingga mempengaruhi kadar karbondioksida yang tersedia.

4) Karbondioksida

Seperti penjelasan di atas, kadar karbondioksida dipengaruhi oleh besarnya pembukaan stomata, semakin besar pembukaan stomata maka semakin besar pula karbondioksida yang masuk, sebaliknya semakin kecil pembukaan stomata, maka semakin kecil pula karbondioksida yang masuk. Kadar karbondioksida yang tinggi berdampak semakin cepat proses fotosintesis.

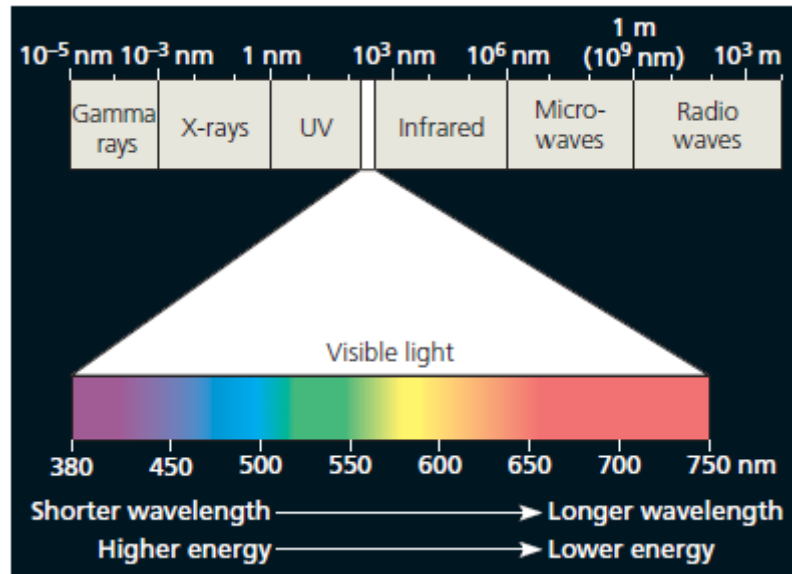
5) Air

Turunnya kadar air didalam tubuh tumbuhan mempengaruhi pembukaan stomata menjadi lebih kecil dan hal tersebut mempengaruhi kadar karbondioksida yang masuk menjadi sedikit, sehingga proses fotosintesisnya pun akan menurun.

7. Spektrum Cahaya

Spektrum cahaya atau spektrum tampak adalah bagian dari spektrum elektromagnetik yang tampak oleh mata manusia. Radiasi elektromagnetik dalam rentang panjang gelombang ini disebut cahaya. Sedangkan cahaya merupakan bentuk energi yang dikenal sebagai energi elektromagnetik. Spektrum elektromagnetik ini dipancarkan oleh matahari secara keseluruhan melewati atmosfer bumi sedangkan radiasi elektromagnetik diluar jangkauan panjang gelombang optik atau jendela tranmisi lainnya, hampir seluruhnya diserap atmosfer (Papib Handoko dan Yunie Fajariyanti, 2013: 2).

Cahaya merupakan salah satu bentuk gelombang elektromagnetik. Jarak antara puncak gelombang elektromagnetik disebut panjang gelombang. Panjang gelombang berkisar antara kurang dari 1 nanometer hingga lebih dari 1 kilometer. Keseluruhan kisaran radiasi ini dikenal sebagai spektrum elektromagnetik. Spektrum cahaya dalam spektrum gelombang elektromagnetik secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Spektrum Gelombang Elektromagnetik
(Sumber: Campbell *et al.*, 2004: 189)

Segmen yang paling penting bagi kehidupan adalah pita sempit yang panjang gelombangnya berkisar antara 380 nm hingga 750 nm. Radiasi ini dikenal sebagai cahaya tampak karena terdeteksi oleh mata manusia sebagai bermacam-macam warna (Campbell *et al.*, 2004:189). Peristiwa pemecahan gelombang elektromagnetik berfrekuensi banyak (polikromatik) menjadi spektrum-spektrum berfrekuensi tunggal disebut sebagai dispersi.

Terkait dengan cahaya tampak diketahui bahwa energi cahaya yang digunakan tumbuhan untuk fotosintesis ternyata hanya 0,5% sampai 2% dari jumlah energi cahaya yang tersedia. Energi yang diberikan oleh cahaya itu bergantung kepada kualitas (panjang gelombang), intensitas (banyaknya cahaya per 1 cm^2 per detik) dan waktu (sebentar atau lama).

Menurut Day & Underwood (2001: 384), cahaya matahari terdiri atas berbagai cahaya yang berlainan gelombangnya. Cahaya-cahaya yang tampak oleh mata bergelombang 400 nm sampai 750 nm. Diurutkan dari yang bergelombang panjang maka cahaya-cahaya tersebut adalah merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu.

Tabel 5. Panjang Gelombang Cahaya Tampak

Spektrum Warna	Ungu	Nila	Biru	Hijau	Kuning	Jingga	Merah
Panjang Gelombang (nm)	400-435	435-480	480-500	500-560	560-595	595-610	610-750

(Sumber: Day & Underwood, 2001: 384)

Jika berkas cahaya yang sama kuatnya dari cahaya monokromatik berbagai panjang gelombang dipancarkan pada daun hijau dan kecepatan fotosintesis pada setiap panjang gelombang diukur, ternyata gelombang cahaya biru dan cahaya merah (ungu) adalah yang paling efektif dan cahaya hijau yang paling tidak efektif dalam melakukan fotosintesis (A.R. Loveless, 1991 dalam Papib Handoko dan Yunie Fajariyanti, 2013: 3).

Hal ini terkait dengan sifat cahaya dimana cahaya dapat dipantulkan, diteruskan (ditransmisi) dan diserap (diabsorpsi). Bahan-bahan yang menyerap cahaya tampak disebut pigmen. Pigmen yang berbeda akan menyerap cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda dan panjang gelombang yang diserap akan menghilang. Jika suatu pigmen diterangi dengan cahaya putih maka warna yang akan terlihat adalah warna paling banyak dipantulkan atau diteruskan oleh pigmen bersangkutan. Jika suatu pigmen menyerap semua panjang gelombang, pigmen itu akan tampak hitam. Daun tampak berwarna hijau karena klorofil menyerap

cahaya warna merah dan biru ketika meneruskan dan memantulkan cahaya warna hijau (Campbell *et al.*, 2004:190).

Fotosintesis dan reaksi fotokimia lainnya tidak bergantung pada energi total cahaya, tapi pada jumlah foton yang diserap. Foton berenergi tinggi pada spektrum biru mempunyai energi hampir 2 kali lipat dibandingkan dengan foton pada spektrum merah, tapi kedua foton itu mempunyai efek yang persis sama dalam fotosintesis (Salisbury & Ross, 1995:73).

C. Penelitian yang Relevan

Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan permasalahan yang diteliti, meliputi:

1. Penelitian yang membahas tentang *virtual laboratory* yaitu Indah Kurniawati (2015). Peneliti mengembangkan media *virtual laboratory* pada materi sistem Fotosintesis bagi peserta didik kelas VIII. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan media pembelajaran berupa *virtual laboratory* IPA berbasis *adobe flash* pada materi Fotosintesis untuk peserta didik kelas VIII dan mengetahui kualitasnya menurut penilaian guru IPA dan respon peserta didik. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa hasil penilaian validator terhadap media sebesar 91% dengan kriteria sangat baik. Pada tahap uji coba produk sebanyak 91% peserta didik menanggapi positif terhadap media *virtual laboratory* yang digunakan. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengembangan media *virtual laboratory* pada materi Fotosintesis bagi peserta didik kelas VIII telah layak

menurut penilaian validator dan layak digunakan sebagai media pembelajaran di kelas VIII.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Virgita Darmawati (2013) tentang pengembangan media pembelajaran inkuiri berbasis *virtual laboratory* untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep fisika dan motivasi belajar peserta didik di Sekolah Menengah Atas (SMA). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran inkuiri berbasis *virtual laboratory* memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran dengan kualitas baik untuk aspek materi dan sangat baik untuk aspek pembelajaran, tampilan, dan pemrograman. Media pembelajaran inkuiri berbasis *virtual laboratory* untuk meningkatkan kemampuan penguasaan konsep fisika dan motivasi belajar peserta didik dengan nilai rata-rata hasil belajar kelas eksperimen (36,73) lebih besar dari kelas control (25,08) dengan besar Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,010 dan rata-rata motivasi pada kelas eksperimen (38,79) lebih besar daripada kelas control (24,21) dan besar nilai Asymp. Sig. (2-tailed) = 0,001.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ratih Mega Ayu Afifah (2014) yang bertujuan untuk menguji perbedaan kemampuan berfikir tingkat tinggi dan mendeskripsikan tingkat tanggung jawab peserta didik pada pembelajaran *guided inquiry* berbantuan *PhET* dan konvensional. Data *pretes* diuji dengan uji non parametrik *Mann Whitney-U* menunjukkan tidak adanya perbedaan. Kemudian data *posttest* diuji dengan menggunakan uji parametrik *uji-t* menunjukkan kemampuan berfikir tingkat tinggi peserta

didik pada pembelajaran *guided inquiry* berbantuan *PhET* lebih baik dari pada konvensional. Melalui analisis deskriptif kualitatif menunjukkan pembelajaran *guided inquiry* berbasis *PhET* dapat meningkatkan tingkat tanggung jawab peserta didik pada materi teori kinetik gas.

D. Kerangka Berpikir

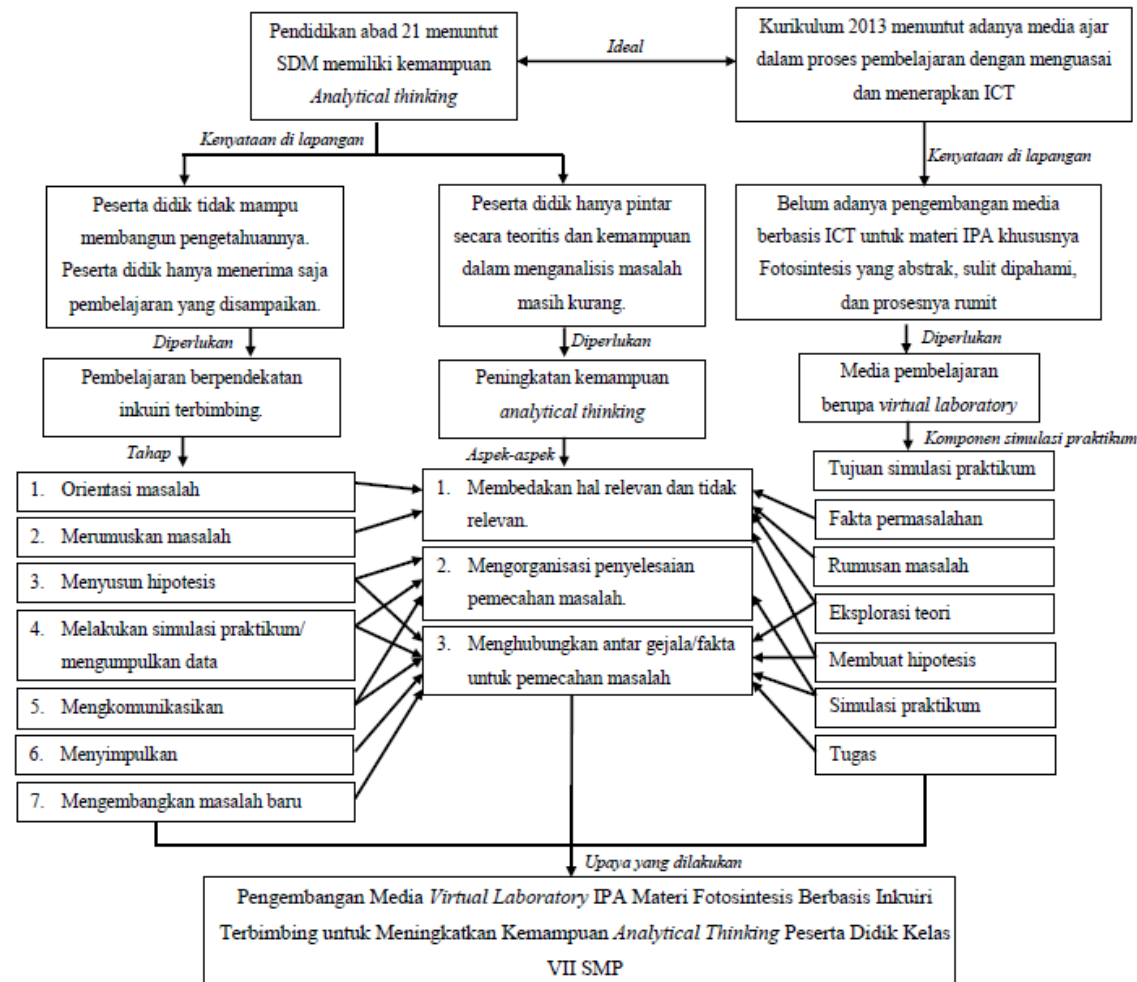
Kemampuan *analytical thinking* sebagai salah satu kompetensi yang harus dikembangkan pada abad 21, namun saat ini juga masih belum berkembang. Akibatnya, peserta didik pintar secara teoritis, tetapi mereka miskin aplikasi. Selain itu, peserta didik sering gagal dalam menganalisis pemecahan masalah jika konteks masalah sedikit diubah. Sikap peserta didik dalam membangun struktur pengetahuan juga belum ditekankan dalam pembelajaran. Hal ini dikarenakan pembelajaran masih bersifat konvensional belum mengarah ke proses penyelidikan atau *inquiry*.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran inovatif yang dapat mewujudkan hal tersebut. Pendekatan inovatif yang dimaksud diantaranya adalah pendekatan inkuiri terbimbing. Inkuiri terbimbing terjadi ketika guru membimbing peserta didik menyediakan kesempatan belajar bermakna dan sesuai untuk mendorong peserta didik aktif ber-*inquiry*, berpikir analitis, berpikir kritis dan melakukan refleksi tentang masalah dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan inkuiri terbimbing membelajarkan peserta didik bagaimana seorang ilmuwan bekerja. Pendekatan ini mampu memotivasi peserta didik untuk menjadi pemikir, ingin tahu, bekerja sama dan menganalisis masalah dengan baik.

Beberapa materi IPA yang diajarkan terdapat materi yang bersifat abstrak sehingga perlu divisualisasikan agar penyampaian materi lebih jelas, konkrit, sesuai dengan karakteristik peserta didik, dan peserta didik lebih mudah menyerap materi pelajaran. Namun media yang biasa digunakan pada saat guru mengajar masih terbatas pada papan tulis, buku-buku pelajaran, LKS, alat-alat praktikum atau media *powerpoint*. Dengan perkembangan globalisasi yang menuntut guru harus menguasai dan menerapkan ICT dalam pembelajaran kini telah banyak dikembangkan media berbasis komputer yang memiliki beberapa kelebihan untuk memvisualkan konsep dalam IPA dan dirancang sesuai konsep pembelajaran yang diinginkan, salah satunya adalah media *virtual laboratory*.

Virtual laboratory menjadi alternatif media pembelajaran yang penting dalam mengatasi masalah dan kendala selama kegiatan eksperimen IPA secara *real*. Masalah dan kendala tersebut antara lain keterbatasan alat dan bahan, keterbatasan waktu kegiatan eksperimen, dan adanya kemungkinan kesalahan dalam bereksperimen. *Virtual laboratory* dikemas dengan menerapkan pendekatan inkuiri agar pembelajaran IPA yang berlangsung tetap sesuai dengan muatan pelajaran IPA sebagaimana amanat kurikulum yang menuntut dapat mengembangkan keterampilan berpikir (*thinking skill*). Hal tersebut karena pendekatan inkuiri melibatkan aktif peserta didik secara *minds on*.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dikembangkan media *virtual laboratory* IPA berbasis inkuiri terbimbing pada materi Fotosintesis untuk meningkatkan kemampuan *analytical thinking* peserta didik kelas VII SMP. Adapun bagan alur kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Kerangka Berpikir Peneliti

E. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir tersebut, maka yang menjadi pertanyaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kelayakan pengembangan produk media *virtual laboratory* IPA berbasis inkuiri terbimbing yang berpotensi untuk meningkatkan kemampuan *analytical thinking* peserta didik berdasarkan kriteria kualitas media pembelajaran yang baik?
2. Bagaimana respon peserta didik terhadap media *virtual laboratory* IPA yang dikembangkan?
3. Apakah penggunaan media *virtual laboratory* IPA berbasis inkuiri terbimbing yang dihasilkan dapat meningkatkan kemampuan *analytical thinking* peserta didik kelas VII SMP pada materi Fotosintesis?