

BAB II

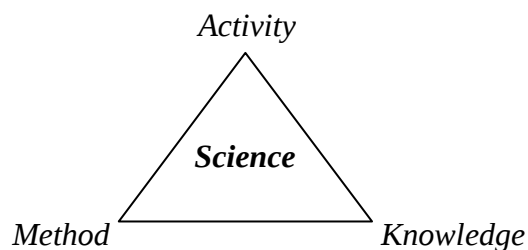
KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Hakikat IPA

Menurut Menurut Hamdani (2011: 231-232), IPA (*nature science*) diartikan sebagai sekumpulan ilmu serumpun yang terdiri dari biologi, fisika, kimia, geologi, dan astronomi yang berupaya menjelaskan setiap fenomena yang terjadi di alam. Menurut Ensiklopedia IPA (2009: 8), sains merupakan metode sistematis yang digunakan manusia untuk menemukan kebenaran tentang dunia, serta teori yang dihasilkan dari metode ini.

Menurut Liang Gie dan Andrian (2001: 381), “science” merupakan kesatuan antara aktivitas (*activity*), tata cara (*method*), dan pengetahuan (*knowledge*) yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Kesatuan Aktivitas, Metode, dan Pengetahuan dalam Sains

Menurut John Burnett dkk. (1965: 4), sains merupakan susunan fakta pasti mengenai bumi dan seluruh alam semesta, yang terdiri dari beberapa cabang keilmuan dengan kajiannya masing-masing (Geologi, Meteorologi, Astronomi, Biologi, Kimia, dan Fisika).

Mengacu pada pendapat Fitzpatrick dan Conant,

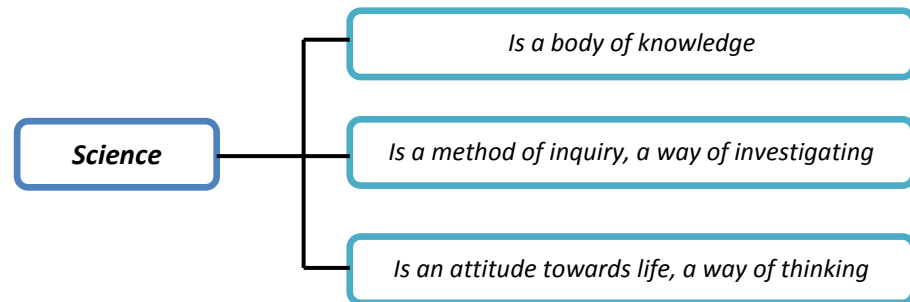
Fitzpatrick:

Science is a cumulative and endless series of empirical observations which result in the formation of concepts and theories, with both concepts and theories being subject to modification in the light of further empirical observation. Science is both a body of knowledge and the process of acquiring it

Conant:

Science is an interconnected series of concepts and conceptual schemes that have developed as a result of experimentation and observation.

Radha Mohan (2007: 5), menjelaskan sains sebagai:



Gambar 2. Hakikat Sains

Science as a body of knowledge terdiri dari fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. *Science as way investigating* merupakan metode ilmiah yang terdiri dari identifikasi masalah, melakukan observasi pada permasalahan, mengajukan hipotesis, melakukan uji hipotesis, dan kesimpulan tentang penerimaan, penolakan, atau pengubahan hipotesis. *Science as a way of thinking* terdiri dari sikap berpikiran terbuka, objektif, percaya pada hubungan sebab-akibat, akurat dan dapat dipercaya dalam melaporkan observasi, menghargai pendapat orang lain, dapat membedakan fakta dan fiksi, dan tepat waktu (Radha Mohan, 2007: 6-7).

Carin and Sund (1989: 4-5), menyatakan bahwa:

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. The true of theory in science is threefold : a) ability to explain what has been observed; b) ability to predict what has not yet been observed; and c) ability to be tested by further experimentation and to be modified as required by the acquisition of new data.

Berdasarkan pendapat Carin & Sund tersebut, sains merupakan cara mempelajari semesta secara sistematis melalui data yang didapatkan dari observasi maupun eksperimen terkontrol. Dengan terkumpulnya data, teori digunakan untuk menjelaskan dan memperhitungkan apa yang telah teramati. Kebenaran teori dalam sains ada tiga, yaitu dapat menjelaskan apa yang dapat diamati, memprediksi yang belum diamati, dan melakukan uji melalui eksperimen lebih lanjut dan dimodifikasi untuk mendapatkan data baru.

Menurut Chiappetta and Koballa (2010: 105-115), sains terdiri dari empat dimensi:

a. *Science as a Way of Thinking*

Terdiri dari *beliefs* (kepercayaan), *curiosity* (keingintahuan), *imagination* (imajinasi), *reasoning* (alasan), *cause and effect relationships* (hubungan sebab-akibat), *skepticism* (skeptisme/keraguan), *objectivity and open mindedness* (objektifitas dan berpikiran terbuka).

b. *Science as a Way of Investigating*

Terdiri dari *observing* (observasi), *collecting data* (pengumpulan data), *deceloping a hypothesis* (mengembangkan hipotesis), *experimenting* (melakukan eksperimen), dan *concluding* (menyimpulkan).

c. *Science as a Body of Knowledge*

Terdiri dari *fact* (fakta), *concepts* (konsep), *law and principles* (hukum dan prinsip), *theories* (teori), dan *models* (model).

d. *Science and Its Interaction with Technology and Society*

Teknologi berkembang ketika sains dan masyarakat memiliki permasalahan untuk diselesaikan. Pengetahuan terkait sains berdampak pada masyarakat, sedangkan masyarakat memengaruhi sains.

Berdasarkan beberapa pendapat dan uraian mengenai IPA menurut para ahli, maka IPA pada hakikatnya merupakan kumpulan proses, sikap, produk yang digunakan untuk menjelaskan dan mempelajari gejala/ fenomena yang terjadi di alam semesta, dan aplikasinya untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai proses (*science as a way of investigating*) sains merupakan metode yang digunakan untuk penyelidikan. Sebagai sikap (*science as a way of thinking*), sains merupakan sikap-sikap ilmiah. Sebagai produk (*science as a body knowledge*), sains merupakan kumpulan pengetahuan, baik berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, maupun teori. Sedangkan sebagai aplikasi

(*science and its interaction with technology and society*), sains digunakan dalam teknologi untuk membantu kehidupan manusia.

2. Bahan Ajar

Menurut Abdul Majid (2012: 173), bahan ajar adalah segala sesuatu yang digunakan untuk membantu guru/ instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar, baik berupa bahan tertulis, maupun bahan tidak tertulis. Menurut Andi Prastowo (2011: 31), bahan ajar merupakan segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistematis, yang menampilkan kompetensi dalam proses pembelajaran. Sedangkan menurut Ika Lestari (2013: 1), bahan ajar merupakan seperangkat sarana atau alat pembelajaran yang berisikan materi pembelajaran, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang didesain secara sistematis dan menarik dalam rangka mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu mencapai kompetensi atau subkompetensi dengan segala kompleksitasnya.

Bahan ajar (materi pembelajaran) merupakan salah satu komponen sistem pembelajaran yang memegang peran penting dalam membantu siswa mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar, yang secara garis besar terdiri dari pengetahuan (fakta, konsep, prinsip, prosedur), keterampilan, dan sikap yang harus dipelajari siswa (Depdiknas, 2006: 3-4). Sejalan dengan pendapat dari Depdiknas, (Syafurudin Nurdin dan Adriantoni, 2016: 102) mendefinisikan bahan ajar sebagai materi pembelajaran yang terdiri dari pengetahuan, keterampilan,

dan sikap yang harus dipelajari siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan. Sejalan dengan berbagai jenis aspek standar kompetensi, materi pembelajaran juga dapat dibedakan menjadi jenis materi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Bahan ajar memungkinkan siswa dapat mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis, sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu. Dengan demikian sebuah bahan ajar harus memenuhi kelayakan isi, bahasa, serta penyajian (Ika Lestari 2013: 3). Menurut Abdul Majid (2012: 174), bahan ajar yang baik paling tidak terdiri dari: a. petunjuk belajar; b. kompetensi yang akan dicapai; c. informasi pendukung; d. latihan-latihan; e. petunjuk kerja; dan f. evaluasi.

Dalam pemilihan bahan ajar perlu diperhatikan beberapa prinsip, yaitu :

a. Prinsip relevansi

Prinsip relevansi atau keterkaitan berarti materi pembelajaran hendaknya relevan atau berkaitan dengan pencapaian kompetensi dan kompetensi dasar.

b. Prinsip konsistensi

Prinsip konsistensi atau keajegan berarti jika kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa empat macam, maka bahan ajar yang harus diajarkan juga harus meliputi empat macam.

c. Prinsip kecukupan

Berarti materi yang diajarkan hendaknya cukup memadai dalam membantu siswa menguasai kompetensi dasar yang diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit (karena kurang membantu mencapai standar kompetensi) dan tidak boleh terlalu banyak (karena akan membuang-mbuang waktu dan tenaga yang tidak perlu dipelajari) (Depdiknas, 2006: 6-7).

Menurut Abdul Majid (2012: 174), berdasarkan bentuknya, bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu:

- a. Bahan cetak (*printed*) contohnya adalah *handout*, buku, modul, lembar kerja siswa, brosur, leaflet, *wallchart*, foto atau gambar, model atau maket.
- b. Bahan ajar dengar (*audio*) contohnya adalah kaset, radio piringan hitam, dan *compact disk audio*.
- c. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) contohnya adalah *video compact disk* dan *film*.
- d. Bahan ajar interaktif contohnya adalah *compact disk* interaktif.

Dengan demikian, maka bahan ajar merupakan seperangkat materi pembelajaran yang disusun secara sistematis, baik berwujud cetak maupun non-cetak dan diwujudkan dalam bentuk visual, audio, maupun audio visual untuk membantu siswa mencapai kompetensi dan kompetensi dasar. Sehingga, bahan ajar yang baik, terdiri dari petunjuk

belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, latihan, petunjuk kerja, dan evaluasi.

3. LKPD (Lembar Kegiatan Peserta Didik)

a. Pengertian LKPD (Lembar Kegiatan Peserta Didik)

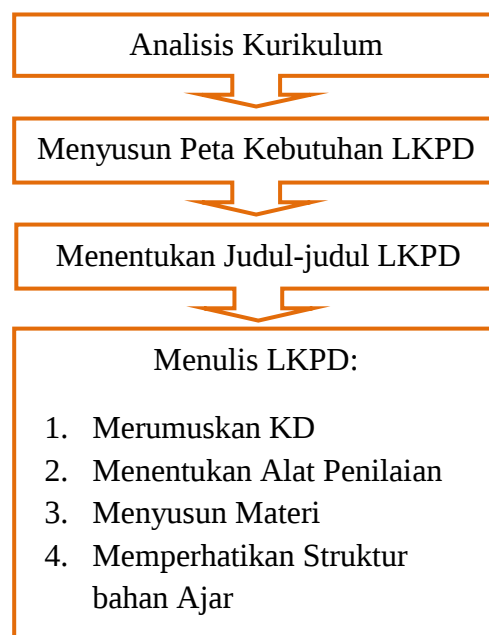
Menurut Syafrudin Nurdin dan Adriantoni (2016: 111), salah satu sumber belajar dan media pembelajaran yang dirasa dapat membantu siswa maupun guru dalam proses pembelajaran adalah LKPD. LKPD termasuk media cetak hasil pengembangan teknologi cetak yang berupa buku dan berisi materi visual.

Lembar kegiatan siswa (*student work sheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapainya. Tugas-tugas sebuah lembar kegiatan tidak akan dapat dikerjakan oleh peserta didik secara baik apabila tidak dilengkapi dengan buku lain atau referensi lain yang terkait dengan materi tugasnya. Tugas-tugas yang diberikan kepada peserta didik dapat berupa teoritis dan atau tugas-tugas praktis (Abdul Majid, 2012: 176-177).

Dhari dan Haryono (dalam Nurdin, Syafrudin dan Adriantoni, 2013: 112), mengatakan bahwa Lembar Kegiatan Peserta Didik adalah lembaran yang berisi pedoman bagi siswa untuk melakukan kegiatan terprogram. Setiap LKPD berisikan antara lain: uraian singkat materi,

tujuan kegiatan, alat/ bahan yang diperlukan dalam kegiatan, langkah kerja, pertanyaan-pertanyaan untuk didiskusikan, kesimpulan hasil diskusi, dan latihan soal.

Menurut Diknas (2004) dalam Andi Prastowo (2011: 212), langkah dalam penyusunan LKPD dapat digambarkan menjadi diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. Langkah Penyusunan LKPD

Struktur LKPD paling tidak terdiri atas enam komponen, yaitu judul, petunjuk belajar (petunjuk peserta didik), kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas dan langkah kerja, serta penilaian (Andi Prastowo 2011: 215). Sedangkan menurut Insih Wilujeng dkk. (2011: 3), komponen LKPD meliputi:

1) Nomor LKPD

Dimaksudkan mempermudah guru mengenal dan menggunakannya.

2) Judul kegiatan

Berisi topik kegiatan sesuai KD. Menurut Depdiknas (2008: 24), apabila kompetensi dalam satu KD terlalu besar, maka dapat dibuat beberapa judul berdasarkan materi pokok. Menurut Mukhlis (2012: 4), judul yang baik ditulis sesuai dengan topik, dinyatakan dalam bentuk frasa, singkat, dan jelas.

3) Tujuan

Merupakan tujuan belajar sesuai dengan KD.

4) Alat dan bahan

Alat dan bahan terkait dengan kegiatan belajar

5) Prosedur kerja

Merupakan petunjuk untuk peserta didik yang berfungsi mempermudah melakukan kegiatan belajar

6) Tabel data

Merupakan tabel untuk mencatat hasil pengamatan

7) Bahan diskusi

Berisi pertanyaan-pertanyaan yang menuntun peserta didik melakukan analisis data

Menurut Depdiknas (2008: 28), LKPD harus memenuhi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Komponen kelayakan isi mencakup:

1) Kesesuaian dengan SK, KD

2) Kesesuaian dengan perkembangan anak

- 3) Kesesuaian dengan kebutuhan bahan ajar
- 4) Kebenaran substansi materi pembelajaran

Menurut Azhar Arsyad (2006: 88-90), dalam pengembangan LKPD sebagai media cetak, terdapat enam elemen yang harus diperhatikan, yaitu :

- 1) Konsistensi
 - a) Konsistensi format dari halaman ke halaman. Usahakan agar tidak menggabungkan cetakan huruf dan ukuran huruf;
 - b) Konsisten dalam jarak spasi. Jarak antara judul dan baris pertama serta garis samping harus sama agar terlihat rapi.
- 2) Format
 - a) Jika paragraf panjang sering digunakan, wajah satu kolom lebih sesuai; sebaliknya, jika paragraf tulisan pendek-pendek, wajah dua kolom akan lebih sesuai.
 - b) Isi yang berbeda dipisahkan dan dilabel secara visual.
 - c) Taktik dan strategi pembelajaran yang berbeda sebaiknya dipisahkan dan dilabel secara visual.
- 3) Organisasi
 - a) Menginformasikan siswa/ pembaca mengenai di mana atau sejauh mana mereka dalam teks. Jika memungkinkan, gunakan piranti yang memberikan orientasi tentang posisi siswa dalam teks.

- b) Menyusun teks sedemikian rupa sehingga informasi mudah diperoleh.
 - c) Kotak-kotak dapat digunakan untuk memisahkan bagian-bagian dari teks.
- 4) Daya Tarik
- Memperkenalkan setiap bab atau bagian baru dengan cara yang berbeda. Ini diharapkan dapat memotivasi siswa untuk membaca terus.
- 5) Ukuran Huruf
- a) Memilih ukuran huruf yang sesuai dengan siswa, pesan, dan lingkungannya. Ukuran huruf yang baik untuk buku teks atau penuntun adalah 12.
 - b) Menghindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks karena dapat membuat proses membaca sulit.
- 6) Ruang/ spasi kosong
- a) Menggunakan spasi kosong tak berisi teks atau gambar untuk menambah kontras. Berfungsi untuk memberikan kesempatan siswa/ pembaca untuk beristirahat pada titik-titik tertentu pada saat matanya bergerak menyusuri teks.
 - b) Menyesuaikan spasi antarbaris untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan.
 - c) Menambahkan spasi antarparagraf untuk meningkatkan tingkat keterbacaan.

Menurut Hendro Darmojo dan Jenny R. E. Kaligis (1992: 40-45), LKS yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan, yaitu:

1) Syarat-syarat didaktik

Berarti harus mengikuti asas-asas belajar-mengajar yang efektif:

- a) Memperhatikan perbedaan individual, sehingga dapat digunakan oleh siswa yang lamban maupun yang cepat belajar.
- b) Menekankan proses untuk menemukan konsep-konsep, sehingga menjadi petunjuk siswa untuk mencari tahu.
- c) Memiliki variasi stimulus melalui media dan kegiatan siswa.
- d) Mampu mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika, tidak semata-mata hanya untuk mengenal fakta dan konsep.
- e) Pengalaman belajar ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi siswa, bukan ditentukan materi dan bahan pelajaran.

2) Syarat-syarat konstruksi

Merupakan syarat-syarat yang berkenaan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan sehingga dapat dimengerti oleh semua pihak.

- a) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak.
- b) Menggunakan struktur kalimat yang jelas.

- c) Memiliki tingkat urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.
 - d) Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka.
 - e) Tidak mengacu pada buku sumber di luar kemampuan keterbacaan peserta didik.
 - f) Menyediakan ruang yang cukup untuk keleluasaan peserta didik untuk menulis maupun menggambarkan pada LKS.
 - g) Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek.
 - h) Menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata.
 - i) Dapat digunakan untuk anak baik yang lamban maupun cepat belajar.
 - j) Memiliki tujuan belajar yang jelas.
 - k) Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya.
- 3) Syarat-syarat Teknis
- a) Tulisan

Hendaknya menggunakan huruf cetak, menggunakan huruf tebal untuk topik, menggunakan maksimal 10 kata dalam satu baris, menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban siswa, dan menggunakan perbandingan yang sesuai antara gambar dan keterangannya.
 - b) Gambar

Hendaknya mampu digunakan sebagai penyampai pesan secara efektif kepada pengguna.

c) Penampilan

Hendaknya tidak terlalu banyak kata-kata dan gambar saja, melainkan harus proporsional antara keduanya

Berdasarkan beberapa uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa LKPD (Lembar Kegiatan Peserta Didik) merupakan bahan ajar cetak yang berisi lembaran-lembaran pedoman, maupun langkah kerja untuk memandu peserta didik berkegiatan ilmiah dalam rangka mencapai tujuan dan kompetensi pembelajaran yang disusun dengan memperhatikan syarat kelayakan isi, konstruksi, dan teknis. Struktur LKPD terdiri dari komponen judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas, langkah kerja, dan penilaian. Berikut merupakan indikator komponen penyusun LKPD:

Tabel 1. Indikator Komponen Penyusun LKPD

No.	Komponen	Indikator
1.	Judul	a. Ditulis sesuai topik pada Kompetensi Dasar b. Dinyatakan secara singkat dan jelas dalam bentuk frasa c. Terdapat jarak (spasi) dengan komponen lain LKPD d. Tidak diakhiri dengan tanda titik e. Semua huruf ditulis kapital atau hanya huruf pertama kata dalam judul ditulis kapital, kecuali kata depan dan kata hubung
2.	Petunjuk belajar	a. Relevan dengan komponen pada LKPD b. Berbentuk kalimat pernyataan pendek c. Kalimat jelas, tidak menimbulkan ambiguitas d. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik e. Perbandingan gambar dan keterangan pada petunjuk belajar sesuai

No.	Komponen	Indikator
3.	Kompetensi yang akan dicapai	a. Dipilih dan ditulis sesuai materi yang akan dibelajarkan b. Memiliki keterkaitan dengan materi yang akan dibelajarkan c. Dilengkapi dengan indikator ketercapaian d. Dilengkapi keterangan model keterpaduan secara tepat e. Ditulis menggunakan penomoran secara tepat
4.	Informasi pendukung	a. Berhubungan dengan materi yang dibelajarkan (relevan) b. Berhubungan dengan tugas yang dikerjakan c. Akurat (bersih dari kesalahan/ kekeliruan konsep) d. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik e. Menggunakan spasi antar baris
5.	Tugas	a. Sesuai dengan kompetensi dasar yang akan dicapai b. Berbentuk pertanyaan singkat c. Struktur pertanyaan jelas (tidak ambigu) d. Dapat diselesaikan dengan kegiatan pada LKPD e. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik
6.	Langkah kerja	a. Diberikan sesuai tugas (permasalahan yang akan dipecahkan) b. Ditulis secara runtut c. Berbentuk kalimat perintah d. Menggunakan struktur kalimat yang jelas (tidak ambigu) e. Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kedewasaan peserta didik
7.	Penilaian	a. Pertanyaan singkat dan jelas (tidak menimbulkan ambigu) b. Terkait dengan kompetensi dasar dalam pembelajaran c. Berkaitan dengan kegiatan yang telah dilakukan

<i>No.</i>	<i>Komponen</i>	<i>Indikator</i>
		d. Menyediakan cukup tempat bagi peserta didik menuliskan jawabannya e. Pertanyaan dan jawaban yang akan dituliskan berada dalam satu halaman kertas

b. Macam-macam LKPD

Menurut Johnstone dan Shavaili (2005), dilihat dari bentuk pendekatannya terdapat empat bentuk LKS, yaitu:

- 1) LKS ekspositori, yang hasil pengamatannya sudah diterapkan sebelumnya dan prosedurnya telah dirancang oleh guru, siswa hanya tinggal mengikuti prosedur tersebut;
- 2) LKS *inquiry*, yang hasil pengamatannya belum ditetapkan sebelumnya, sehingga hasil pengamatan oleh siswa dapat beragam dan prosedur pada LKS dirancang sendiri oleh siswa;
- 3) LKS penemuan, yang hasil dan prosedurnya telah ditetapkan oleh guru;
- 4) LKS pemecahan masalah, yang hasilnya telah ditetapkan sebelumnya, dengan prosedur dirancang oleh siswa (Abdul Majid, 2012: 374-375).

Menurut Andi Prastowo (2011: 208-209), berdasarkan tujuan dan fungsi pembuatannya, LKS dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yaitu:

- 1) LKS yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep
Sesuai dengan prinsip konstruktivisme, LKS ini mengetengahkan terlebih dahulu suatu fenomena yang bersifat konkret, sederhana,

dan berkaitan dengan konsep yang akan dipelajari. Selanjutnya, berdasar hasil pengamatan peserta didik diajak untuk mengkonstruksi pengetahuannya. Dengan kata lain peserta didik aktif mengkonstruksi pengetahuan di dalam otaknya.

- 2) LKS yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan

Setelah berhasil menemukan konsep, peserta didik dilatih untuk menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh penggunaan pesawat sederhana dalam kehidupan untuk memudahkan pekerjaan manusia.

- 3) LKS yang berfungsi sebagai penuntun belajar

LKS ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang jawabannya ada di dalam buku. Peserta didik akan dapat mengerjakan jika mereka membaca buku. Sehingga fungsi utama LKS ini untuk menghafal dan memahami materi pembelajaran dari buku. Sesuai digunakan untuk keperluan remedial.

- 4) LKS yang berfungsi sebagai penguatan

LKS ini diberikan setelah peserta didik selesai mempelajari topik tertentu. LKS ini lebih mengarahkan pada pendalaman dan penerapan materi pembelajaran, sehingga sesuai untuk pengayaan.

- 5) LKS yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum

Petunjuk praktikum dapat digabungkan ke dalam LKS. Dengan demikian, dalam LKS ini petunjuk praktikum merupakan salah satu ini (*content*) dari LKS.

Berdasarkan beberapa uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa berdasarkan bentuk pendekatannya, LKPD/ LKS dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu: LKS ekspositori, LKS Inquiry, dan LKS penemuan. Sedangkan berdasarkan tujuan dan fungsinya, LKPD/ LKS dapat dikelompokkan menjadi lima, yaitu: LKS yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep, LKS yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan, LKS yang berfungsi sebagai penuntun belajar, LKS yang berfungsi sebagai penguatan, dan LKS yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum.

c. Kelebihan dan Kelemahan LKPD

1) Kelebihan LKPD

Kelebihan LKPD menurut Safrudin Nurdin dan Adriantoni (2016: 116), adalah sebagai berikut :

- a) Guru dapat menggunakan LKS sebagai media pembelajaran mandiri.
- b) Meningkatkan aktivitas siswa dalam mengikuti kegiatan belajar mengajar.
- c) Praktis dan harga cenderung terjangkau.
- d) Materi ringkas dan mencakup keseluruhan materi.

- e) Membuat siswa berinteraksi dengan sesama teman.
- f) Kegiatan pembelajaran menjadi beragam.
- g) Dapat menggantikan media lain ketika media audio visual mengalami kendala.
- h) Dapat digunakan di desa maupun kota karena tidak menggunakan listrik.

Menurut Azhar Arsyad (2006 : 38), kelebihan LKPD sebagai media cetak adalah :

- a) Siswa dapat belajar maju sesuai dengan kecepatan masing-masing. Materi pembelajaran dapat dirancang sedemikian rupa sehingga mampu memenuhi kebutuhan siswa, baik yang cepat maupun yang lamban membaca dan memahami.
- b) Di samping dapat mengulangi materi dalam media cetak, siswa akan mengikuti urutan pikiran secara logis.
- c) Perpaduan teks dan gambar dalam halaman cetak sudah merupakan hal lumrah, dan ini dapat menambah daya tarik, serta dapat memperlancar pemahaman informasi yang disajikan dalam dua format, verbal dan visual.
- d) Materi dapat direproduksi dengan ekonomis dan didistribusikan dengan mudah.

2) Kelemahan LKPD

Kelemahan LKPD sebagai media cetak Menurut Azhar Arsyad (2006: 39) adalah sebagai berikut:

- a) Biaya percetakan akan mahal apabila ingin menampilkan ilustrasi, gambar, atau foto yang berwarna-warni.
- b) Proses percetakan media seringkali memakan waktu beberapa hari sampai berbulan-bulan, tergantung pada peralatan percetakan dan kerumitan informasi pada halaman cetakan.
- c) Perbagian unit-unit pelajaran dalam media cetakan harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak terlalu panjang dan dapat membosankan siswa.
- d) Kebanyakan membawa hasil yang bersifat kognitif, dan jarang sekali; jika ada, media cetakan terutama teks terprogram yang mencoba menekankan perasaan, emosi, atau sikap.

Menurut Safrudin Nurdin dan Adrianoni (2016: 117-118), kekurangan LKPD dan cara mengatasinya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Cara Mengatasi Kekurangan LKPD

No.	Kekurangan	Cara Mengatasi
1.	Soal pada LKPD cenderung monoton	Dibuat soal yang beragam dan tidak terulang-ulang
2.	Kekhawatiran karena guru hanya mengandalkan LKPD untuk kepentingan pribadi meninggalkan kelas	Perlu peningkatan kualitas profesional guru dan kesadaran guru sebagai pendidik
3.	Hanya melatih siswa untuk menjawab soal	Guru membuat LKPD yang lebih bermutu tinggi, tidak hanya sebagai latihan soal saja
4.	Hanya menampilkan gambar diam sehingga terkadang siswa kurang memahami materi dengan cepat	Guru dapat memadukan LKPD dengan media yang lain
5.	Media cetak lebih banyak menekankan pada pembelajaran yang bersifat kognitif	Menambah kegiatan yang menstimulus siswa untuk aktif melakukan kegiatan

6.	Menimbulkan kebosanan jika tidak dipadukan media lain	Guru dapat menghadirkan media lain atau menambah kegiatan di luar kegiatan yang ada pada LKPD
----	---	---

4. *Inquiry* (Inkuiri)

a. Pengertian *Inquiry* (Inkuiri)

Menurut Llewellyn (2005: 4), inkuiri adalah aktivitas multifungsi yang melibatkan observasi; mengajukan pertanyaan; memeriksa buku dan sumber lain untuk melihat apa yang sudah diketahui berdasarkan bukti eksperimental; menggunakan alat untuk menganalisis, menginterpretasikan data; mengajukan jawaban, penjelasan, dan prediksi; dan mengkomunikasikan hasil. Inkuiri memerlukan identifikasi asumsi (dugaan yang diterima sebagai dasar), menggunakan pemikiran kritis dan logis, serta pertimbangan penjelasan alternatif.

Menurut Jamil Suprihatiningrum (2013: 164), inkuiri pada tingkat dasar dapat dipandang sebagai proses menjawab pertanyaan atau memecahkan permasalahan berdasarkan fakta dan pengamatan dengan tujuan membantu siswa merumuskan pertanyaan, mencari jawaban atau pemecahan untuk memahami dunia, sehingga berdampak konstruktif yang memberi banyak peluang dan tenaga untuk meningkatkan keefektifan pembelajaran.

Menurut Burden & Byrd (2013: 153), *inquiry* merupakan cara terbuka dan kreatif untuk mencari pengetahuan. Salah satu kelebihan dari pendekatan ini adalah adanya pembelajaran dan proses

penyelidikan yang dilakukan secara bersamaan. Adapun langkah *inquiry* adalah sebagai berikut: 1) mengidentifikasi masalah; 2) mengajukan hipotesis; 3) mengumpulkan data; 4) menganalisis data; dan 5) menarik kesimpulan

Inquiry merupakan suatu rangkaian kegiatan pembelajaran yang melibatkan secara maksimal seluruh kemampuan peserta didik untuk mencari dan menyelidiki secara sistematis, kritis, dan logis, sehingga mereka dapat menemukan sendiri pengetahuan, sikap, dan keterampilan sebagai wujud adanya perubahan perilaku (Nanang Hanafiah dan Cucu Suhana, 2009: 77).

Inquiry merupakan bagian inti dari kegiatan pembelajaran berbasis kontekstual. Pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh siswa diharapkan bukan hasil mengingat seperangkat fakta-fakta, tetapi hasil dari mereka menemukan sendiri. Guru harus selalu merancang kegiatan yang merujuk pada kegiatan menemukan, apapun materi yang diajarkannya. Siklus inkuiri terdiri dari: observasi, bertanya/ merumuskan masalah, mengajukan dugaan/ hipotesis, mengumpulkan data, kemudian menyimpulkan (Trianto, 2009: 114-115).

Seturut dengan pendapat Trianto, menurut Nanang Hanifiah dan Cucu Suhana (2009: 73), proses pembelajaran *inquiry* terdiri atas: pengamatan (*observasi*), bertanya (*questioning*), mengajukan dugaan (*hypothesis*), mengumpulkan data (*data gathering*), dan

menyimpulkan (*conclusion*). Menurut Abdul Majid (2013: 223), pembelajaran *inquiry* merupakan bentuk pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada siswa (*student centred approach*) karena siswa memegang peran yang sangat dominan dalam proses pembelajaran.

Menurut Ridwan Abdullah Sani (2014: 51-52), pembelajaran dengan integrasi kegiatan ilmiah pada umumnya merupakan kegiatan inkuiri. Secara umum, terdapat tiga jenis inkuiri seperti deskripsi tabel berikut:

Tabel 3. Jenis-jenis *Inquiry*

Hal	Inkuiri Terbuka (<i>Open Inquiry</i>)	Inkuiri Terbimbing (<i>Guided Inquiry</i>)		Inkuiri Terstruktur (<i>Structured Inquiry</i>)
Permasalahan	Siswa	Guru	Guru	Guru
Metode	Siswa	Siswa	Guru	Guru
Solusi	Siswa	Siswa	Siswa	Guru

Pentingnya pembelajaran berbasis inkuiri dinyatakan oleh Freinet sebagai berikut:

The normal method of acquiring knowledge is not through observation, explanation and demonstration, as is most common in school, but rather through enquiry based learning, which is a natural and universal course of action..... One does not gain knowledge through studying rules and laws, as some believe, but through experience (Ridwan Abdullah Sani, 2014: 89).

Berdasarkan pendapat Freinet tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pengetahuan tidak cukup diperoleh dari mengamati, penjelasan,

maupun demonstrasi, tetapi harus dengan tindakan aktif/ pengalaman langsung melalui inkuiri.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *inquiry* merupakan pendekatan pembelajaran *student centered* yang dalam pelaksanaan pembelajarannya terdiri dari kegiatan observasi, bertanya/ merumuskan masalah, mengajukan dugaan, melakukan percobaan, mengumpulkan data, kemudian menyimpulkan supaya peserta didik dapat menemukan/ membentuk sendiri pengetahuan, sikap, dan keterampilannya sebagai wujud adanya perubahan perilaku.

b. Kelebihan dan Kelemahan *Inquiry*

Julie Luft, Randy L. Bell, and Julie Gess (2008: 1) mengatakan bahwa “*The National Science Educational Standards proclaim that inquiry is “at the heart of science and science learning” and represents “the central strategy for teaching science.”* Berdasarkan pendapat tersebut, maka *inquiry* sangatlah penting digunakan dalam IPA karena merupakan “jantung” dan strategi pusat untuk membelajarkan IPA.

Holdzdom dan Lutz (1985), melaporkan bahwa “*inquiry teaching in school have greater impact. When inquiry models of teaching were implemented, they were very effective in enhancing student performance, attitudes and skill development*” (Douglas Llewellyn, 2005: 95). Berdasarkan pendapat Holdzdom dan Lutz tersebut, pembelajaran *inquiry* di sekolah mengakibatkan dampak

yang lebih hebat. Model pembelajaran *inquiry* yang diterapkan, sangat efektif dalam meningkatkan tindakan, sikap, dan keterampilan siswa.

NSES (2008: 308-309) berpendapat bahwa:

Inquiry extend beyond the mere development of process skills such as observing, inferring, classifying, predicting, measuring, questioning, interpreting, and analyzing data. Students are expected to be able develop scientific question and then design and conduct investigations that will yield the data nesessary for arriving at conclusions for the stated questions.

penyelidikan (*inquiry*) tidak hanya meningkatkan keterampilan proses sains (*science process skills*), seperti mengobservasi, menginferensi, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menanya, menafsirkan, dan menganalisis data. Melalui penyelidikan siswa juga diharapkan mampu mengembangkan pertanyaan ilmiah, merancang dan melakukan penyelidikan, sehingga menghasilkan data untuk mendapatkan kesimpulan yang mampu digunakan untuk pertanyaan lain.

Kelebihan metode *inquiry* menurut Bruner, seorang psikologi dari Harvard University di Amerika Serikat adalah sebagai berikut:

- 1) Siswa akan memahami konsep-konsep dasar dan ide-ide lebih baik.
- 2) Membantu dalam menggunakan daya ingat dan transfer pada situasi-situasi proses belajar yang baru
- 3) Mendorong siswa untuk berpikir inisiatif dan merumuskan hipotesisnya sendiri.
- 4) Mendorong siswa untuk berpikir dan bekerja keras atas inisiatifnya sendiri.

- 5) Memberikan kepuasan yang bersifat intrinsik.
- 6) Situasi proses belajar menjadi lebih merangsang.

(Khoirul Anam, 2016: 15-16).

Selain memiliki kelebihan, metode *inquiry* juga memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut:

- 1) Siswa harus memiliki kesiapan dan kematangan mental, siswa harus berani dan berkeinginan untuk mengetahui keadaan sekitarnya dengan baik;
- 2) Apabila jumlah siswa di kelas terlalu banyak, maka hasil yang dicapai kurang memuaskan;
- 3) Guru dan siswa yang terbiasa dengan Proses Belajar Mengajar gaya lama akan merasa kesulitan

(Nanang Hanifah dan Cucu Suhana, 2009: 79).

c. *Guided Inquiry*

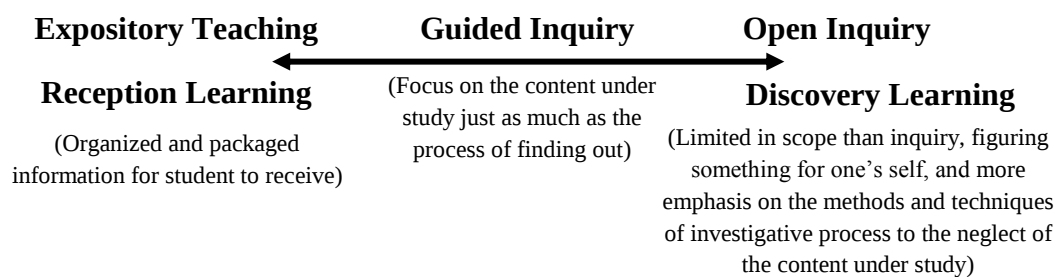
Eugene L. Chiappetta and Thomas R. Koballa (2010: 125), mengemukakan bahwa:

Experience and research support the guided inquiry approach where students are given structure, directions, and cues during the learning process. The guided inquiry approach aims at keeping students mentally engaged so that they are learning core content, which includes active participation and learning how to learn..... All of the national standards promote the guided approach to science learning. The amount of guidance that a teacher provides is dictated by the nature of the content, students' abilities, resources available, and having enough time to carry out the investigation.

Percobaan dan penelitian mendukung pendekatan *guided inquiry*, di mana peserta didik diberikan struktur, petunjuk, dan bantuan selama

proses pembelajaran. Pendekatan *guided inquiry* menjaga mentalitas peserta didik, sehingga mereka belajar konten inti dengan partisipasi aktif. Bimbingan yang diberikan oleh guru ditentukan oleh sifat dari isi/ konten, kemampuan peserta didik, sumber yang tersedia, dan waktu yang ada untuk melakukan penyelidikan.

Berikut merupakan perbedaan antara pengajaran ekspositori, *guided inquiry*, dan *open inquiry* menurut Eugene L. Chiappetta and Thomas R. Koballa, (2010: 125):



Gambar 4. Perbedaan Pengajaran Ekspositori, *Guided Inquiry*, & *Open Inquiry*

Menurut Muhammad Fathurrohman (2015: 106), inkuiri terbimbing merupakan salah satu jenis pembelajaran inkuiri yang dalam pelaksanaannya guru menyediakan bimbingan atau petunjuk cukup luas kepada peserta didik. Sebagian perencanaannya dibuat oleh guru, peserta didik tidak merumuskan problem atau masalah. Dalam pembelajaran inkuiri terbimbing, guru tidak melepas begitu saja kegiatan-kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik.

Peserta didik bekerja (bukan hanya duduk, mendengarkan lalu menulis) untuk menemukan jawaban terhadap masalah yang dikemukakan oleh guru di bawah bimbingan yang intensif dari guru.

Tugas guru adalah ‘memancing’ siswa untuk melakukan sesuatu. Guru datang ke kelas dengan membawa masalah untuk dipecahkan oleh siswa, kemudian mereka dibimbing untuk menemukan cara terbaik dalam memecahkan masalah tersebut (Khoirul Anam, 2016: 17).

Pelaksanaan *guided inquiry* dilakukan atas petunjuk dari guru. Dimulai dari pertanyaan inti, guru mengajukan berbagai pertanyaan yang melacak, dengan tujuan untuk mengarahkan peserta didik ke titik kesimpulan yang diharapkan. Selanjutnya, siswa melakukan percobaan untuk membuktikan pendapat yang dikemukakan (Nanang Hanifah dan Cucu Suhana, 2009: 77).

Sejalan dengan pendapat Khoirul Anam dan Nanang Hanifah, menurut Hendro Darmojo dan Jenny R. E. Kaligis (1992: 32), dalam pendekatan *guided inquiry*, peran guru adalah memberikan bimbingan dan pengarahan agar siswa dapat mencapai tujuan atau dapat menemukan konsep-konsep IPA, melontarkan masalah serta memberikan alternatif pemecahannya, memonitor proses belajar, menolong siswa yang mengalami hambatan melalui pertanyaan-pertanyaan yang mengarahkan, dan memberikan penilaian.

Menurut Muhammad Fathurrohman (2015: 107), pertanyaan-pertanyaan pengarah pada pembelajaran *guided inquiry*, selain dikemukakan langsung oleh guru juga diberikan melalui pertanyaan yang dibuat dalam lembar kerja peserta didik baik berupa LKS

maupun modul. Oleh sebab itu, lembar kerja dibuat khusus untuk membimbing peserta didik dalam melakukan percobaan dan menarik kesimpulan.

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *guided inquiry* merupakan pendekatan pembelajaran *student centered*, yang pelaksanaannya terdiri dari kegiatan observasi, merumuskan masalah, mengajukan dugaan, melakukan percobaan, mengumpulkan data, dan menyimpulkan, di mana seluruh kegiatan tersebut dilakukan di bawah bimbingan guru, terutama dalam merumuskan permasalahannya.

5. ***Science Process Skills (Keterampilan Proses Sains)***

David Jener Martin (2009: 75) berkata bahwa “*science process skills are what scientists employ when they do science. They are “a set of broadly transferable abilities, appropriate to many science disciplines and reflective of the behavior of scientists”*”. Berdasarkan pendapat David Jener Martin tersebut, maka keterampilan proses sains merupakan apa yang dikerjakan saintis ketika melakukan sains. Keterampilan proses sains merupakan kemampuan-kemampuan yang dapat disalurkan melalui berbagai disiplin ilmu, yang mana merefleksikan tingkah laku saintis.

Menurut Mudilarto (2002: 14), keterampilan proses sains dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu:

- a. Keterampilan proses sains dasar, meliputi: mengamati/ observasi, mengklasifikasi, berkomunikasi, mengukur, dan membuat inferensi.

b. Keterampilan proses sains terpadu, meliputi: mengidentifikasi variabel, merumuskan definisi operasional dari variabel, menyusun hipotesis, merancang penyelidikan, mengumpulkan dan mengolah data, menyusun tabel data, menyusun grafik, mendeskripsikan hubungan antar variabel, menganalisis, melakukan penyelidikan, dan melakukan eksperimen.

Keterampilan proses sains terpadu dibangun dari keterampilan proses sains dasar (melalui integrasi maupun kombinasi dari proses sains dasar) (Rezba dkk. (1994) dalam Settlage and Sherry, 2012: 78).

Seturut dengan pendapat Mudilarto, menurut Patta Bundu (2006: 23), proses sains dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Tabel 4. Pengelompokan *Science Process Skills*

Keterampilan Dasar	Keterampilan Terintegrasi
a. Observasi	a. Mengontrol variabel
b. Menggunakan hubungan ruang	b. Menafsirkan data
c. Menggunakan angka	c. Menyusun hipotesis
d. Mengelompokkan	d. Menyusun definisi operasional
e. Mengukur	e. Melakukan percobaan
f. Mengkomunikasi	
g. Meramalkan/ Memprediksi	
h. Menyimpulkan/ Inferensi	

Berikut merupakan penjelasan dari keterampilan-keterampilan proses sains:

a. Observasi

Observasi merupakan proses kognitif yang menjadi ilmiah ketika memiliki tujuan dan perspektif teoritis. Ada perbedaan yang jelas antara “melihat” dan “mengamati”. Peserta didik “melihat” banyak hal, tetapi mereka tidak selalu “mengamati”. Untuk melakukan observasi

dibutuhkan intensitas stimulus tertentu. Observasi terjadi apabila lebih dari sekedar melihat, dan melihat akan terjadi apabila lebih dari sekedar menerima data stimulus (Johnstone, A.H. and A. Al-Shuaili, 2001: 43).

b. Mengklasifikasi

Menurut Mudilarto (2002: 15), klasifikasi merupakan pengelompokan yang dilakukan dengan mengamati kesamaan, perbedaan, hubungan saling keterkaitan. Persyaratan dasar dalam klasifikasi ini adalah harus bermanfaat. Sebagai contoh, kita melakukan klasifikasi mahasiswa berdasarkan program studi, jenis kelamin, dan lain sebagainya.

c. Memperkirakan/ Prediksi

Keterampilan meramalkan merupakan keterampilan yang penting karena dengan meramalkan, seseorang dapat memperkirakan apa yang akan terjadi kemudian dengan melihat pola atau gejala-gejala keteraturan (Usman Samatowa, 2011: 95).

d. Mengkomunikasi

Kemampuan komunikasi merupakan keterampilan proses yang penting karena kesimpulan dari hasil observasi, apa yang diprediksi, dan kesimpulan perlu dikomunikasikan pada orang lain (Patta Bundu, 2006: 125). Kemampuan berkomunikasi dengan orang lain adalah tergantung pada apa yang telah diketahui dan apa yang telah dilakukan. Grafik, peta, simbol, diagram, persamaan matematis, dan demonstrasi

visual serta kata-kata baik lisan maupun tertulis adalah beberapa cara yang dapat dilakukan untuk berkomunikasi di dalam sains. Komunikasi yang efektif adalah komunikasi yang jelas, cermat, dan tidak menimbulkan salah penafsiran (Mudilarto, 2002 : 15).

e. Menggunakan Alat/ Mengukur

Menurut Sрни M. Iskandar dan Eddy M. Hidayat (1996: 53), pengukuran adalah membuat observasi kuantitatif dengan membandingkan suatu standar konvensional atau non konvensional. Menurut Hendro Darmojo dan Jenny R. E. Kaligis (1992: 53), untuk dapat mengamati suatu objek dengan lebih cermat, diperlukan berbagai jenis alat pengukur. Jenis alat pengukur yang paling sederhana dan konkret adalah alat ukur panjang. Dengan pengukuran panjang dapat dilakukan pengukuran luas, dengan pengukuran luas dapat dilakukan pengukuran isi/ volume.

f. Hipotesis

Hipotesis adalah dugaan mengenai hubungan alasan yang mungkin ditemukan dalam percobaan/ penelitian. Hipotesis biasanya digunakan sebagai penuntun dalam penelitian. Pernyataan yang merupakan dugaan sementara adalah hipotesis (Srini M. Iskandar dan Eddy M. Hidayat, 1996: 55). *According David Jener Martin (2009: 164), a hypothesis is a statement of best guess as to the relationship between two variables. Hypothesis formulation is different from prediction. In prediction, we simply ask what would happen if we did something. In*

hypothesis formulation, we ask what would happen to one variable if we change an interacting variable.

g. Mengendalikan Variabel

Variabel merupakan faktor-faktor yang berpengaruh. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya perubahan terhadap faktor lain disebut peubah/ variabel bebas; sedangkan faktor yang dipengaruhi disebut faktor yang diubah/ variabel terikat (Dimyati dan Mudjiono, 2009: 63).

h. Merencanakan dan Melaksanakan Eksperimen

Menurut Dimyati dan Mudjiono (2009: 64-66), keterampilan merencanakan penelitian merupakan keterampilan yang kompleks meliputi : menetapkan masalah penelitian, menetapkan hipotesis, menetapkan alat dan bahan, menetapkan langkah percobaan, dan menetapkan format tabulasi data.

i. Menyimpulkan (Inferensi)

Jill Bailer, Joyce E. Ramig, and John M. Ramsey (2006: 34) say that *the explanations we use to depict events we experience are often called inferences. Inferences are based on observations and are simply explanations of observations. Inferences are always tentative.*

Menurut Mudilarto (2002: 15), dengan inferensi maka dapat dibuat hipotesis. Menurut Dimyati dan Mudjiono (2009: 67), inferensi merupakan kesimpulan yang diambil dari data observasi, sehingga menggunakan logika dan bersifat induktif, sedangkan hipotesis bertumpu pada hasil pemikiran, sehingga deduktif.

Menurut P3TK (1988) dalam Patta Bundu (2006: 31), ciri-ciri dari keterampilan setiap keterampilan proses adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Ciri-ciri Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses	Indikator/ Ciri Aktivitas
Observasi	Menggunakan alat indera sebanyak mungkin, mengumpulkan fakta yang relevan dan memadai
Klasifikasi	Mencari perbedaan, mengontraskan, mencari kesamaan, membandingkan, mencari dasar penggolongan
Aplikasi konsep	Menghitung, menjelaskan peristiwa, menerapkan konsep yang dipelajari pada situasi baru
Prediksi	Menggunakan pola, menghubungkan pola yang ada, dan memerkirakan peristiwa yang akan terjadi
Interpretasi/ menafsirkan	Mencatat hasil pengamatan, menghubungkan hasil pengamatan, dan membuat kesimpulan
Menggunakan alat	Berlatih menggunakan alat/ bahan, menjelaskan mengapa dan bagaimana alat digunakan
Eksperimen	Menentukan alat dan bahan yang digunakan, menentukan variabel, menentukan apa yang diamati, diukur, menentukan bagaimana data diolah dan disimpulkan
Mengkomunikasikan	Membaca grafik, tabel atau diagram, menjelaskan hasil percobaan, mendiskusikan hasil percobaan, dan menyampaikan laporan secara sistematis
Mengajukan pertanyaan	Bertanya, meminta penjelasan, bertanya tentang latar belakang hipotesis

Menurut Harlen (1996) dalam Patta Bundu (2006: 65), memberikan indikator keterampilan proses tingkat awal dan tingkat lanjut pada tabel berikut:

Tabel 6. Indikator Keterampilan Proses Tingkat Dasar dan Lanjut

Keterampilan Proses	Indikator	
	Tingkat Awal	Tingkat Lanjut
Mengobservasi	a. Menggunakan lebih dari satu alat indera b. Mengidentifikasi data dan kejadian yang nyata	a. Menggunakan beberapa alat indera b. Mengidentifikasi kesamaan dan perbedaan c. Mengurutkan secara teratur suatu objek atau peristiwa d. Menggunakan alat ukur untuk pengamatan lebih rinci e. Melakukan pengukuran dengan alat ukur yang sesuai
Menyusun Hipotesis	a. Menyusun alasan untuk menjelaskan sesuatu berdasarkan	a. Menyampaikan penjelasan secara konsisten sesuai data dan alasan kuat b. Menyarankan suatu penjelasan

Keterampilan Proses	Indikator	
	Tingkat Awal	Tingkat Lanjut
	pengalaman sebelumnya	secara konsisten sesuai metode ilmiah c. Menyadari kemungkinan adanya lebih dari satu penjelasan terhadap satu kejadian/ fenomena d. Menyadari penjelasan tersebut bersifat tentatif
Merencanakan dan Memprediksi	a. Mengajukan pertanyaan dan perkiraan yang akan terjadi b. Menyusun cara/ metode sederhana untuk menjawab atau menguji perkiraan	a. Menggunakan pengetahuan awal untuk membuat prediksi untuk diuji b. Menentukan variabel independent dan berfungsi sebagai kontrol c. Memanipulasi variabel agar penelitian berjalan objektif d. Menentukan variabel yang akan diukur atau dibandingkan e. Mengidentifikasi ketepatan alat ukur yang digunakan
Menafsirkan	a. Menggabungkan pengamatan berbeda b. Menggabungkan beberapa informasi c. Membandingkan penemuan dengan prediksi	a. Menggabungkan beberapa informasi dan mengidentifikasi hubungan antar variabel b. Meyakinkan diri bahwa semua pola hubungan sesuai semua dengan data c. Menunjukkan alasan yang dijadikan dasar kesimpulan secara umum
Mengkomunikasi	a. Menjelaskan dasar utama kegiatan dan penemuan b. Menggunakan model, gambar, dan grafik dari informasi yang ditemukan	a. Mengemukakan, menulis ide-ide dasar hasil penemuan b. Menggunakan grafik, tabel, dan simbol tertentu untuk menyajikan informasi c. Memilih alat komunikasi yang sesuai d. Memilih informasi yang relevan dengan data

Dari uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains (*science process skills*) merupakan keterampilan saintis dalam melakukan kegiatan ilmiah, untuk memecahkan masalah ataupun menjawab fenomena-fenomena alam. Kemampuan tersebut meliputi

kemampuan dasar yang meliputi mengobservasi, mengklasifikasi, mengukur, memprediksi, maupun mengkomunikasi dan kemampuan integrasi yang merupakan kombinasi dari kemampuan dasar, seperti kemampuan menyusun hipotesis dan melakukan percobaan. Keterampilan proses sains yang ditingkatkan dalam penelitian ini adalah keterampilan mengobservasi, mengukur, memprediksi, menyusun hipotesis, dan mengkomunikasi, yang indikatornya masing-masing disajikan pada tabel berikut:

Tabel 7. Indikator Keterampilan Proses Sains

<i>No.</i>	<i>Aspek Keterampilan Proses Sains</i>	<i>Indikator</i>
1.	Observasi	a. Menggunakan alat indera untuk observasi sesuai dengan kebutuhan data. b. Menuliskan data sesuai dengan fakta observasi. c. Melakukan observasi secara cepat dan tepat.
2.	Mengukur	a. Mampu menggunakan alat ukur dengan tepat sesuai prosedur. b. Mampu membaca skala pada alat ukur dengan tepat. c. Menuliskan hasil pengukuran dengan benar.
3.	Prediksi	a. Mampu mengetahui fakta dan pola yang berada dalam percobaan dari lingkungan dan kehidupan sehari-hari. b. Mampu menuliskan prediksi sesuai dengan gejala/ fenomena yang ada. c. Mampu memprediksi peristiwa yang akan terjadi dengan tepat.
4.	Hipotesis	a. Mampu menentukan variabel yang ada dalam percobaan. b. Mampu menjelaskan hubungan variabel dalam percobaan. c. Mampu menuliskan sebuah hipotesis.
5.	Mengkomunikasi	a. Mampu memilih dan menyampaikan informasi sesuai dengan data percobaan. b. Mampu mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan melalui presentasi. c. Mampu menuliskan data hasil percobaan pada tabel dengan tepat (mengkomunikasikan hasil

No.	Aspek Keterampilan Proses Sains	Indikator
		percobaan secara tertulis melalui tabel atau gambar).

6. *Scientific Attitude* (Sikap Ilmiah)

Menurut Adisusilo Sutarjo (2013: 67), sikap merupakan keadaan batiniah seseorang, yang dapat memengaruhi seseorang dalam melakukan pilihan-pilihan tindakan personalnya. Sikap terkait ranah kognitif dan ranah afektif serta membawa konsekuensi pada tingkah laku seseorang.

Sikap berhubungan dengan nilai dan kepribadian. Menurut Yvon Ambroise (1993), hubungan antara nilai, sikap, dan kepribadian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 5. Hubungan Nilai, Sikap, dan Kepribadian (Adisusilo Sutarjo, 2013: 69).

Norman Reid (2015: 5), menggambarkan hubungan antara pengetahuan dan sikap sebagai berikut:



Gambar 6. Hubungan Pengetahuan dan Sikap

Menurut Radha Mohan (2007: 37), *scientific attitude* (sikap ilmiah) terdiri dari *open-mindedness* (berpikiran terbuka), *curiosity* (ingin tahu), *tolerance* (toleransi), *honest doubt* (jujur terhadap keraguan), *respect for other's point of view* (menghargai pandangan orang lain), *critical observation and thought* (berpikiran dan mengobservasi secara kritis), *freedom from superstition* (bebas dari tahayul), *judgement made on scientific facts* (menyimpulkan berdasarkan fakta), *faith in cause and effect relationship* (percaya pada hubungan sebab dan akibat), dan *a planned procedure in solving problems* (merencanakan prosedur untuk menyelesaikan masalah).

Berikut merupakan penjelasan dari beberapa sikap ilmiah:

a. Sikap ingin tahu

Curiosity ditandai dengan tingginya minat dan keingintahuan anak terhadap setiap perilaku alam di sekitarnya. Anak sering mengamati benda-benda di dekatnya. *Curiosity* sering diawali dengan pengajuan pertanyaan.

b. Sikap untuk senantiasa mendahulukan bukti

Proses sains merupakan upaya pengumpulan dan penggunaan bukti untuk menguji dan mengembangkan gagasan. Suatu teori pada mulanya berupa gagasan imajinatif selama belum mampu menyajikan sebuah bukti untuk memverifikasi gagasan itu. Untuk mengukur sikap ini, guru perlu menanyakan kebenaran sehingga siswa memberikan alasannya (Usman Samatowa, 2011: 97).

c. Sikap luwes terhadap gagasan baru

Siswa perlu diberi pemahaman bahwa konsep ilmiah itu bersifat sementara. Artinya konsep itu bisa berubah manakala ada konsep lain yang lebih tepat. Bahkan, konsep baru itu kadang-kadang bertentangan dengan konsep lama. Sikap luwes dengan menerima gagasan baru ini perlu ditanamkan pada siswa. Pengalaman ini akan terbawa sampai siswa terjun di masyarakat. Siswa tidak aneh lagi ketika di masyarakat timbul beberapa pendapat yang saling bertentangan.

d. Sikap merenung secara kritis

Menurut Usman Samatowa (2011: 98), melalui proses perenungan siswa akan mengetahui apakah perlu mengulangi percobaan; ataukah ada alternatif lainnya untuk memecahkan masalah. Pengembangan sikap ini dapat dilakukan dengan membiasakan anak untuk merenung dan mengkaji kembali kegiatan yang sudah dilakukan (apakah prosedurnya perlu disempurnakan? apakah perlu menggunakan konsep lain? bagaimana memperoleh hasil yang lebih teliti?).

e. Sikap peka terhadap makhluk hidup dan lingkungan

Selama belajar sains menurut Usman Samatowa (2011: 98), siswa mungkin perlu menggunakan hewan dan tumbuhan yang ada di sekitarnya. Siswa mungkin perlu mengambil beberapa jenis ikan kecil di kolam. Siswa mungkin juga perlu menangkap sejumlah serangga yang ada di padang rumput. Setelah kegiatan pengujian/ penelitian,

anak perlu mengembalikan makhluk hidup yang telah digunakan ke habitatnya. Menurut Balitbang Dikbud (2004), cara tersebut dapat memupuk rasa cinta dan kepekaan anak terhadap lingkungannya. Sikap ini pada akhirnya bermuara kepada sikap mencintai dan menghargai kebesaran Tuhan Yang Maha Esa.

Menurut Harlen (1996) dalam Patta Bundu (2006: 140-1410), pengukuran sikap ilmiah didasarkan pada pengelompokan sikap sebagai dimensi yang selanjutnya dikembangkan menjadi indikator-indikator sikap setiap dimensi, sehingga memudahkan menyusun butir instrumen sikap ilmiah. Adapun indikatornya adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Indikator Sikap Ilmiah Menurut Patta Bundu

Dimensi	Indikator
Sikap ingin tahu	a. Antusias mencari jawaban b. Perhatian pada objek yang diamati c. Antusias pada proses sains d. Menanyakan setiap langkah kegiatan
Sikap respek terhadap data/ fakta	a. Objektif/ jujur b. Tidak memanipulasi data c. Tidak berburuk sangka d. Tidak mencampur fakta dengan pendapat
Sikap berpikir kritis	a. Meragukan temuan teman b. Menanyakan setiap perubahan/ hal baru c. Mengulangi kegiatan yang dilakukan d. Tidak mengabaikan data meskipun kecil
Sikap penemuan dan kreativitas	a. Menggunakan fakta-fakta untuk dasar konklusi b. Menunjukkan laporan berbeda dengan teman kelas c. Merubah pendapat dalam merespon terhadap fakta d. Menggunakan alat tidak seperti biasanya e. Menyarankan percobaan-percobaan baru f. Menguraikan konklusi baru hasil pengamatan
Sikap berpikiran terbuka	a. Menghargai pendapat/ temuan orang lain

Dimensi	Indikator
dan kerjasama	b. Mau merubah pendapat jika data kurang c. Menerima saran dari teman d. Tidak merasa selalu benar e. Menganggap setiap kesimpulan adalah tentatif f. Berpartisipasi aktif dalam kelompok
Sikap ketekunan	a. Melanjutkan meneliti sesudah “kebaruannya” hilang b. Mengulangi percobaan meskipun berakibat kegagalan c. Melengkapi satu kegiatan meskipun teman kelas selesai lebih awal
Sikap peka terhadap lingkungan sekitar	a. Perhatian terhadap peristiwa sekitar b. Partisipasi pada kegiatan sosial c. Menjaga kebersihan lingkungan sekolah

Robert B. Sund and Leslie W. Trowbridge (1973: 101-103),
memberikan indikator dari setiap keterampilan proses sebagai berikut:

Tabel 9. Indikator Sikap Ilmiah menurut Robert B. Sund

Sikap	Perilaku yang Teramati
Keingintahuan	a. Mengekspresikan keinginan untuk menginvestigasi hal baru b. Mengekspresikan tambahan informasi c. Bertanya mengenai bukti yang mendukung kesimpulan d. Mengekspresikan ketertarikan pada isu sains e. Mengekspresikan keinginan untuk satu penjelasan
Keterbukaan	a. Bersedia dikritik dan dievaluasi oleh orang lain b. Mencari dan mempertimbangkan bukti baru c. Menyadari bahwa pengetahuan belum lengkap d. Menyadari bahwa pengetahuan tentatif
Mendasarkan fakta	a. Menerima keterbatasannya pada pengetahuan b. Menyadari bahwa hukum perubahan berlaku daripada harapan/ keinginan c. Menyadari adanya beberapa sumber pengetahuan d. Menyadari kekeliruan dari usaha manusia e. Mengekspresikan kepercayaan pada sains yang dipengaruhi oleh lingkungan

Sikap	Perilaku yang Teramati
	f. Tidak mengganti data g. Menyadari penyelidikan dalam sains membutuhkan kerja keras h. Menyadari keterbatasan pengetahuan sebelumnya i. Menyadari sejarah perkembangan penemuan dalam sains j. Peraya bahwa dalam mencari kebaruan yang diinginkan harus mendasarkan pada pemahaman konsep tradisional.
Mengambil Risiko	a. Bersedia untuk dikritik b. Mengekspresikan pendapat, perasaan, atau kritik tanpa memperhatikan adanya wewenang c. Berpartisipasi bebas dalam diskusi kelas d. Mengindikasikan keinginan untuk menggunakan pendekatan baru
Objektif	a. Penyampaian pendapat didukung bukti b. Memilih generalisasi ilmiah yang telah bertahan dari tinjauan kritis
Ketepatan/ Ketelitian	a. Memilih pernyataan koheren b. Mencari definisi kata penting c. Sensitif pada kelayakan pernyataan yang diberikan d. Menunjukkan pemeriksaan masalah lebih dari satu sudut pandang
Percaya diri	a. Percaya pada keberhasilan penyelidikan b. Rela mengambil lompatan intuitif
Ketekunan	a. Mengikuti permasalahan untuk mendapatkan solusi
Kepuasan	a. Mengekspresikan kepuasan dalam prsoses penyelidikan b. Mengekspresikan kepercayaan bahwa penyelidikannya akan menghantarkan pada pencapaian masa depan
Menghormati struktur teoritis	a. Menyadari pentingnya model, teori, dan konsep b. Menyadari pentingnya penerimaan konsep dan teori hari-hari ini c. Menyadari pentingnya prosedur ilmiah untuk menggeneralisasi pengetahuan, teori, dan konsep baru

Sikap	Perilaku yang Teramati
Bertanggung jawab	a. Aktif membantu mencapai tujuan b. Mengerjakan tugas yang diberikan c. Bersikeras memertahankan bukti yang mendasari kesimpulan d. Menyarankan perubahan dalam peningkatan prosedur e. Menunjukkan hrmat pada kontribusi orang lain f. Mau membagikan pengetahuan pada orang lain g. Menawarkan kritik rasional h. Berinisiasi melakukan sesuatu yang menguntungkan dalam kelompok
Bermufakat dan bekerjasama	a. Bersedia mengubah gaya dan logat saat bekerja dengan orang lain b. Menyumbangkan bakat saat bantuan dibutuhkan dalam kelompok c. Mencari klarifikasi sudut pandang dari orang lain

Dalam pengukurannya, sikap ilmiah diukur dengan bentuk penilaian non tes. Teknik penilaian non-tes yang sering digunakan adalah pengamatan (observasi), melakukan wawancara (interview), menyebarkan angket (kuisisioner), dan dokumen (dokumentasi) (Patta Bundu, 2006: 142).

Berdasarkan pendapat para ahli dalam uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa sikap ilmiah (*scientific attitude*) merupakan keadaan batiniah seseorang saat melakukan kegiatan ilmiah, yang membawa konsekuensi pada tingkah lakunya. Sikap ilmiah yang ditingkatkan dalam penelitian ini adalah sikap ingin tahu, respek terhadap fakta, berpikir kritis, berpikiran terbuka, dan kerja sama, yang indikatornya masing-masing disajikan pada tabel berikut:

Tabel 10. Indikator Sikap Ilmiah

<i>No.</i>	<i>Sikap</i>	<i>Indikator</i>
1.	Ingin tahu	a. Mengobservasi objek percobaan dengan sungguh-sungguh (tidak bercanda dengan teman) b. Menanyakan langkah kegiatan yang akan ataupun sedang dilakukan c. Bertanya mengenai kegiatan yang akan dilakukan
2.	Respek terhadap fakta	a. Menuliskan data sesuai dengan hasil pengamatannya (objektif) b. Tidak memanipulasi langkah kegiatan untuk memperoleh hasil pengamatan yang dikehendaki c. Tidak meminta pendapat teman untuk ditulis pada tabel hasil pengamatan
3.	Berpikir kritis	a. Meragukan temuan teman b. Menanyakan perubahan/ hal baru yang tidak diketahui dalam kegiatan pembelajaran c. Mengulangi kegiatan tertentu (seperti pengukuran) untuk memastikan ketepatan data
4.	Berpikiran terbuka	a. Tidak merasa selalu paling benar (menerima saran dari teman selama kegiatan pembelajaran) b. Manampung pendapat/ temuan teman (sebagai pertimbangan/ bukti baru) c. Mau mengubah pendapat jika data yang diperoleh berbeda (menyadari pengetahuan tentatif)
5.	Kerja sama	a. Berpartisipasi aktif dalam kegiatan kelompok b. Menanyakan pendapat kepada orang lain berkaitan dengan percobaan c. Mau bekerja dengan setiap anggota dalam kelompok (tidak membedakan teman dalam satu kelompok)

7. Perolehan Nutrisi dan Transformasi Energi pada Tumbuhan

Setiap organisme merupakan suatu sistem terbuka yang berhubungan dengan lingkungannya melalui pertukaran energi dan materi secara terus-menerus. Di dalam aliran energi dan siklus kimia

yang memertahankan ekosistem agar tetap hidup, tumbuhan melakukan tahapan pokok dengan mentransformasi senyawa anorganik menjadi senyawa organik. Tumbuhan memerlukan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis. Namun untuk mensintesis bahan organik, tumbuhan juga memerlukan bahan mentah dalam bentuk bahan-bahan anorganik seperti CO_2 , H_2O , dan mineral lain. Melalui sistem akar dan sistem batang yang saling menjalin, tumbuhan memiliki jaringan kerja yang ekstensif dengan lingkungannya (baik tanah maupun udara) (Campbell *et al.*, 2003: 338).

Energi dan materi yang dipertukarkan oleh tumbuhan dengan lingkungan akan ditransportasikan menuju organel-organel tertentu melewati jaringan. Menurut I Gusti Ayu Tri Agustina (2014: 92), mekanisme transportasi pada tumbuhan dapat berlangsung karena adanya:

a) Imbibisi

Merupakan penyusupan atau peresapan air ke dalam ruang antar dinding sel, sehingga dinding sel akan mengembang.

b) Difusi

Merupakan gerakan menyebarnya molekul dari daerah berkonsentrasi tinggi (hipertonik) ke daerah berkonsentrasi rendah (hipotonik). Terjadi pada saat pengambilan O_2 dan pengeluaran CO_2 .

c) Osmosis

Perpindahan air dari daerah yang berkonsentrasi tinggi (hipertonik) ke daerah berkonsentrasi rendah (hipotonik). Melalui membran

semipermeabel. Membran *semipermeabel* adalah selaput pemisah yang hanya dapat ditembus air dan zat tertentu yang larut dalam air.

d) Transpor aktif

Merupakan mengangkutan lintas membran dengan menggunakan energi ATP melibatkan pertukaran ion Na^+ dan K^+ (pompa ion), serta protein kontraspor yang akan mengangkut Na^+ bersama molekul lain.

Menurut Hieronymus Yulipriyanto (2010: 123), semua tanaman memerlukan 17 unsur untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Unsur C, H, dan O disediakan oleh udara dan air, sedangkan unsur lain disediakan oleh tanah. Unsur yang diperlukan oleh tanaman dalam jumlah besar (unsur makro) meliputi nitrogen (N), fosfor (P), K (Kalium), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), sulfur (S). Selain itu, tumbuhan juga memerlukan unsur lain dalam jumlah kecil (unsur mikro) yang meliputi besi (Fe), boron (B), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), molibdenum (Mo), dan klorida (Cl).

Mineral diserap oleh tumbuhan dalam bentuk ion. Menurut Starr *et al.* (2009: 340), ketersediaan mineral bagi tumbuhan dalam bentuk ion adalah sebagai berikut.

Tabel 11. Ketersediaan Mineral dalam Wujud Ion

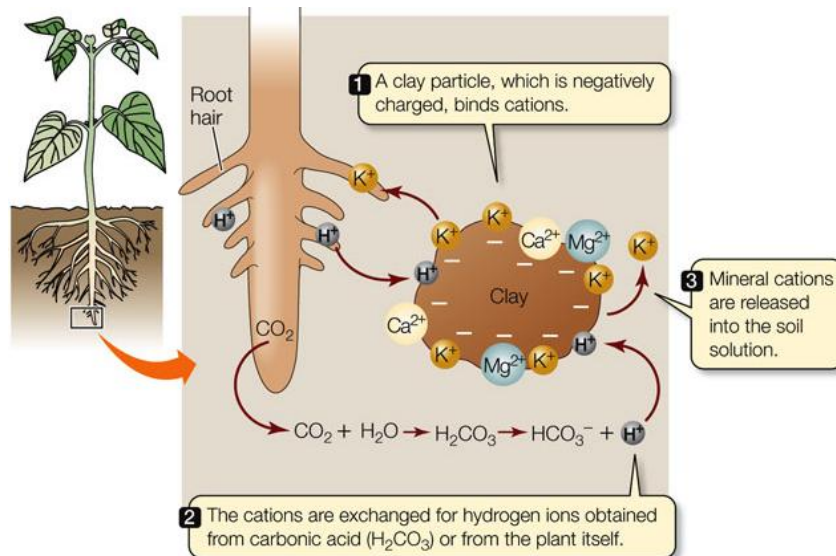
UNSUR	BENTUK YANG TERSEDIA BAGI TUMBUHAN
Makronutrien	
Karbon	CO_2 (senyawa)
Oksigen	O_2 (senyawa)
Hidrogen	H_2O (senyawa)
Nitrogen	NO_3^- , NH_4^+

Sulfur	SO_4^{2-}
Fosfor	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}
Kalium	K^+
Kalsium	Ca^{2+}
Magnesium	Mg^{2+}
Mikronutrien	
Klorin	Cl^-
Besi	Fe^{3+} , Fe^{2+}
Boron	H_2BO_3^-
Mangan	Mn^{2+}
Seng	Zn^{2+}
Tembaga	Cu^+ , Cu^{2+}
Molibdenum	MoO_4^-
Nikel	Ni^{2+}

Menurut Campbell *et al.* (2003: 342-343), tumbuhan menyerap mineral dalam wujud larutan dalam tanah. Beberapa air yang mengandung mineral menempel sangat erat pada partikel tanah yang sangat hidrofilik sehingga tidak dapat diserap tumbuhan. Lapisan yang terikat kurang kuatlah yang mampu diserap oleh tumbuhan.

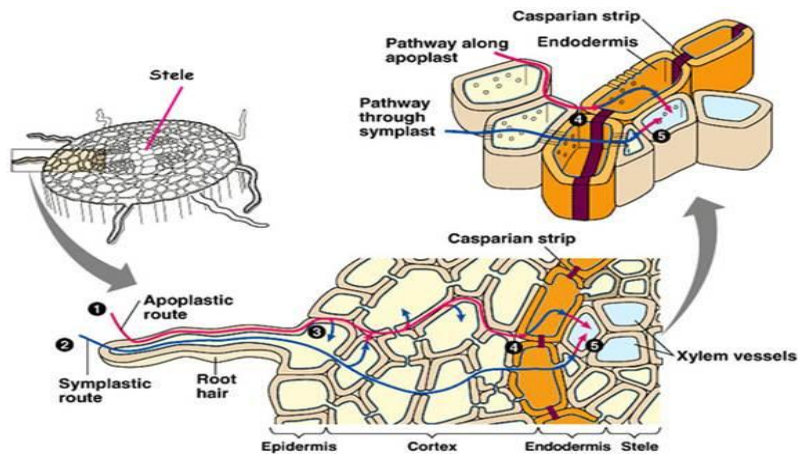
Mineral tanah yang bermuatan positif seperti kalium (K^+), Kalsium (Ca^{2+}), dan Magnesium (Mg^{2+}) menempel melalui daya tarik listrik pada partikel tanah liat yang bermuatan negatif. Dengan demikian, ketika hujan lebat akan membantu mencegah terjadinya pencucian nutrisi mineral. Sebaliknya mineral bermuatan negatif seperti nitrat (NO_3^-), fosfat (H_2PO_4^-), dan sulfat (SO_4^-) karena tidak terikat kuat cenderung tercuci lebih cepat. Mineral bermuatan positif dibuat tersedia bagi

tumbuhan saat ion hidrogen dalam tanah menggantikan ion mineral dari partikel tanah melalui *cation exchange* yang dirangsang oleh akar dengan mensekresikan H^+ dan senyawa yang membentuk asam dalam larutan tanah.



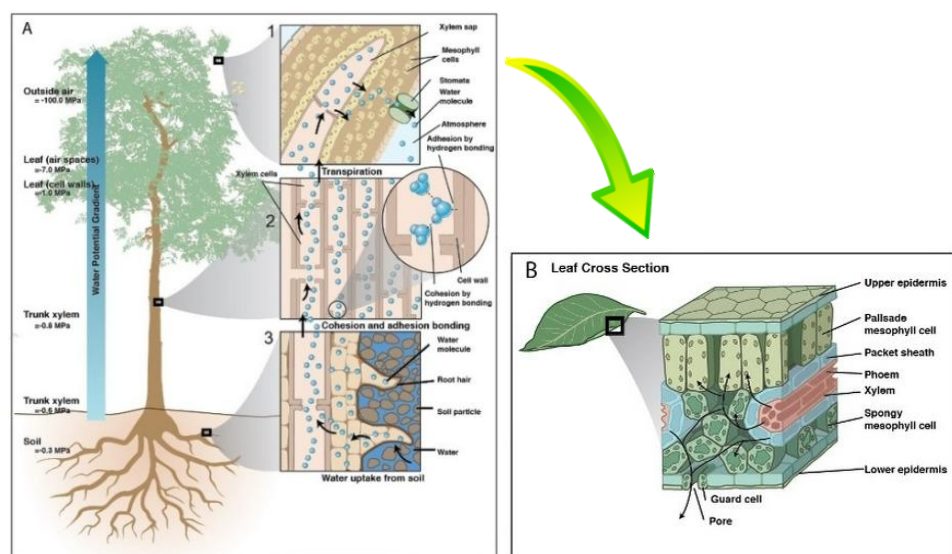
Gambar 7. Pertukaran Ion pada Akar
Sumber: <https://id.pinterest.com>

Pengangkutan air dan mineral dimulai ketika air memasuki tumbuhan melalui rambut akar. Begitu sampai dalam lapisan epidermis, air terus bergerak mengalir di antara sel-sel korteks. Untuk memasuki silinder pusat (stele), air harus melalui sitoplasme sel-sel endodermis. Begitu berada dalam silinder pusat, air bebas bergerak di antara sel maupun melaluinya. Pada akar muda, air langsung masuk ke dalam xilem. Akan tetapi, dalam akar tua, untuk masuk ke dalam xilem, air harus melalui berkas floem dan kambium terlebih dahulu (John W. Kimball, 1998 : 489-490).



Gambar 8. Jalur Pengangkutan Mineral dan Air pada Akar
Sumber : <http://preuniversity.grkraj.org>

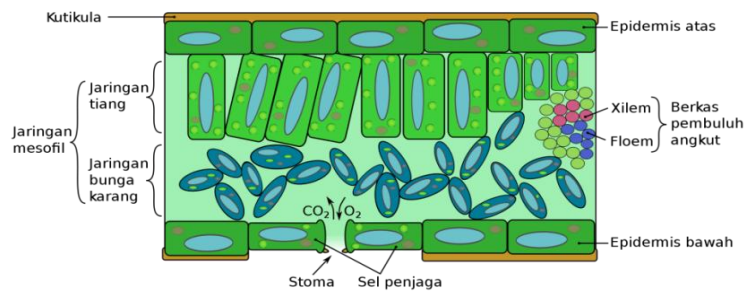
Setelah air memasuki xylem pada akar, maka selanjutnya air akan disalurkan menuju daun untuk digunakan dalam proses fotosintesis maupun dibuang langsung ke atmosfer bebas. Menurut Starr *et al.* (2009: 338), umumnya lebih dari 90% air yang diserap oleh tumbuhan hilang melalui transpirasi dan hanya sebagian kecil saja yang menyumbangkan atom pada molekul organik hasil fotosintesis. Berikut merupakan gambaran pengangkutannya.



Gambar 9. Pengangkutan Mineral dan Air pada Tumbuhan
Sumber: <http://www.nature.com>

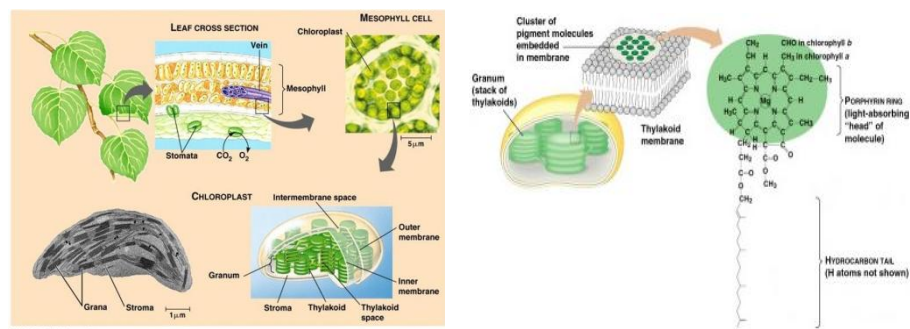
Menurut Campbell *et al.* (2003: 355-357), beberapa faktor yang memengaruhi pengangkutan larutan adalah tarikan transpirasi, kohesi, dan tegangan. Transpirasi terjadi karena potensial air udara luar lebih rendah (kering) daripada potensial air di dalam tumbuhan, sehingga melalui stomata akan terjadi mekanisme difusi dan penguapan/ evaporasi. Karena air bergerak dari daerah berpotensi tinggi ke daerah berpotensi rendah (yang lebih negatif), maka sel mesofil daun yang kehilangan air ke rongga udara tempat air berdifusi melalui stomata akan memberikan tarikan (tarikan transpirasi). Xilem yang tersusun dari pipa-pipa kapiler membantu transpor larutan melalui gaya kohesi dan adhesi. Kohesi air memungkinkan air tertarik ke atas tanpa pemisahan molekul. Molekul air yang keluar dari xilem daun menyeret molekul di sebelahnya dan seterusnya. Sementara itu, adhesi molekul air yang kuat ke dinding hidrofil sel xilem membantu mengatasi gaya gravitasi ke bawah sehingga mineral anorganik dapat disalurkan sampai pada daun.

Daun merupakan modifikasi dari batang yang paling banyak mengandung klorofil. Selain digunakan sebagai tempat pembentukan makanan (fotosintesis), daun juga digunakan oleh tumbuhan untuk sarana penguapan dan pernapasan. Daun terdiri dari epidermis, parenkim/ mesofil, dan jaringan pembuluh (I Gusti Ayu Tri Agustina, 2014: 83-84). Gambaran penampang melintang daun adalah sebagai berikut:



Gambar 10. Penampang Melintang Daun
Sumber: <http://dosenbiologi.com>

Fotosintesis adalah proses pemanfaatan energi matahari oleh tumbuhan hijau untuk mengubah bahan kimia anorganik menjadi bahan makanan. Fotosintesis berlangsung pada organela kloroplas yang mengandung klorofil. Kloroplas terdiri atas grana dan stroma. Grana terdiri atas tilakoid yang mengandung klorofil. Pembentukan glukosa sebagai produk akhir fotosintesis berlangsung di stroma (I Gusti Ayu Tri Agustina, 2014: 99).



Gambar 11. Letak dan Bagian Kloroplas (kiri), Letak Klorofil (kanan)
Sumber: <http://wanenoor.blogspot.co.id>

Menurut Saeful Karim dkk. (2008: 100), reaksi fotosintesis dapat dirumuskan sebagai berikut :

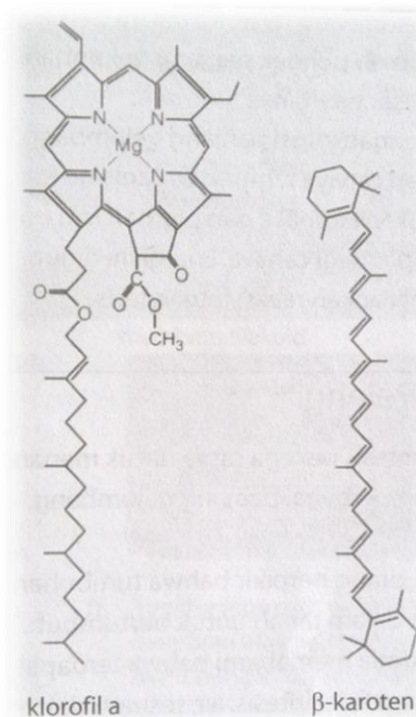


Gambar 12. Reaksi Fotosintesis

Menurut Starr *et al.* (2009: 120), cahaya tampak merupakan energi elektromagnetik yang dipancarkan oleh Matahari. Energi elektromagnetik dari cahaya terdapat dalam satu kesatuan yang disebut foton. Energi foton dan panjang gelombangnya saling berhubungan. Foton yang memiliki energi paling kecil merambat dalam panjang gelombang paling besar, demikian sebaliknya.

Pada proses fotosintesis tumbuhan hijau, cahaya matahari diserap oleh pigmen (molekul organik yang mengabsorpsi panjang gelombang tertentu). Pigmen klorofil a berwarna hijau, pigmen antosiain berwarna ungu, fikoeritrobin berwarna merah, karoten berwarna kuning, fikosianobilin berwarna biru dan lain sebagainya. Kebanyakan organisme fotosintesis menggunakan berbagai pigmen dalam fotosintesis. Akan tetapi, karena pada daun tumbuhan biasanya berlimpah klorofil, maka warna hijau menutupi pigmen lain (Starr *et al.*, 2009: 121).

Bagian penangkap cahaya dari pigmen berupa susunan atom yang bersilangan antara ikatan tunggal dan ikatan rangkap. Elektron atom ini menempati suatu orbital sepanjang semua atom tersebut. Elektron dalam susunan tersebut mudah mengabsorpsi foton. Absorbansi foton mengeksitasi elektron karena tambahan energi menyebabkan elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron tereksitasi kembali secara cepat ke tingkat energi yang lebih rendah dengan melepaskan tambahan energi (Starr *et al.*, 2009: 121).



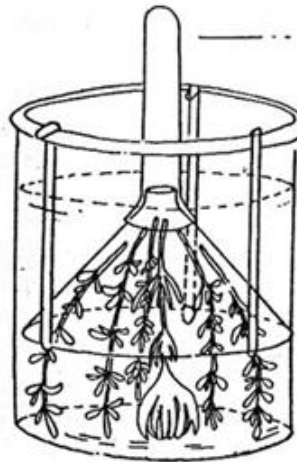
Gambar 13. Dua Struktur Pigmen Fotosintesis
Sumber: Starr *et al.*, 2009: 121

Untuk membuktikan produk fotosintesis dapat dilakukan beberapa uji. Uji Sach untuk membuktikan dihasilkannya karbohidrat pada fotosintesis dan uji Ingenhousz untuk membuktikan dihasilkannya gas O₂ pada fotosintesis.

Menurut Kuswanto dkk. (2009: 129), uji Sachs dilakukan dengan menguji daun yang tidak terkena cahaya matahari dengan mengamati perubahan warna ketika ditambahkan dengan yodium. Sebelum ditambahkan dengan yodium, daun dicelupkan dalam alkohol selama beberapa menit untuk melarutkan klorofil.

Menurut Ekosari Roektingroem dkk. (2012: 38), uji Ingenhousz dilakukan dengan merangkai alat dan bahan berupa gelas beker (1l),

tabung reaksi, corong gelas, tanaman hydrila, air, dan kawat seperti pada gambar berikut.



Gambar 14. Percobaan Ingenhousz
Sumber: <http://agustinadiah.blogspot.co.id>

kemudian menguji gas yang terbentuk dengan bara korek api. Apabila bara membara, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa gas yang terbentuk adalah oksigen.

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Erfina Prisca Indriyani (2013) tentang “Pengembangan LKS IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing guna Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa dengan Tema Rahasia di Balik Pernapasan”. Berdasarkan penelitian tersebut, terjadi peningkatan keterampilan menyusun hipotesis sebesar 48,60%, keterampilan observasi sebesar 51,50%, mengukur sebesar 19,90%, klasifikasi sebesar 39,60%, dan mengkomunikasi sebesar 45,70%.

Penelitian yang dilakukan oleh Dr. Paidi, M.Si. (2007) dari FMIPA UNY, mengenai “Peningkatan *Scientific Skills* Siswa melalui Implementasi Metode *Guided Inquiry* pada Pembelajaran Biologi di SMAN 1 Sleman” juga

relevan dengan penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bimbingan melakukan proses sains menggunakan panduan tertulis dan panduan lisan guru mampu meningkatkan *scientific skill* siswa. Peningkatan jumlah siswa yang mampu melakukan percobaan dan melaporkan hasilnya meningkat dari 50% menjadi 75%. Sedangkan jumlah siswa yang menguasai keterampilan proses sains (*scientific process skills*) meningkat dari 50% menjadi 72%.

Penelitian yang dilakukan oleh Siska Nugrahaeni Margiastuti (2015), mengenai “Penerapan Model *Guided Inquiry* terhadap Sikap Ilmiah dan Pemahaman Konsep Siswa pada Tema Ekosistem” juga relevan dengan penelitian ini. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut menunjukkan presentase sikap ilmiah siswa pada kelas eksperimen sebesar 86% dan kelas kontrol sebesar 82%.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka dapat diketahui bahwa penggunaan *guided inquiry* mampu meningkatkan baik *science process skills* (keterampilan proses sains) maupun *scientific attitude* (sikap ilmiah). Dengan demikian, maka dapat dijadikan acuan bagi pengembangan LKPD berbasis *guided inquiry* yang akan dilakukan penulis.

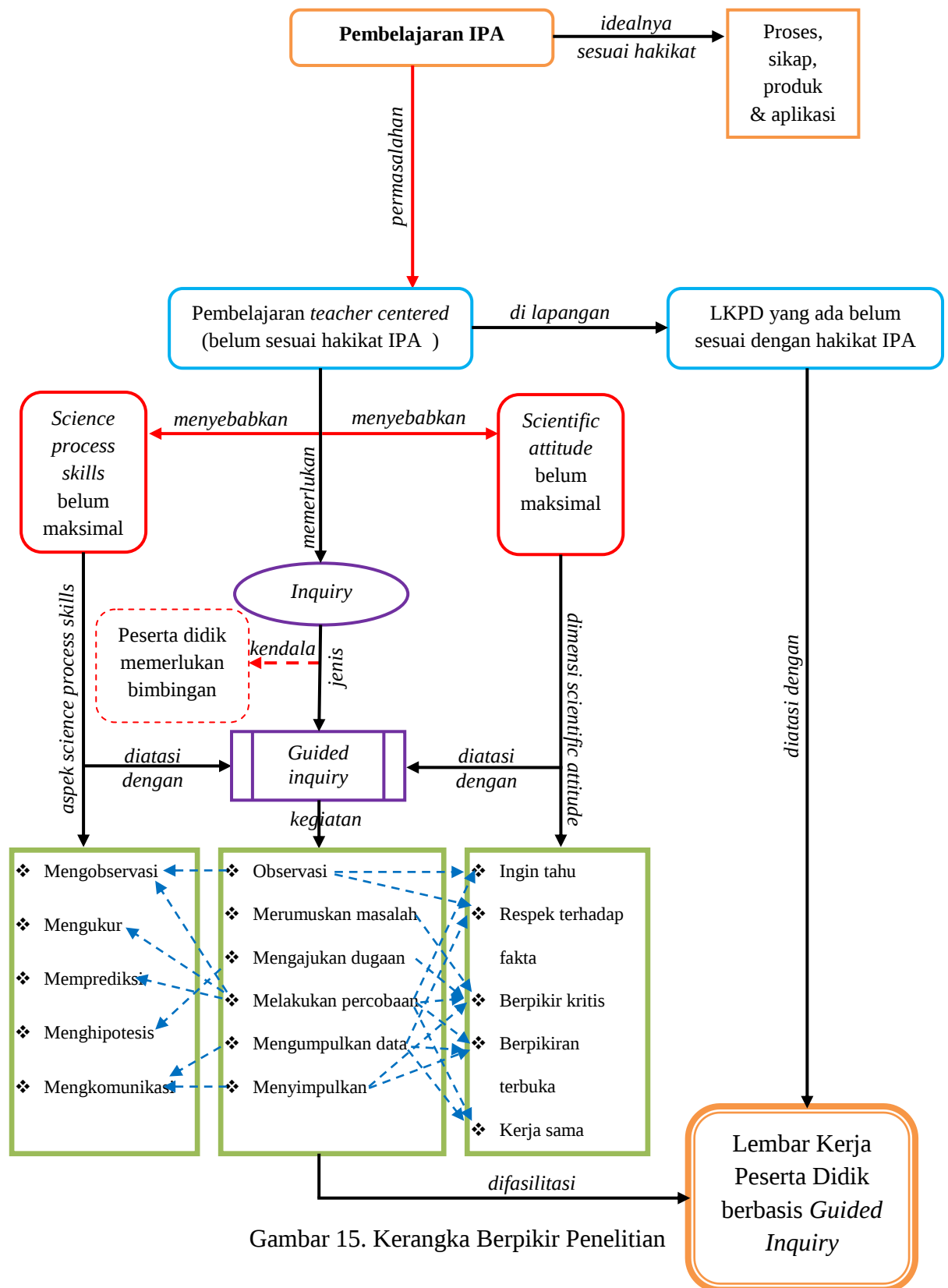
C. Kerangka Berpikir

Pembelajaran IPA seharusnya dilakukan sesuai dengan hakikat IPA. Karena pada hakikatnya IPA merupakan proses, sikap, produk, dan aplikasi, maka seharusnya pembelajaran IPA hendaknya dilakukan secara *student centered*, sehingga potensi peserta didik (berupa pengetahuan, sikap, dan

keterampilan) dapat berkembang. Dengan demikian peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan, tetapi juga melakukan proses dan mengembangkan sikap, terlebih mampu mengaplikasikan produk dalam kehidupan.

Berdasarkan hasil observasi, pembelajaran IPA di kelas VIII C SMPN 1 Mlati belum sesuai dengan hakikat IPA karena dilakukan secara *teacher centered*. Pembelajaran yang belum sesuai dengan hakikat IPA tersebut menyebabkan *science process skills* dan *scientific attitude* peserta didik belum optimal. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan pembelajaran *inquiry*. Karena peserta didik masih memerlukan bimbingan, maka *inquiry* yang digunakan adalah *guided inquiry*.

Pembelajaran IPA yang aktif ditunjang dengan adanya bahan ajar berupa LKPD. Akan tetapi, LKPD yang ada di SMPN 1 Mlati belum sesuai dengan hakikat IPA (karena masih berupa ringkasan materi dan latihan soal). Dengan demikian perlu dikembangkanlah LKPD IPA berbasis *guided inquiry* ini untuk meningkatkan *science process skills* dan *scientific attitude* peserta didik.



Gambar 15. Kerangka Berpikir Penelitian