

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Hakikat IPA

Istilah Ilmu Pengetahuan Alam atau IPA dikenal juga dengan sains. Kata sains ini berasal dari bahasa Latin yaitu *scientia* yang berarti "saya tahu". Dalam bahasa Inggris, kata sains berasal dari kata *science* yang berarti "pengetahuan". *Science* kemudian berkembang menjadi *social science* yang dalam Bahasa Indonesia dikenal dengan Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS) dan *natural science* yang dalam Bahasa Indonesia dikenal dengan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Wahyana (1986) dalam Trianto (2010: 136) mengatakan bahwa IPA adalah suatu kumpulan pengetahuan tersusun secara sistematis, dan dalam penggunaannya secara umum terbatas pada gejala-gejala alam. Perkembangannya tidak hanya ditandai oleh adanya kumpulan fakta, tetapi oleh adanya metode ilmiah dan sikap ilmiah. Lebih jelasnya, IPA merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah yang dibangun atas dasar sikap ilmiah dan hasilnya terwujud sebagai produk ilmiah yang tersusun atas tiga komponen terpenting berupa konsep, prinsip, dan teori yang berlaku secara universal.

Menurut pendapat Carin & Sund (1989: 4), “*Science is the system of knowing about the universe through data collected by observation and controlled experimentation*”.

Kutipan di atas menjelaskan bahwa Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada hakikatnya merupakan pengetahuan yang sistematis, tersusun secara teratur, dan berlaku umum (universal), ilmu ini memahami alam semesta melalui observasi dan eksperimen yang terkontrol.

Empat unsur utama dari hakikat IPA menurut Pusat Kurikulum (2007: 6) dalam Trianto (2014: 154) yaitu pertama, 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*; kedua, proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah, metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran, dan penarikan kesimpulan; ketiga, produk: berupa fakta, prinsip, teori, dan hukum; dan keempat, aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari. Keempat unsur itu merupakan ciri IPA yang utuh yang sebenarnya tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

Lebih lanjut, pandangan Koballa & Chiappetta (2010: 105-115) mendefinisikan IPA sebagai *a way of thinking, a way of investigating, a body of knowledge*, dan *science and its interaction with technology and society*. Dapat disarikan bahwa dalam IPA terdapat dimensi cara berpikir,

cara investigasi, bangunan ilmu dan kaitannya dengan teknologi dan masyarakat.

- a. IPA sebagai cara berpikir (*a way of thinking*) meliputi keyakinan, rasa ingin tahu, imajinasi, pemikiran, hubungan sebab-akibat, *self examination*, keragu-raguan, obyektif, dan berpikir terbuka.
- b. IPA sebagai cara berinvestigasi/menyelidiki (*a way of investigating*) mempelajari mengenai bagaimana para ilmuwan bekerja melakukan penemuan-penemuan, jadi IPA sebagai proses memberikan gambaran mengenai pendekatan yang digunakan untuk menyusun pengetahuan, seperti mengembangkan keterampilan proses ilmiah, menggunakan metode ilmiah, dan memperhatikan proses inkuiri.
- c. IPA sebagai bangunan ilmu (*a body of knowledge*) merupakan hasil dari berbagai bidang ilmiah yang merupakan produk dari penemuan manusia.
- d. IPA sebagai bentuk interaksi keterkaitan antara teknologi dan masyarakat (*science and its interaction with technology and society*) berarti IPA, teknologi dan masyarakat merupakan unsur-unsur yang saling mempengaruhi satu sama lain. Banyak penemuan ilmuwan yang dipengaruhi oleh interaksinya dengan teknologi maupun dengan masyarakat sosial.

Merujuk dari beberapa definisi yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa hakikat IPA adalah ilmu pengetahuan yang disajikan secara menyeluruh/holistik untuk mempelajari alam dan gejala-gejalanya

atas dasar unsur sikap, proses, produk, dan aplikasi kaitannya dengan teknologi dan masyarakat. Unsur-unsur tersebut merupakan suatu kesatuan yang utuh. Oleh karena itu, diharapkan peserta didik memiliki pengetahuan secara utuh dengan mengalami dan merasakan proses pembelajaran secara nyata, sehingga mampu memahami dan menghayati fenomena alam melalui kegiatan penyelidikan suatu permasalahan yang harus dipecahkan dan penentuan solusi yang tepat untuk mengurangi permasalahan yang ada. Hal ini akan memberikan pengaruh positif terhadap kualitas proses pembelajaran.

2. Pembelajaran IPA di SMP/MTs

Menurut M. Atwi Suparman (2012: 40), proses pembelajaran dibangun berdasarkan strategi pembelajaran (*instructional strategy*) tertentu. Strategi tersebut berbentuk sintesis dari langkah-langkah kegiatan pembelajaran, metode dan alat, serta waktu yang seluruhnya diorganisasikan untuk menyajikan isi pembelajaran (*instructional contents*) ke arah pencapaian tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

Pembelajaran IPA terpadu di SMP meliputi bidang kajian MakhluK Hidup dan Proses Kehidupan (Biologi), Materi dan Sifatnya (Kimia), Energi dan Perubahannya (Fisika) dan Bumi dan Alam Semesta (Geologi, Meteorologi, dan Astronomi). Tujuan pembelajaran IPA terpadu tercantum dalam Pusat Kurikulum (2007: 7) dalam Trianto (2010: 155-157) meliputi:

a. Meningkatkan efisien dan efektivitas pembelajaran

Pembelajaran yang disajikan terpisah-pisah antara dua atau lebih pembelajaran yang mempunyai keterkaitan materi, maka akan memungkinkan terjadinya tumpang tindih dan pengulangan, sehingga membutuhkan waktu dan energi yang lebih banyak, serta membosankan bagi peserta didik. Bila konsep tumpang tindih dan pengulangan dapat dipadukan, maka pembelajaran akan lebih efisien dan efektif.

b. Meningkatkan minat dan motivasi

Pembelajaran IPA terpadu dapat mempermudah dan memotivasi peserta didik untuk mengenal, menerima, menyerap, dan memahami keterkaitan atau hubungan antara konsep pengetahuan dan nilai atau tindakan yang termuat dalam tema tersebut. Peserta didik akan lebih termotivasi dalam belajar apabila mereka merasa bahwa pembelajaran itu bermakna baginya, dan apabila mereka berhasil menerapkan apa yang telah mereka pelajarnya.

c. Beberapa kompetensi dasar tercapai sekaligus

Pembelajaran IPA secara terpadu dapat menghemat waktu, tenaga, dan sarana, serta biaya karena pembelajaran beberapa kompetensi dasar dapat diajarkan sekaligus. Selain itu, pembelajaran IPA terpadu juga menyederhanakan langkah-langkah pembelajaran.

Penjelasan Trianto (2010: 154), dalam pembelajaran IPA keempat unsur IPA yang meliputi sikap, proses, produk, dan aplikasi diharapkan muncul, sehingga peserta didik dapat mengalami proses pembelajaran

secara utuh dan menyeluruh, memahami fenomena alam melalui kegiatan pemecahan masalah, metode ilmiah, dan meniru cara ilmuwan bekerja dalam menemukan fakta yang baru. Pembelajaran IPA menurut Pusat Kurikulum (2007: 6) dalam penjelasan Trianto (2010: 152), menekankan pada pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik mampu memahami alam sekitar melalui proses “mencari tahu” dan “berbuat”, hal ini akan 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.

3. Model Keterpaduan Pembelajaran IPA

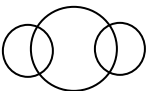
Konsep mengenai pembelajaran terpadu yang dikemukakan oleh Trianto (2010: 57) adalah suatu pendekatan belajar mengajar yang melibatkan beberapa bidang studi untuk memberikan pengalaman bermakna kepada anak didik. Dikatakan bermakna karena dalam pengajaran terpadu, anak akan memahami konsep-konsep yang mereka pelajari itu melalui pengamatan langsung dan menghubungkannya dengan konsep lain yang mereka pahami.

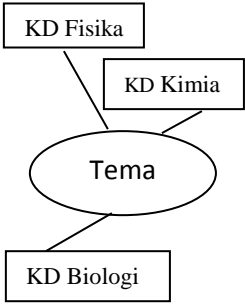
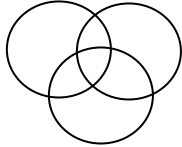
Pembelajaran IPA terpadu merupakan pendekatan yang mencoba menggabungkan antara berbagai bidang kajian IPA, yaitu fisika, kimia, dan biologi, maka dalam pelaksanaannya tidak lagi terpisah-pisah

melainkan menjadi satu kesatuan (Pusat Kurikulum, 2007: 21). Model pembelajaran ini pada hakikatnya merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memungkinkan peserta didik baik secara individual maupun kelompok aktif mencari, menggali, dan menemukan konsep serta prinsip secara holistik dan otentik.

Model keterpaduan suatu kajian ilmu dibedakan menjadi sepuluh model antara lain: (1) *fragmented*, (2) *connected*, (3) *nested*, (4) *sequenced*, (5) *shared*, (6) *webbed*, (7) *threaded*, (8) *integrated*, (9) *immersed*, dan (10) *networked*. Model keterpaduan yang sering dikembangkan dalam pembelajaran IPA antara lain model *connected*, *webbed*, dan *integrated* (Fogarty, 1991: 13, 53 dan 75).

Tabel 1. Karakteristik, Kelebihan, dan Kekurangan Model Keterpaduan

Model	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan
Model Keterhubungan (<i>Connected</i>) 	Membelajarkan sebuah KD, konsep-konsep pada KD tersebut dipertautkan dengan konsep pada KD yang lain.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Melihat permasalahan tidak hanya satu bidang kajian. ➤ Pembelajaran dapat mengikuti KD-KD dalam Kompetensi Inti, tetapi harus dikaitkan dengan KD yang relevan. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kaitan antara bidang kajian sudah tampak tetapi masih didominasi oleh bidang kajian tertentu.

Model	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan
Model Jaring Laba-laba (<i>Webbed</i>) 	Membelajarkan beberapa KD yang berkaitan melalui sebuah tema.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemahaman terhadap konsep utuh. ➤ Kontekstual. ➤ Dapat dipilih tema-tema yang menarik yang dekat dengan kehidupan. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ KD-KD yang berkaitan berbeda. ➤ Tidak mudah menemukan tema pengait yang tepat.
Model Keterpaduan (<i>Integrated</i>) 	Membelajarkan beberapa KD yang konsep-konsepnya beririsan atau tumpang tindih. Tema berfungsi sebagai konteks.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pemahaman terhadap konsep lebih utuh (holistik). ➤ Lebih efisien. ➤ Sangat kontekstual. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ KD-KD yang konsepnya beririsan berada dalam semester atau kelas yang berbeda. ➤ Menuntut wawasan dan penguasaan materi yang luas. ➤ Sarana prasarana misalnya buku belum mendukung.

(Sumber: Diadaptasi dari Fogarty, 1991: 14-16, 54-56, dan 76-78 dalam Ratna Susanti, 2014: 80)

Berdasarkan penjelasan di atas, pembelajaran IPA terpadu ini merupakan suatu proses pembelajaran dengan melibatkan/mengaitkan berbagai bidang kajian IPA. Pendekatan belajar mengajar seperti ini diharapkan akan dapat memberikan pengalaman bermakna kepada peserta didik. Pembelajaran dengan menggunakan pembelajaran terpadu

diharapkan peserta didik akan memperoleh pemahaman konsep-konsep yang mereka pelajari melalui pengalaman langsung dan menghubungkannya dengan konsep lain yang sudah mereka pahami melalui metode ilmiah.

4. Bahan Ajar

Pengertian bahan ajar menurut *National Center for Vocational Education Research Ltd/National Center for Competency Based Training* dalam Abdul Majid (2005: 174) yang mendefinisikan bahan ajar sebagai segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru/ instruktur dalam melaksanakan kegiatan. Menurut M. Atwi Suparman (2012: 43), bahan ajar merupakan komponen yang sangat terkait erat dengan isi setiap mata pelajaran dan harus relevan dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan strategi pembelajaran. Bahan ajar yang berkualitas adalah bahan ajar yang materinya dapat menjawab permasalahan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dengan bahan ajar dapat memungkinkan peserta didik untuk dapat mempelajari satu kompetensi dasar secara runtut dan sistematis sehingga peserta didik mampu mengatasi semua kompetensi secara utuh dan terpadu.

Bahan ajar yang akan diberikan kepada peserta didik perlu disesuaikan dengan tingkat perkembangan peserta didik. Hal ini dilakukan melalui pengemasan dalam penyajiannya (*package*) secara menarik supaya dapat membangun minat (*interest building*) dan membangun motivasi

(*motivation building*) peserta didik untuk belajar (Hanafiah dan Cucu Suhana, 2012: 31).

Menurut Abdul Majid (2005: 174), bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga tercipta lingkungan/suasana yang memungkinkan peserta didik belajar dengan lebih baik.

Bentuk bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu:

- a. Bahan cetak (*printed*) yang terdiri dari *handout*, buku, lembar kerja peserta didik, brosur, *leaflet*, *wallchart*, foto/gambar, model/maket.
- b. Bahan ajar dengar (*audio*) seperti kaset, radio, piringan hitam, dan *compact disk audio*.
- c. Bahan ajar pandang dengar (*audio visual*) seperti *video compact disk*, *film*.
- d. Bahan ajar interaktif (*interactive teaching material*) seperti *compact disk interaktif*.

Dari beberapa pendapat yang telah dikemukakan, dapat disarikan mengenai pengertian bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang disusun secara sistematis oleh guru guna membantu peserta didik dalam kegiatan pembelajaran. Bahan ajar yang dimaksud bisa berupa bahan cetak, bahan ajar dengar, bahan ajar pandang dengar, ataupun bahan ajar interaktif. Pada penelitian ini, bahan ajar yang dikembangkan adalah bahan ajar cetak (*printed*).

5. Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) sebagai Bahan Ajar

Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) menurut Trianto (2014: 111) adalah panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh. Menurut Suyono & Hariyanto (2015: 263), LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. LKPD ini biasanya berisi petunjuk dan langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas. Menurut Andi Prastowo (2015: 204) LKPD adalah salah satu bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang mengacu pada kompetensi dasar yang dicapai.

LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas. Lembar kegiatan dapat digunakan untuk sistem mata pelajaran. Tugas-tugas dalam sebuah lembar kegiatan harus dilengkapi dengan bahan atau referensi yang terkait dengan materi. Tugas-tugas ini dapat berupa teoritis atau praktis. Tugas teoritis misalnya membaca artikel kemudian membuat *resume* untuk dipresentasikan. Sedangkan tugas praktis dapat berupa kerja laboratorium,

kerja lapangan dengan survei sebagainya (Mohamad Syarif Sumantri, 2015: 333).

Menurut Surachman dalam Sidiq Budisetiawan (2012: 32-33) menyatakan bahwa terdapat beberapa bentuk LKPD. Bentuk-bentuk LKPD berdasarkan formatnya (susunannya) dapat dibagi menjadi 3 bentuk, yaitu:

- a. LKPD tertutup (*Structured, Guided*). Sifat LKPD ini menunjukkan program belajar yang dikemas guru sedemikian ketatnya, sehingga tidak memberi peluang kepada peserta didik untuk mengembangkan daya nalar, kreativitas, minat dan imajinasinya. Peserta didik dipaksa mengikuti arahan dan mengerjakan tugas-tugas sesuai petunjuk yang telah ditetapkan oleh guru. Penerapan ini biasanya ditujukan kepada peserta didik yang mulai belajar.
- b. LKPD semi terbuka (*Semi-structured, Semi-guided*). Bentuk LKPD ini hampir sama dengan bentuk LKPD tertutup, namun terdapat beberapa bagian yang diberikan kepada peserta didik untuk dikembangkan. Bagian tersebut biasanya diberikan untuk mengembangkan beberapa kemampuan spesifik pada peserta didik.
- c. LKPD terbuka (*Un-structured, Un-guided, Free Inquiry, Free Discovery*). LKPD bentuk ini memberikan peluang besar kepada peserta didik untuk mengembangkan kreativitasnya dan nalarnya. Arahan yang diberikan guru sebagai stimulasi bagi peserta didik untuk mengerjakan suatu kegiatan.

Materi pembelajaran yang menyediakan aktivitas berpusat pada peserta didik dapat dikemas dalam bentuk Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). Berikut ini adalah alternatif-alternatif tujuan pengemasan materi pembelajaran dalam bentuk LKPD:

- a. LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep.
- b. LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan.
- c. LKPD yang berfungsi sebagai penuntun belajar.
- d. LKPD yang berfungsi sebagai penguatan.
- e. LKPD yang berfungsi sebagai petunjuk praktikum (Muhammad Rahman dan Sofan Amri, 2013: 96-97).

Dari pengertian-pengertian LKPD di atas, maka dapat disarikan bahwa LKPD adalah bahan ajar berupa lembaran-lembaran kertas untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep dan menerapkan/mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan sebagai penyelesaian tugas dalam pembelajaran yang menunjang pencapaian indikator sesuai Kompetensi Dasar.

Penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran dapat memberikan beberapa manfaat, diantaranya memudahkan pendidik dalam mengelola kegiatan pembelajaran, yaitu mengubah kondisi pembelajaran dari pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher centered learning*) menjadi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered*

learning). Adapun tujuan pengembangan LKPD menurut Andi Prastowo (2015: 206) adalah sebagai berikut:

- a. Menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan.
- b. Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan.
- c. Melatih kemandirian belajar peserta didik.
- d. Memudahkan guru dalam memberikan tugas kepada peserta didik.

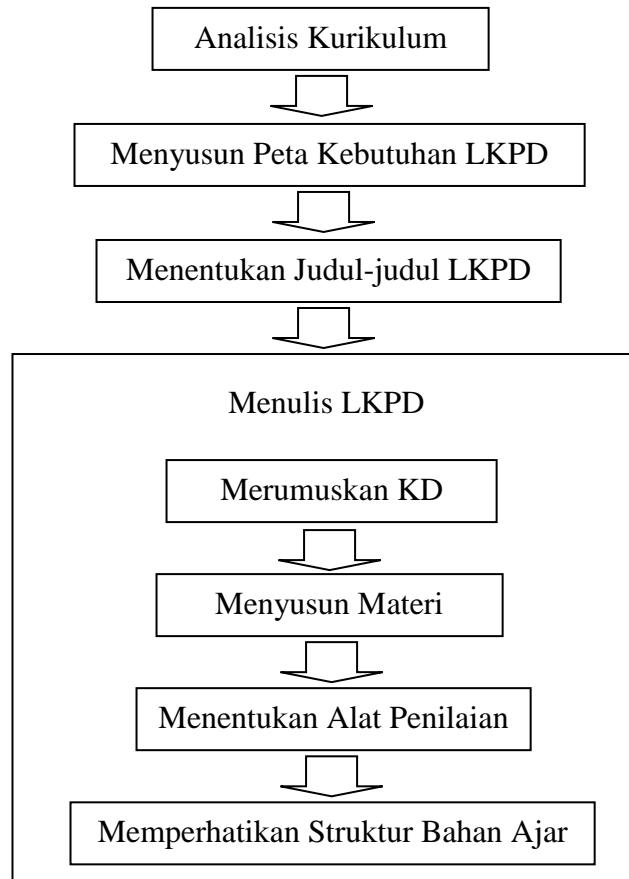
Sementara itu, Andi Prastowo (2015: 208) menyatakan bahwa dalam penyusunan bahan ajar LKPD setidaknya terdiri dari enam unsur utama, yaitu judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar atau materi pokok, informasi pendukung, tugas atau langkah kerja, dan penilaian. Lebih lanjut, Azhar Arsyad (2014: 85-87) menjelaskan elemen-elemen yang perlu diperhatikan dalam merancang bahan ajar cetak seperti LKPD, yaitu:

- a. Konsistensi, yaitu keajegan format dari halaman ke halaman, spasi antara judul dan baris utama, spasi antarbaris, dan margin.
- b. Format, terkait dengan perwajahan yang sesuai dengan banyaknya paragraf yang digunakan, pembedaan antara isi dan label, pemisahan strategi atau taktik pembelajaran yang berbeda.
- c. Organisasi, yaitu selalu menginformasikan peserta didik/pembaca mengenai di mana mereka atau sejauh mana mereka dalam teks itu, teks disusun agar informasi dapat dengan mudah diperoleh,

menggunakan kotak-kotak/kolom untuk memisahkan bagian-bagian dari teks.

- d. Daya tarik, yaitu memperkenalkan setiap bab atau bagian baru dengan cara yang berbeda.
- e. Ukuran huruf, yaitu memilih huruf yang sesuai dengan peserta didik, pesan, dan lingkungannya, serta menghindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks karena menyulitkan pembaca.
- f. Ruang (spasi) kosong, yaitu menggunakan spasi kosong tidak berisi teks atau gambar untuk menambah kontras, menyesuaikan spasi antarbaris dan spasi antarparagraf untuk meningkatkan tampilan dan tingkat keterbacaan.

Berikut langkah-langkah penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD).



Gambar 1. Diagram Alir Langkah-langkah Penyusunan LKPD
(Sumber: Andi Prastowo, 2015: 212)

Dengan demikian, LKPD didefinisikan sebagai lembaran-lembaran kertas untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep dan menerapkan/mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan sebagai penyelesaian tugas dalam pembelajaran yang menunjang pencapaian indikator sesuai Kompetensi Dasar.

LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang disusun berdasarkan kriteria kesesuaian dengan *pedagogy for sustainability* meliputi kelayakan komponen materi, bahasa dan gambar, penyajian dan

kegrafisan. Kriteria kelayakan komponen materi ditinjau dari aspek penekanan pada *pedagogy for sustainability*, penekanan pada strategi *problem solving*, penekanan pada keterampilan berpikir kritis, kesesuaian materi dengan KI dan KD, kebenaran konsep, koherensi dan keruntutan alur, keterpaduan materi IPA, dan pemilihan tema. Kriteria komponen bahasa dan gambar ditinjau dari penggunaan bahasa dan ejaan, pemilihan kalimat yang tepat dan jelas, dan penggunaan gambar yang tepat. Komponen penyajian ditinjau dari penyajian materi secara logis dan sistematis, penyajian materi memotivasi kemampuan kognitif, dan penyajian pertanyaan. Sedangkan kriteria kegrafisan ditinjau dari organisasi, konsistensi, pemilihan format dan penampilan atau perwajahan LKPD.

6. *Pedagogy for Sustainability*

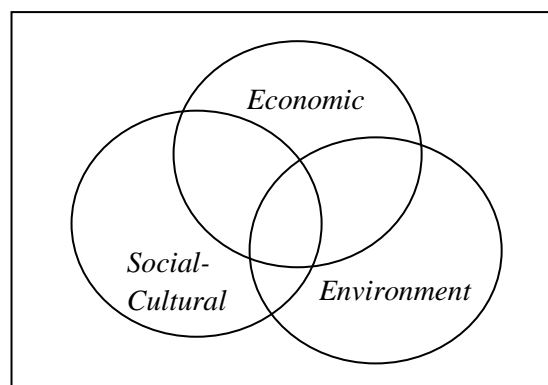
a. Pengertian *Sustainable Development*

Menurut UNESCO dalam Puslitjak (2010: 12) dalam Paul Suparno (2013: 9) juga membagi pengembangan berkelanjutan atau *sustainable development* menjadi 3 perspektif penting, yakni:

- 1) Sosial budaya merupakan pemahaman terhadap institusi sosial dan peran manusia dalam perubahan dan pengembangan.
- 2) Perspektif lingkungan merupakan kesadaran terhadap sumber daya alami, lingkungan hidup fisik, dampak aktifitas manusia, dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan komitmen untuk menciptakan kebijakan pembangunan sosial dan ekonomi.

3) Perspektif ekonomi merupakan kepekaan terhadap keterbatasan dan potensi pertumbuhan ekonomi serta dampaknya terhadap masyarakat maupun lingkungan.

Menurut Nelly Kostoulas-Makrakis (2010: 17-18), dalam *Journal of Teacher Education for Sustainability* disebutkan “*Education for Sustainability is more than just environmental education, it encompasses values and attitudinal changes, as well as environmental, economic and socio-cultural perspectives.*” Kutipan tersebut berarti pendidikan untuk keberlanjutan adalah lebih dari sekedar pendidikan lingkungan, tetapi mencakup nilai dan perubahan perilaku yang dilihat dari perspektif lingkungan, ekonomi, dan sosial budaya.



Gambar 2. Tiga Perspektif pada *Sustainable Development*

Sedangkan menurut Brundtland (1987: 43) dalam Roberts (2014: 26) menjelaskan, pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) sebagai berikut: “*Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generation to meet their own needs*”.

Kutipan tersebut menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan merupakan pembangunan yang sesuai dengan kebutuhan manusia sekarang tanpa harus mengurangi kebutuhan generasi mendatang. Artinya bahwa dalam melaksanakan pembangunan di saat ini harus diperhitungkan apakah pembangunan ini tidak merugikan generasi mendatang.

Komisi dunia untuk lingkungan dan pembangunan (*World Commission on Environment and Development/ WCED*) dalam Alex Tri Kantjono (1993: 9) mendefinisikan “pembangunan berkelanjutan” sebagai “pembangunan yang memenuhi kebutuhan masa kini tanpa mengorbankan hak pemenuhan kebutuhan generasi mendatang”.

Merujuk dari pengertian-pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa pembangunan berkelanjutan dapat diartikan sebagai pembangunan yang dilaksanakan secara kontinyu dan berlanjut untuk generasi sekarang dan yang akan datang, di mana tingkat hidup dan kualitas generasi yang akan datang diharapkan lebih baik daripada generasi sekarang. Pengaruh generasi sekarang terhadap generasi yang akan datang sangatlah besar dalam ranah pembangunan berkelanjutan (*sustainability development*) dilihat dari perspektif lingkungan, ekonomi, dan sosial budaya.

b. Sustainability Competence

Kompetensi dalam *sustainability* meliputi empat kompetensi seperti yang dikemukakan Redman (2013: 4) yaitu:

- 1) *System thinking and an understanding of interconnectedness,*
- 2) *Long-term, foresighted reasoning, and strategizing,*
- 3) *Stakeholder engagement and group collaboration,*
- 4) *Action orientation and change-agent skills.*

Dapat dijabarkan bahwa suatu *sustainability* akan terlihat apabila di dalamnya terdapat 4 kompetensi yang muncul menurut Redman (2013: 4-5) yaitu:

- 1) *System thinking and an understanding of interconnectedness* yang berarti adanya berpikir sistem dan pemahaman mengenai keterkaitan. Ditinjau dari kompetensi berpikir sistem, peserta didik diharapkan mempunyai kompetensi aplikatif berpikir dan sadar mengenai efek, mengurangi efek.
- 2) *Long-term, foresighted reasoning, and strategizing* yang berarti dapat meramalkan untuk berpikir ke arah masa depan dan merencanakan untuk memikirkan dan menyusun strateginya. Pada tahap ini menekankan bahwa tindakan yang dilakukan saat ini mempunyai konsekuensi terhadap masa depan dalam jangka waktu yang lama.
- 3) *Stakeholder engagement and group collaboration* yang berarti kemampuan dalam mempengaruhi dan membuat perjanjian dalam kelompok. Untuk mewujudkan keberlanjutan diperlukan kolaborasi. Peserta didik perlu difasilitasi dengan keterampilan dan sumber untuk berpartisipasi dalam pengambilan keputusan secara

kolaboratif pada pandangan masa lalu, sekarang dan kondisi pada masa yang akan datang.

- 4) *Action orientation and change-agent skills* yang berarti adanya tindakan yang menuju ke arah perubahan perilaku baik individu maupun kelompok. Memfasilitasi peserta didik menggunakan keterampilan dan rasa percaya diri untuk melakukan tindakan demi kelangsungan masa depan merupakan hal yang sangat penting.

c. *Pedagogy for Sustainability*

Menurut Redman (2013: 6), strategi yang dapat difokuskan dalam pembelajaran untuk keberlanjutan adalah *real-world learning*, *critical problem-solving* dan *experiential (active) learning*.

Berikut ini adalah cara-cara pedagogi untuk mencapai *sustainability competence*:

- 1) *Real-world learning* merupakan pembelajaran yang berbasis pada dunia nyata. Dengan menempatkan dunia nyata dalam konteks lokal, peserta didik akan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan untuk menjadi agen keberlanjutan dalam kehidupan mereka sendiri, rumah dan sekolah. Empat metode dalam pengalaman dunia nyata belajar peserta didik antara lain: (1) membawa dunia nyata ke dalam ruang kelas (2) mengunjungi dunia nyata (3) simulasi dunia nyata dan (4) terlibat dengan dunia nyata (Redman, 2013: 6).

- 2) *Critical problem-solving* atau pemecahan masalah secara kritis. Menurut Scott dalam Redman (2013: 6) menyatakan bahwa proses pemikiran kritis dan pemecahan masalah harus diawali dengan pengalaman yang kolaboratif untuk menekankan bahwa ada berbagai pandangan dalam menemukan suatu masalah. Dalam membahas suatu permasalahan, dapat dikemas lebih menarik sehingga peserta didik dapat memberikan dan menindaklanjuti solusi terhadap permasalahan tersebut.
- 3) *Experiential (active) learning* atau pembelajaran berbasis pengalaman aktif. Dalam hal ini, Cortese dalam Redman (2013: 6) menyatakan bahwa pengalaman belajar menyediakan pengalaman secara langsung dan penerapan pembelajaran kontekstual dengan menerapkan pengetahuan untuk bertindak.

Dapat disarikan bahwa *pedagogy for sustainability* menekankan pada kegiatan mencari informasi, menggali, mendiskusikan, menyelidiki, merencanakan tindakan yang bermanfaat dan tidak berdampak negatif untuk keberlanjutan pada generasi mendatang. *Pedagogy for sustainability* mengintegrasikan keempat kompetensi *sustainability*, yaitu:

- 1) *System thinking and an understanding of interconnectedness* (Berpikir aplikatif, sadar efek, mengurangi efek, berpikir mengenai keterkaitan sistem pada kehidupan).

- 2) *Long-term, foresighted reasoning, and strategizing* (Meramalkan ke arah masa depan, merencanakan strategi).
- 3) *Stakeholder engagement and group collaboration* (Berkelompok, membuat perjanjian dalam kelompok).
- 4) *Action orientation and change-agent skills* (Melakukan tindakan dan berperilaku ke arah perubahan).

7. Strategi *Problem Solving*

Strategi pemecahan masalah (*problem solving*) menurut Oemar Hamalik (2013: 17) mengemukakan langkah-langah *problem solving* melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Menyadari dan merumuskan masalah.
- b. Mengajukan berbagai alternatif jawaban.
- c. Mengumpulkan keterangan-keterangan dari berbagai sumber.
- d. Mengetes kemungkinan-kemungkinan jawaban dengan keterangan-keterangan yang telah dikumpulkan.
- e. Apabila telah diketemukan suatu jawaban yang tepat maka ditarik suatu kesimpulan.
- f. Melaksanakan kesimpulan.

Model lain strategi penyelesaian masalah (*problem solving*) menurut J. Dewey dalam Wina Sanjaya (2002: 215) dirangkum ke dalam enam tahapan, yaitu:

- a. Merumuskan masalah, yaitu langkah peserta didik menentukan beberapa masalah yang akan dipecahkan.

- b. Menganalisis masalah, yaitu langkah peserta didik meninjau masalah dengan berpikir secara kritis dari berbagai sudut pandang.
- c. Merumuskan hipotesis, yaitu langkah peserta didik merumuskan berbagai kemungkinan pemecahan sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya.
- d. Mengumpulkan data, yaitu langkah peserta didik mencari dan menggambarkan informasi yang diperlukan untuk pemecahan masalah.
- e. Pengujian hipotesis, yaitu langkah peserta didik mengambil atau merumuskan kesimpulan sesuai dengan penerimaan dan penolakan hipotesis yang diajukan.
- f. Merumuskan rekomendasi pemecahan masalah, yaitu langkah peserta didik menggambar rekomendasi yang dapat dilakukan sesuai rumusan hasil pengujian hipotesis dan rumusan kesimpulan.

Strategi *problem solving* menurut Nunuk Suryani dan Leo Agung (2012: 58) bukan hanya sekedar strategi mengajar tetapi juga merupakan suatu metode berpikir, sebab dalam strategi pemecahan masalah dapat menggunakan metode-metode lainnya untuk mencari data untuk dapat menarik kesimpulan. Langkah-langkah strategi pemecahan masalah atau *problem solving*:

- a. Adanya masalah yang jelas untuk dipecahkan. Masalah ini harus tumbuh dari peserta didik sesuai dengan taraf kemampuannya.

- b. Mencari data atau keterangan yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah tersebut. Misalnya dengan membaca buku-buku, bertanya, berdiskusi dan lain-lain.
- c. Menetapkan jawaban sementara dari masalah tersebut. Dugaan jawaban yang tentu saja didasarkan kepada data yang telah diperoleh.
- d. Menguji kebenaran jawaban sementara tersebut. Dalam hal ini peserta didik harus berusaha memecahkan masalah sehingga betul-betul yakin bahwa jawaban tersebut betul-betul sesuai.
- e. Menarik kesimpulan. Artinya peserta didik harus sampai kepada kesimpulan terakhir tentang jawaban dari masalah tersebut.

Strategi *problem solving* menurut Jumanta Hamdayana (2016: 115-116) adalah penggunaan strategi dalam kegiatan pembelajaran dengan jalan melatih peserta didik menghadapi berbagai masalah untuk dipecahkan sendiri atau secara bersama-sama. Orientasi pembelajarannya adalah investigasi dan penemuan, yang dasarnya adalah pemecahan masalah. Penggunaan strategi ini akan menempuh langkah-langkah sebagai berikut.

- a. Mengidentifikasi masalah secara jelas untuk dipecahkan.
- b. Mencari data atau keterangan yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut.
- c. Menetapkan jawaban sementara terhadap masalah tersebut.
- d. Menguji kebenaran jawaban sementara tersebut.
- e. Menarik kesimpulan.

Dapat disarikan tahapan strategi *problem solving* antara lain: (a) merumuskan masalah, (b) menganalisis masalah, (c) menyusun strategi pemecahan masalah, (d) menerapkan strategi pemecahan masalah, (e) mengevaluasi keberhasilan pemecahan masalah.

- a. Merumuskan masalah, yaitu merumuskan masalah dari peristiwa tertentu yang mengandung isu konflik hingga peserta didik menjadi jelas masalah apa yang akan dikaji.
- b. Menganalisis masalah atau mendiagnosis masalah, yaitu menentukan sebab-sebab terjadinya masalah, serta menganalisis berbagai faktor baik faktor penghambat dan pendukung penyelesaian masalah.
- c. Menyusun alternatif strategi, yaitu menguji setiap tindakan yang telah dirumuskan, berpikir mengemukakan pendapat dan argumentasi tentang kemungkinan setiap tindakan yang dapat dilakukan.
- d. Menerapkan strategi pilihan, yaitu mengambil keputusan tentang strategi mana yang dapat dilakukan.
- e. Melakukan evaluasi, yaitu melakukan evaluasi keberhasilan dari penerapan strategi yang telah dilakukan.

8. Strategi *Problem Solving* dalam *Pedagogy for Sustainability*

yang berorientasi pada *pedagogy for sustainability* ini tentunya akan mengintegrasikan *sustainability competence* sebagai landasan kompetensi keberlanjutan peserta didik. *Problem solving* yang berorientasi pada *pedagogy for sustainability* ini dapat digunakan untuk membelajarkan peserta didik mengenai bagaimana cara mendapatkan

solusi yang praktis untuk mengimplementasikan suatu keberlanjutan di masa yang akan datang.

Selanjutnya konsep *problem solving* menurut Scott dalam Redman (2010: 6) adalah sebagai berikut:

“The critical thinking and problem-solving process should be student-led, experiential, and collaborative in order to emphasize that there is more than one correct point of view when exploring problems. Although there should be debate about the solution(s), focusing on problems without discussing actionable solutions and strategies can leave students feeling disinterested”.

Dari penjelasan di atas, dapat disarikan bahwa proses pemikiran kritis dan pemecahan masalah harus diawali dengan pengalaman yang kolaboratif untuk menekankan bahwa ada berbagai pandangan dalam menemukan suatu masalah. Dalam membahas suatu permasalahan, dapat dikemas lebih menarik sehingga peserta didik dapat memberikan dan menindaklanjuti solusi terhadap permasalahan tersebut.

Dari penjelasan di atas, strategi *problem solving* pada pembelajaran untuk keberlanjutan (*pedagogy for sustainability*) ini digunakan untuk menunjukkan bagaimana seorang peserta didik menerapkan dan dapat menghadapi tantangan dunia nyata melalui kegiatan eksplorasi termasuk di dalamnya kegiatan pemecahan masalah dan penentuan strategi pemecahan masalah dalam beberapa cara berdasarkan fakta-fakta yang muncul sebagai pusat pengetahuan yang didapatkan peserta didik.

9. Keterampilan Berpikir Kritis

Pencapaian tertinggi spesies manusia adalah berasal dari kemampuannya untuk melakukan pemikiran kompleks dan

mengomunikasikannya. Proses berpikir memiliki banyak aktivitas mental, pada semua kasus berpikir dapat dianggap sebagai “bahasa otak” (Abdul Majid & Chaerul Rochman, 2015: 40).

Berpikir kritis adalah berpikir secara rasional dan tepat dalam rangka pembuatan keputusan tentang apa yang harus dipercayai atau dilakukan (Fahrudin Fais, 2012: 3).

Menurut Nana Sy. Sukmadinata dan Erliany Syaodih (2012: 122-123), berpikir kritis adalah suatu kecakapan nalar secara teratur, kecakapan sistematis dalam menilai, memecahkan masalah, menarik keputusan, memberikan keyakinan, menganalisis asumsi dan pencarian ilmiah. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam berpikir kritis:

1. Penentuan isu, masalah, rencana atau kegiatan pokok yang akan dikaji. Pokok yang akan dikaji perlu ditentukan dan dirumuskan dengan jelas sebab akan menjadi fokus kajian.
2. Sudut pandang. Dari sudut pandang mana pokok kajian tersebut akan dikaji.
3. Alasan pemilihan pokok kajian. Setiap pemilihan pokok kajian perlu memiliki alasan yang kuat. Alasan tersebut akan menjelaskan pentingnya pokok kajian.
4. Perumusan asumsi. Asumsi adalah ide atau pemikiran-pemikiran dasar yang dijadikan pegangan dalam mengkaji suatu pokok kajian. Asumsi-asumsi tersebut menentukan arah dari kajian.
5. Penggunaan bahasa yang jelas. Bahasa merupakan alat berpikir. Penggunaan bahasa yang jelas dalam merumuskan, dan mengkaji masalah akan meningkatkan kemampuan berpikir.
6. Dukungan fakta kenyataan. Pendapat atau pandangan yang kuat adalah yang didukung oleh kenyataan. Fakta kenyataan ini bisa bersumber dari pengalaman pribadi, pengalaman orang lain, informasi dari pemegang kekuasaan atau data statistik.
7. Kesimpulan yang diharapkan. Rumusan tentang kesimpulan-kesimpulan apa yang diharapkan diperoleh dari kajian tersebut. Kesimpulan merupakan hasil akhir dari suatu kajian. Rumusan

kesimpulan hendaknya didasari oleh logika berpikir, alasan, dan fakta-fakta nyata.

8. Implikasi dari kesimpulan. Suatu kesimpulan memiliki beberapa implikasi bagi penerapannya. Implikasi ini terkait dengan beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan hasil, saran, dan pemecahan masalah maupun mengatasi hambatan dan dampak-dampak negatif.

Menurut Fahrudin Fais (2012: 6-8), dalam berpikir kritis setidaknya menuntut 5 jenis keterampilan, yaitu:

1. Keterampilan Menganalisis

Keterampilan menganalisis merupakan keterampilan memahami sebuah konsep yang umum dengan cara menguraikan atau merinci hal-hal yang umum ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan terperinci.

2. Keterampilan Melakukan Sintesis

Keterampilan sintesis adalah keterampilan menyatupadukan semua informasi yang diperoleh menjadi susunan baru atau ide-ide baru.

3. Keterampilan Memahami dan Memecahkan Masalah

Ide-ide baru akan lahir dari konseptualisasi pemahaman yang selanjutnya diaplikasikan ke dalam permasalahan atau ruang lingkup baru.

4. Keterampilan Menyimpulkan

Keterampilan yang menuntut seseorang untuk mampu menguraikan dan memahami berbagai aspek secara bertahap untuk sampai kepada suatu formula baru, yaitu sebuah kesimpulan.

5. Keterampilan Mengevaluasi

Keterampilan ini menuntut pemikiran yang matang dalam menentukan nilai sesuatu dengan menggunakan satu kriteria atau standar tertentu.

Berikut ini dijelaskan pengertian keterampilan berpikir kritis menurut para ahli:

1. Menurut Fisher (2008: 2), berpikir kritis adalah pertimbangan yang aktif, *presistent* (terus menerus), dan teliti mengenai sebuah keyakinan atau bentuk pengetahuan yang diterima begitu saja dipandang dari sudut alasan-alasan yang mendukungnya dan kesimpulan-kesimpulan lanjutan yang menjadi kecenderungannya. Sementara itu, Fisher (2001) dalam McGregor (2007: 192), "*Critical thinking means estimating, evaluating, justifying, classifying, hypothesizing, analyzing, reasoning are elements of critical thinking*". Artinya, bagian dari berpikir kritis meliputi mengestimasi, mengevaluasi, membenarkan, mengklasifikasi, membuat hipotesis, menganalisis, memberi alasan.
2. Menurut Glaser (1941) dalam McGregor (2007: 191), "*Critical thinking to include 'knowledge of the methods of logical enquiry and reasoning*". Artinya, berpikir kritis termasuk dalam pengetahuan sebagai metode-metode pemeriksaan dan penalaran yang logis.
3. Menurut Ennis (1991) dalam McGregor (2007: 192), "*Critical thinking is a reasonable and reflective thinking focused on deciding what to believe or do*". Berpikir kritis merupakan kegiatan berpikir yang

berhubungan dengan apa yang seharusnya dipercaya atau dilakukan pada setiap situasi atau peristiwa.

4. Menurut Facione (1998) dalam McGregor (2007: 191-193), "*The idea of core critical thinking skills as analysis, inference, explanation, evaluation, self-regulation and interpretation*". Artinya, bagian inti dari keterampilan berpikir kritis adalah menganalisis, melakukan inferensi, menjelaskan, mengevaluasi, melakukan kesadaran diri, dan menginterpretasi.

Dari pendapat beberapa ahli di atas dapat disarikan inti pengertian keterampilan berpikir kritis yang bersumber dari McGregor (2007: 209) adalah, "*Thinking critically is the mental act of reviewing, evaluating or appraising something (including a picture, play, information, evidence, or opinion) in an attempt to make judgements, inferences or meaning about that something in a rational, reasoned way*". Artinya, berpikir kritis merupakan aktivitas mental berupa kegiatan meninjau ulang, mengevaluasi, menilai sesuatu (seperti gambar, permainan, informasi, fakta, atau pendapat) dalam sebuah percobaan untuk membuat keputusan, kesimpulan atau makna penting tentang sesuatu yang berakal dan beralasan. Selain itu, dijelaskan pula inti dari keterampilan berpikir kritis yaitu: *inferring* (berpendapat), *explaining or reasoning* (menjelaskan atau memberi alasan), *analyzing* (menganalisis), *synthesizing* (menyintesis), *generalizing* (menyamarkan ke hal yang bersifat umum), *summarizing*

(merangkum), *evaluating or judging* (mengevaluasi atau memberi keputusan).

Berikut dijelaskan aspek keterampilan dalam berpikir kritis menurut para ahli:

1. Keterampilan berpikir kritis menurut Glaser (1941) dalam Fisher (2008: 7) terdapat 12 indikator berpikir kritis yang dikelompokkan dalam lima besar aktivitas berpikir kritis sebagai berikut:
 - a. Mengetahui masalah, mencari cara-cara yang dapat dipakai untuk menangani masalah, serta mengetahui adanya hubungan-hubungan yang logis antarmasalah.
 - b. Mengetahui asumsi-asumsi dan nilai-nilai yang tidak dinyatakan serta memahami dan menggunakan bahasa yang tepat, jelas dan khas.
 - c. Mengumpulkan dan menyusun informasi yang diperlukan.
 - d. Menganalisis data, menilai fakta dan mengevaluasi pernyataan-pernyataan serta menyusun pola-pola keyakinan seseorang berdasarkan pengalaman yang lebih luas.
 - e. Menarik kesimpulan-kesimpulan dan kesamaan-kesamaan yang diperlukan serta menguji kesamaan dan kesimpulan yang diambil seseorang.
 - f. Membuat penilaian yang tepat tentang hal-hal dan kualitas-kualitas tertentu dalam kehidupan sehari-hari.

2. Keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (1991: 5) meliputi enam aktivitas berpikir kritis sebagai berikut:
 - a. Mengidentifikasi permasalahan, pertanyaan, atau kesimpulan serta menanya dan menjawab pertanyaan klarifikasi.
 - b. Mengidentifikasi asumsi-asumsi yang tersirat (tidak dinyatakan).
 - c. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi, menentukan tindakan, dan berinteraksi dengan orang lain.
 - d. Menganalisis pernyataan, mendefinisikan istilah dan menilai definisi, serta mempertimbangkan kredibilitas suatu sumber.
 - e. Mereduksi dan menilai hasil reduksi, menginduksi dan menilai hasil induksi.
 - f. Membuat dan mempertimbangkan penilaian yang berharga.
3. Keterampilan berpikir kritis menurut Facione (1998) dalam McGregor (2007: 191-1993):
 - a. Menganalisis merupakan aktivitas mengidentifikasi maksud dan keterkaitan antar pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi, fakta, pengalaman, informasi atau pendapat.
 - b. Inferensi merupakan aktivitas mengidentifikasi elemen-elemen yang dibutuhkan untuk membuat hipotesis yang beralasan, yang membutuhkan pertimbangan dari informasi yang relevan, dan menarik kesimpulan berakibat dari data, pernyataan, prinsip, fakta, pendapat terpercaya, konsep, deskripsi atau keputusan.

- c. Menjelaskan merupakan aktivitas menyatakan hasil pernyataan yang beralasan dari fakta, konsep, metode, kriteria dan konteks yang mungkin mendukung suatu pernyataan; dan merumuskan satu pernyataan beralasan dari argumen yang berbeda-beda.
- d. Mengevaluasi merupakan aktivitas menafsirkan pernyataan-pernyataan terpercaya atau representasi lainnya yang dapat dipertanggungjawabkan atau deskripsi dari sudut pandang, pengalaman, situasi, keputusan, keyakinan atau pendapat.
- e. Interpretasi merupakan aktivitas menginterpretasi, menganalisis, mengevaluasi dan menarik inferensi dari informasi atau fakta yang diberikan dan menjelaskan bagaimana cara untuk menarik kesimpulan yang beralasan.
- f. Pengaturan diri merupakan aktivitas kesadaran diri untuk memberikan penilaian dan refleksi terhadap kegiatan yang telah dilakukan. Terutama setelah menerapkan keterampilan menganalisis dan mengevaluasi untuk membuat keputusan sendiri berdasarkan pertanyaan, konfirmasi, validasi atau pembenaran hasil penilaian.

Berdasarkan penjelasan dari para ahli, berikut keterampilan berpikir kritis peserta didik yaitu: 1) mengidentifikasi masalah; 2) merumuskan hipotesis; 3) memecahkan masalah; 4) menganalisis; 5) menyimpulkan; dan 6) mengevaluasi.

Keterampilan berpikir kritis dapat diukur melalui beberapa indikator. Peneliti menyintesis indikator keterampilan berpikir kritis yang dapat dirumuskan dari aspek-aspek/aktivitas-aktivitas keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis dapat diukur melalui indikator-indikator sebagai berikut:

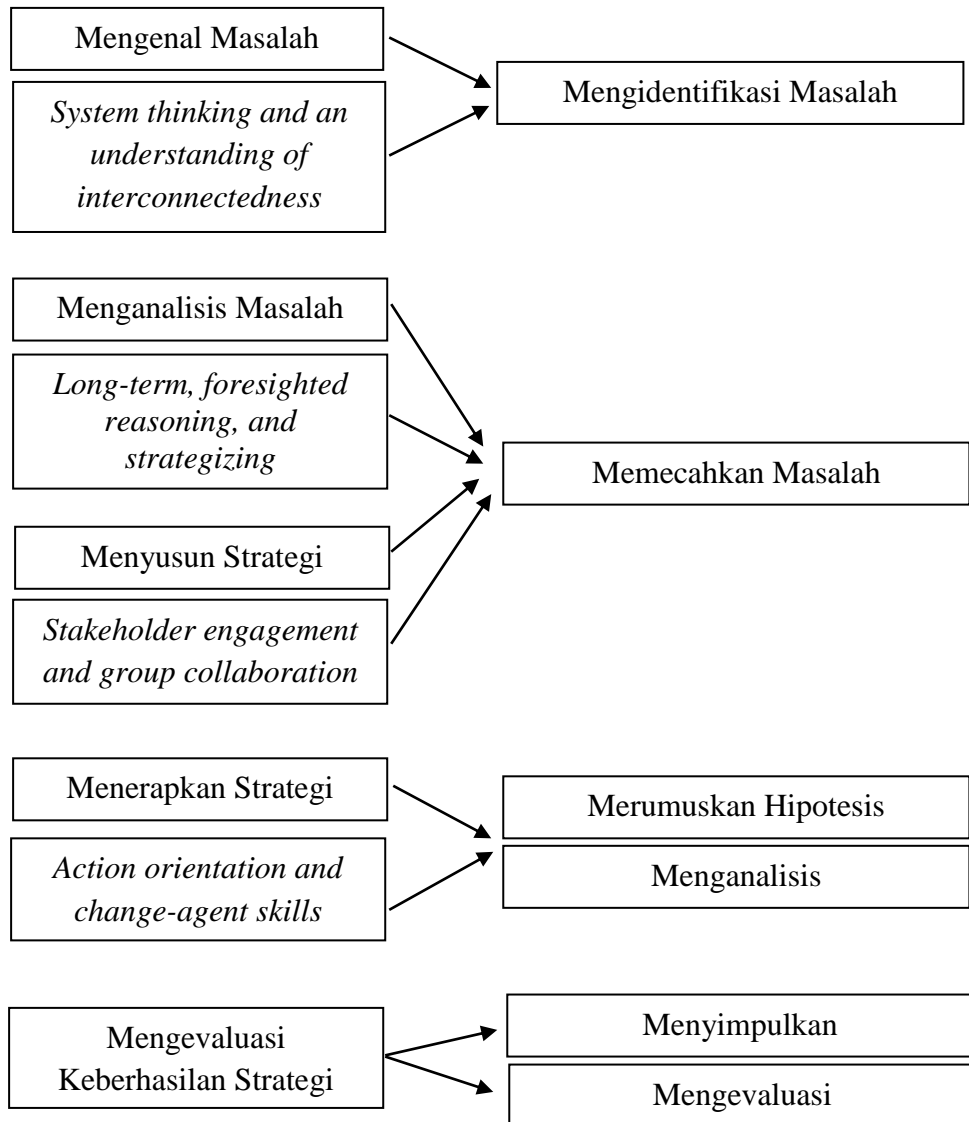
1. Keterampilan mengidentifikasi masalah, yaitu keterampilan mengidentifikasi permasalahan dari suatu kasus/kejadian.
2. Keterampilan merumuskan hipotesis, yaitu keterampilan membuat hipotesis sesuai dengan permasalahan dan menjelaskan hubungan antar variabel yang terlibat.
3. Keterampilan memecahkan masalah, yaitu keterampilan mengumpulkan data/informasi dengan strategi yang benar.
4. Keterampilan menganalisis data/informasi, yaitu keterampilan menganalisis hubungan sebab akibat dari suatu permasalahan.
5. Keterampilan menyimpulkan, yaitu keterampilan membuat kesimpulan yang beralasan.
6. Keterampilan mengevaluasi, yaitu keterampilan membuat penilaian yang tepat disertai dengan pertimbangan alasan yang mendukung/menolak suatu pernyataan.

10. Keterkaitan LKPD berbasis *Pedagogy for Sustainability* yang berstrategi *Problem Solving* dengan Keterampilan Berpikir Kritis

Hubungan antara komponen LKPD IPA yang dikembangkan berbasis *pedagogy for sustainability* melalui strategi *problem solving* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 3. Kompetensi *system thinking and an understanding of interconnectedness* dan aspek mengenal masalah diharapkan mampu meningkatkan keterampilan mengidentifikasi masalah. Kompetensi *long-term, foresighted reasoning, and strategizing; stakeholder engagement and group collaboration* dan aspek *problem solving* menganalisis masalah; menyusun strategi diharapkan mampu meningkatkan keterampilan memecahkan masalah. Kompetensi *action orientation and change-agent skills* dan aspek *problem solving* menerapkan strategi diharapkan mampu meningkatkan keterampilan merumuskan hipotesis dan menganalisis. Dan aspek *problem solving* mengevaluasi keberhasilan penerapan strategi diharapkan dapat meningkatkan keterampilan menyimpulkan dan mengevaluasi.

**Aspek *Problem Solving* dan
*Pedagogy for Sustainability***

**Indikator-indikator
Keterampilan Berpikir Kritis**



Gambar 3. Keterkaitan Komponen dalam LKPD IPA dengan Keterampilan Berpikir Kritis

B. Deskripsi Keilmuan

Tema “Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)” dapat dikaji melalui berbagai bidang kajian IPA yaitu membahas mengenai pengaruh pencemaran lingkungan, upaya mengatasi pencemaran lingkungan (pembuatan POC), faktor yang mempengaruhi pembuatan POC, perubahan materi pada pembuatan POC, dan manfaat pembuatan POC.

1. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan (*environmental pollution*) merupakan satu dari beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas lingkungan. Undang-Undang RI No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat (12) dalam Arif Sumantri (2015: 195-196) menyebutkan: Pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia, sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Ada dua sumber bahan pencemar, yaitu:

- a. Aktivitas alam seperti meletusnya gunung berapi dimana terjadi peristiwa vulkanis yang dapat menerbangkan abu vulkanik ke atmosfer dan menyebabkan udara tercemar.
- b. Aktivitas manusia, di antaranya dalam bidang pertanian, perikanan, industri, pertambangan dan transportasi.

Aktivitas manusia inilah yang dampak langsungnya banyak menyumbangkan bahan pencemar ke tanah, udara, dan air.

a. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah merupakan peristiwa masuknya zat atau komponen lain yang masuk ke dalam area tanah. Daratan mengalami pencemaran apabila ada bahan-bahan asing, baik yang bersifat organik maupun bersifat anorganik, berada di permukaan tanah yang menyebabkan daratan menjadi rusak, tidak dapat memberikan daya dukung bagi kehidupan manusia (Wisnu Arya Wardhana, 2004: 97).

Pencemaran tanah pada umumnya adalah limbah padat yang berasal dari sampah rumah tangga, industri, pertanian, peternakan dan alam (tumbuhan). Menurut jenisnya, sampah dapat dibedakan menjadi sampah organik dan anorganik. Sampah organik berasal dari sisa-sisa makhluk hidup dan mudah dihancurkan dan dibusukkan oleh mikroorganisme di dalam tanah, seperti dedaunan, bangkai binatang, dan kertas. Sampah anorganik biasanya berasal dari limbah dan tidak mudah hancur sehingga dapat menurunkan kualitas tanah, seperti plastik, logam dan kaleng. Akibat yang ditimbulkan dari pencemaran tanah antara lain:

- 1) Sifat fisik atau kimiawi tanah dapat berubah, sehingga menjadi tidak baik sebagai media tanam bagi tanaman.
- 2) Mikroorganismen tanah dapat terganggu.
- 3) Mengubah dan mempengaruhi keseimbangan ekologis dalam suatu ekosistem.

b. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah pengotoran udara akibat masuknya bahan atau zat asing, energi, dan komponen lainnya yang menyebabkan kualitas udara menurun. Udara dikatakan tercemar jika mengandung unsur-unsur yang mengotori udara.

Bentuk pencemaran udara bermacam-macam, ada yang berbentuk gas dan ada yang berbentuk partikel cair atau padat (I Gusti Ayu Tri Agustina, 2014: 411-412).

c. Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuknya zat, materi lain ke dalam lingkungan perairan sehingga kualitas air terganggu (Wisnu Arya Wardhana, 2004: 74). Komponen pencemaran air dapat dikelompokkan menjadi tujuh, yaitu: (1) bahan buangan padat; (2) bahan buangan organik; (3) bahan buangan anorganik; (4) bahan buangan olahan bahan makanan; (5) bahan buangan cairan berminyak; (6) bahan buangan zat kimia; (7) bahan buangan berupa panas yang berasal dari limbah pembangkit listrik atau limbah industri yang menggunakan air sebagai pendingin.

Dari ketiga jenis pencemaran yang dijelaskan di atas, dapat diketahui salah satu penyebab pencemaran adalah adanya limbah. Menurut Hieronymus (1998: 11), limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia atau proses-proses alam, dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif.

Limbah adalah zat atau bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik, yang kehadirannya pada suatu saat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena dapat menurunkan kualitas lingkungan (Arif Zulkifli, 2014: 15). Lebih lanjut dijelaskan tentang limbah padat atau sampah merupakan bahan-bahan buangan rumah tangga atau pabrik yang tidak digunakan lagi atau tidak terpakai dalam bentuk padat. Sampah merupakan limbah yang paling banyak terdapat di lingkungan (Arif Zulkifli, 2014: 19). Menurut *American Public Health Association* dalam Arif Sumantri (2015: 62), sampah (*waste*) diartikan sebagai sesuatu yang tidak digunakan, tidak terpakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Ada beberapa batasan-batasan lain, tetapi pada umumnya mengandung prinsip-prinsip yang sama, yaitu:

- a. Adanya sesuatu benda atau zat padat atau bahan.
- b. Adanya hubungan langsung/tak langsung dengan aktivitas manusia.

- c. Benda atau bahan tersebut tidak dipakai lagi, tidak disenangi dan dibuang.
- d. Dibuang dalam arti pembuangannya dengan cara yang diterima oleh umum (perlu pengelolaan yang baik).

Limbah dibedakan berdasarkan bentuk zatnya menurut Hieronymus (1998: 11) menjadi tiga bentuk, yakni

- a. Limbah yang berbentuk cair (disebut limbah cair)
- b. Limbah yang berbentuk gas (disebut limbah gas)
- c. Limbah yang berbentuk padat (disebut limbah padat)

Dari ketiga limbah tersebut, limbah padat itulah yang dalam bahasa sehari-hari disebut sampah.

Limbah dikelompokkan berdasarkan jenis senyawanya menurut Arif Zulkifli (2014: 17-18) dibagi menjadi 3 jenis, yaitu:

- a. Limbah organik

Limbah organik merupakan limbah yang berasal dari makhluk hidup dan bersifat mudah membusuk dan terurai.

- b. Limbah anorganik

Limbah anorganik merupakan segala jenis limbah yang tidak dapat atau sulit terurai secara alami oleh mikroorganisme pengurai.

- c. Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)

Limbah bahan berbahaya dan beracun adalah kelompok limbah yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan, membahayakan lingkungan, kesehatan dan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.

Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat di sekitar kita adalah jenis *garbage*. Menurut Arif Sumantri (2015: 64-65), *garbage* terdiri atas zat-zat yang mudah membusuk dan dapat terurai dengan cepat, khususnya jika cuaca panas. Proses pembusukan sering kali menimbulkan bau busuk. Sampah jenis ini dapat ditemukan di tempat pemukiman, rumah makan, rumah sakit, pasar, dan sebagainya. Hal ini sesuai dengan pendapat Hieronymus (1998: 13), sampah mudah lapuk (*garbage*) mempunyai ciri mudah busuk atau lapuk karena mempunyai rantai kimia yang relatif pendek. Misalnya, sisa makanan, sisa sayuran, dan kulit buah-buahan.

Berdasarkan sumbernya, sampah yang sering dijumpai adalah sampah yang berasal dari pemukiman penduduk, tempat umum dan tempat perdagangan. Limbah di tempat ini termasuk ke dalam jenis limbah padat organik yaitu limbah yang berasal dari makhluk hidup dan bersifat mudah membusuk dan terurai seperti daun-daunan, sisa sayur-sayuran dan buah-buahan.

Menurut Arif Zulkifli (2014: 17), timbunan sampah yang berasal dari limbah domestik dapat mengganggu atau mencemari karena air sampah, bau, dan mengurangi keindahan. Timbunan sampah juga menutupi permukaan sehingga tanah tidak lagi bisa dimanfaatkan. Selain itu, timbunan sampah dapat menghasilkan gas nitrogen dan asam sulfida.

Bahan buangan organik pada umumnya berupa limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Bahan buangan organik sebaiknya dikumpulkan untuk diproses menjadi pupuk buatan (kompos) yang berguna bagi tanaman. Pembuatan kompos ini berarti mendaur ulang limbah organik yang tentu saja akan berdampak positif bagi lingkungan hidup manusia (Wisnu Arya Wardhana, 2004: 80).

Limbah sayuran dan buah-buahan adalah bagian dari sayuran dan buah-buahan atau sayuran dan buah-buahan yang sudah tidak digunakan atau dibuang. Kelebihan limbah sayuran pasar adalah memiliki nilai ekonomis karena dapat menghasilkan berbagai produk yang berguna dan harganya sangat murah, mudah didapat, dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, selain itu juga dapat mengurangi masalah pencemaran lingkungan akibat sampah. Sedangkan kelemahan-kelemahan di antaranya mudah busuk, voluminous (*bulky*), dan ketersediaan berfluktuasi sehingga perlu teknologi pengolahan yang tepat dalam pemanfaatannya.

2. Upaya Mengatasi Pencemaran Lingkungan/Pembuatan POC (Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Dampak Pencemaran)

Pada prinsipnya tindakan pencegahan adalah berusaha untuk tidak melakukan perbuatan yang menyebabkan terjadinya pencemaran, misalnya antara lain sebagai berikut.

- d. Membuang sampah pada tempatnya.

Masyarakat perlu diedukasi untuk membuang sampah pada tempatnya dan diberikan pemahaman bahaya membuang sampah sembarangan. Selain itu, masyarakat juga perlu diedukasi agar dapat memisahkan sampah atau limbah atas dua bagian yakni organik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*) dan anorganik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*nonbiodegradable*) dalam dua wadah yang berbeda sebelum diangkut ke tempat pembuangan akhir.

- e. Mengolah sampah organik menjadi kompos.

Sistem pengomposan memiliki beberapa keuntungan, antara lain kompos merupakan jenis pupuk yang ekologis dan tidak merusak lingkungan, bahan yang dipakai tersedia (tidak perlu dibeli), masyarakat dapat membuatnya sendiri (tidak memerlukan peralatan yang mahal), dan unsur hara dalam pupuk kompos lebih tahan lama jika dibandingkan dengan pupuk buatan.

4. Sampah organik yang mudah rusak dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak.
5. Untuk bahan-bahan yang dapat didaur ulang, hendaknya dilakukan proses daur ulang, seperti kaca, plastik, kaleng, logam, dan sebagainya.

Cecep Dani Sucipto (2012: 143) menyatakan pengolahan sampah organik dengan proses fermentasi metana mempunyai

beberapa tujuan yakni mengurangi volume sampah, mencegah pencemaran lingkungan akibat pembusukan sampah, memproduksi biogas sebagai sumber energi dan terakhir mendapatkan pupuk organik cair. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah mengolah limbah tersebut menjadi pupuk organik cair.

Pupuk organik cair adalah larutan hasil dari pembusukan bahan-bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari 1 unsur. Kelebihan dari pupuk cair organik adalah dapat secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan hara secara cepat. Pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan walaupun digunakan sesering mungkin. Larutan ini juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman (Alex S., 2015: 105).

Pupuk organik cair merupakan zat penyubur tanaman yang berasal dari bahan-bahan organik dan berwujud cair. Bahan baku pupuk cair yang sangat bagus yaitu bahan organik basah atau bahan organik yang mempunyai kandungan air tinggi seperti sisa-sisa buah dan sisa sayuran (wortel, labu, sawi, selada, kulit jeruk, pisang, dan kol). Selain mudah terdekomposisi, bahan ini juga kaya akan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Alex S., 2015: 107).

3. Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Pupuk Organik Cair

Dalam pembuatan pupuk organik cair ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan dan tingkat kegagalannya, yang nantinya dapat mempercepat proses fermentasi yang dibantu oleh mikroorganisme. Beberapa hal itu sebagai berikut:

a. Suhu

Suhu merupakan faktor yang penting bagi kehidupan bakteri, bakteri hidup dalam kondisi suhu yang sangat beragam. Bakteri yang menguntungkan umumnya hidup pada suhu optimum bagi pertumbuhan makhluk hidup lainnya yakni berkisar 18°C-40°C. Suhu lingkungan yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan denaturasi atau kerusakan protein dan komponen sel lainnya pada bakteri dekomposer sehingga dapat mengakibatkan kematian. Sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan mobilitas bakteri terhambat, dan jika terjadi kenaikan suhu secara ekstrem bakteri akan mati.

b. Kelembaban

Kelembaban memegang peran yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroorganisme, yang secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap pasokan oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum

untuk metabolisme mikroorganisme (Isroi dan Nurheti Yuliarti, 2009: 11).

c. Intensitas Cahaya

Cahaya matahari merupakan sumber kehidupan bagi makhluk hidup termasuk bakteri yang notabene merupakan makhluk tingkat rendah. Akan tetapi, untuk dapat berkembangbiak dengan optimal media yang berisi fermentasi bahan untuk pupuk cair sebaiknya diletakkan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung. Sinar matahari secara langsung dapat meningkatkan suhu pada media secara signifikan yang dapat merusak protein dan komponen sel lainnya, sitoplasma bakteri bocor sehingga bakteri dapat mengalami kematian yang berdampak pada lambatnya fermentasi bahkan besar kemungkinannya tidak terfermentasi.

d. Ukuran Bahan

Aktivitas mikroorganisme terjadi di antara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan organik sehingga proses pengomposan dapat berjalan dengan lebih cepat. Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan, misalnya dengan pencacahan (Isroi dan Nurheti Yuliarti, 2009: 11).

e. Waktu Pembuatan

Pembuatan pupuk organik cair sebaiknya dilakukan pada sore hari atau pagi hari dimana intensitas cahaya matahari relatif rendah. Pada awal pembuatan, kontaminasi dengan bakteri patogenik akan sangat berbahaya, bakteri patogenik cenderung dapat berkembang biak dari suhu yang relatif tinggi.

Pada proses pengomposan sudah terdapat bakteri pengurai namun biasanya ditambahkan lagi mikroorganisme ke bahan yang akan dikomposkan bertujuan untuk mempercepat proses pengomposan (Indriani, 1999) dalam Ratna Susanti (2014: 50). Untuk membantu mempercepat menggunakan bioaktivator (EM4). EM4 atau *Effective Microorganisms* mengandung beberapa penyusun yang berperan penting dalam kegiatan pembuatan pupuk organik.

- a. Bakteri fotosintetik. Salah satu contoh bakteri ini adalah *Streptomyces sp.*, merupakan mikroorganisme yang mandiri. Bakteri ini membentuk senyawa-senyawa yang bermanfaat dari sekresi tumbuh-tumbuhan.
- b. Bakteri asam laktat. Salah satu contoh bakteri ini adalah bakteri *Lactobacillus sp.*, bakteri yang menghasilkan asam laktat dari gula dan karbohidrat lain yang dihasilkan oleh bakteri fotosintetik dan ragi. Bakteri asam laktat dapat menghancurkan bahan-bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikan tanpa

menimbulkan senyawa-senyawa beracun yang ditimbulkan dari pembusukan bahan organik dan menekan patogen.

- c. *Actinomycetes*, kelompok *Actinomycetes* menghasilkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik dan bahan organik. Kelompok bakteri ini hidup pada pH lingkungan yang tinggi.
- d. Jamur fermentasi (*Saccaromyces sp.*) jamur ini menguraikan bahan organik secara tepat untuk menghasilkan alkohol, ester, dan zat-zat antimikroba. Jamur ini bermanfaat dalam menghilangkan bau dan mencegah serbuan serangga serta ulat-ulat yang merugikan dengan cara menghilangkan penyediaan makanannya. Kelompok jamur fermentasi ini hidup pada pH lingkungan yang rendah.

4. Materi dan Perubahannya pada Pembuatan Pupuk Organik Cair

Dengan pengaruh energi, komposisi materi dapat berubah dari suatu komposisi ke komposisi lainnya, atau dari suatu tingkat wujud ke tingkat wujud lainnya. Perubahan ini pun biasa dikategorikan ke dalam 2 jenis: pertama perubahan fisika dan kedua perubahan kimia.

Pada perubahan jenis pertama tidak terjadi pembentukan zat baru, artinya unsur-unsur penyusunnya tetap sama dengan zat semula, sebaliknya pada perubahan jenis kedua selalu terjadi zat yang benar-benar baru yang unsur-unsur penyusunnya berbeda dengan zat semula. Salah satu ciri perubahan fisika ialah bersifat *reversible*, yakni dapat kembali ke komposisi semula walaupun tanpa melalui reaksi kimia.

Adapun pada perubahan kimia, kecuali dengan reaksi kimia, benda yang telah berubah tidak dapat kembali (*irreversible*) ke komposisi semula (I Gusti Ayu Tri Agustina & I Nyoman Tika, 2013: 67).

Perubahan materi ini dapat diketahui dari perbedaan keadaan awal dan keadaan akhir materi setelah mengalami perubahan. Keadaan yang dimaksud meliputi sifat-sifat maupun strukturnya.

Perubahan fisika dan perubahan kimia pada proses pembuatan pupuk organik cair tentu saja dipengaruhi oleh alat yang digunakan. Alat yang digunakan pada proses pembuatan pupuk organik cair ini sangat sederhana yaitu dari ember/toples bekas yang kemudian ditutup rapat agar terjaga suhu dan kelembabannya. Pada pembuatan pupuk organik cair ini ditambahkan bahan molase dan bioaktivator berupa EM4 yang dapat membantu mempercepat terbentuknya pupuk organik cair berupa lindi, sehingga pemanenan akan lebih cepat.

a. Perubahan Fisika

Perubahan materi yang terjadi mengalami perubahan fisika. Perubahan fisika adalah perubahan pada zat yang tidak menghasilkan zat jenis baru. Terdapat beberapa ciri-ciri pada perubahan fisika, yaitu:

- 1) Tidak terbentuk zat jenis baru.
- 2) Zat yang berubah dapat kembali ke bentuk semula.
- 3) Hanya diikuti perubahan sifat fisik saja.

Perubahan fisika yang terjadi pada proses pembuatan pupuk organik cair yaitu perubahan ukuran bahan dan tekstur bahan. Pada perubahan ini, memungkinkan kita mendapatkan kembali materi semula, namun tidak semuanya dalam bentuk yang utuh.

Proses pembuatan pupuk akan berjalan dengan baik jika bahan berada dalam temperatur yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme perombak. Oleh karena itu perlu mengontrol temperatur yang sesuai agar pengomposan bekerja dengan baik. Perubahan fisika yang dapat diamati yaitu perubahan ukuran dan tekstur. Dengan mengamati proses awal hingga hasil akhir maka akan tampak perubahan ukuran dan tekstur dari pupuk organik cair. Pada hasil akhir pupuk organik cair biasanya akan menunjukkan perubahan keadaan bahan menjadi kecil dan lembek daripada proses keadaan awal pembuatan.

b. Perubahan Kimia

Perubahan kimia adalah perubahan materi yang menghasilkan zat jenis baru. Terdapat beberapa ciri-ciri perubahan kimia suatu zat, yaitu:

- 1) Terbentuk zat jenis baru.
- 2) Zat yang berubah tidak dapat kembali ke bentuk semula.
- 3) Diikuti oleh perubahan sifat kimia melalui reaksi kimia.

Ciri-ciri yang mengindikasikan adanya perubahan kimia pada pembuatan pupuk organik cair adalah adanya perubahan

warna dan perubahan bau. Pengolahan sampah organik menjadi pupuk organik cair yang dilakukan dengan cara fermentasi merupakan proses pembuatan pupuk cair dimana tidak membutuhkan oksigen (anaerob). Hasil yang didapat setelah fermentasi ternyata terjadi perubahan warna cairan menjadi kuning kecoklatan dan berbau khas yang menyengat. Ciri ini sesuai dengan pendapat Alex S. (2015: 110) yang menyatakan hasil pembuatan POC yaitu terdapat adanya bercak-bercak putih pada permukaan cairan yang berwarna kuning kecoklatan dengan aroma khas yang menyengat. Hal tersebut menandakan bahwa pupuk organik cair telah selesai dibuat dan siap digunakan.

Hasil dari pupuk organik cair ini biasanya menunjukkan bahwa pupuk organik cair yang berasal dari limbah sayur dan buah berwarna kuning hingga hijau kecoklatan dengan bau khas fermentasi yang seperti tapai yang menyengat. Selain itu, aroma yang ditimbulkan menyengat. Hal ini menandakan bahwa ada mikroba aktif seperti bakteri fermentasi yang biasanya ada pada tapai dan juga produk pupuk cair organik sejenis buatan pabrik. Sehingga pupuk organik buatan sendiri ini bisa diaplikasikan ke tanah dan tanaman.

Menurut Hadisuwito (2007: 13-14) kelebihan dari pupuk organik cair adalah secara cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dalam pencucian hara, dan mampu menyediakan hara yang

cepat. Dibandingkan dengan pupuk anorganik cair, pupuk organik cair umumnya tidak merusak tanah dan tanaman walaupun digunakan sesering mungkin. Selain itu, pupuk organik cair juga memiliki bahan pengikat sehingga larutan pupuk yang diberikan ke permukaan tanah bisa langsung digunakan oleh tanaman.

Manfaat pupuk organik cair antara lain:

- a. Untuk menyuburkan tanaman
- b. Untuk menjaga stabilitas unsur hara dalam tanah
- c. Untuk mengurangi dampak sampah organik di lingkungan sekitar

Keunggulan hasil pembuatan POC antara lain:

- a. Mudah, murah.
- b. Tidak ada efek samping.

Kekurangan hasil pembuatan POC antara lain:

- a. Perlu ketekunan dan kesabaran yang tinggi.
- b. Hasilnya kurang banyak (Alex S., 2015: 106).

C. Penelitian yang Relevan

Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vidya Putri Sukmasari (2014) dengan judul **Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) IPA Tema “Pengelolaan Sampah dengan Teknik Pengomposan” Melalui Strategi *Problem Solving* yang berbasis *Pedagogy for Sustainability* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa SMP N 1 Banguntapan Bantul.** Pada penelitian tersebut disimpulkan bahwa LKS tersebut menurut hasil

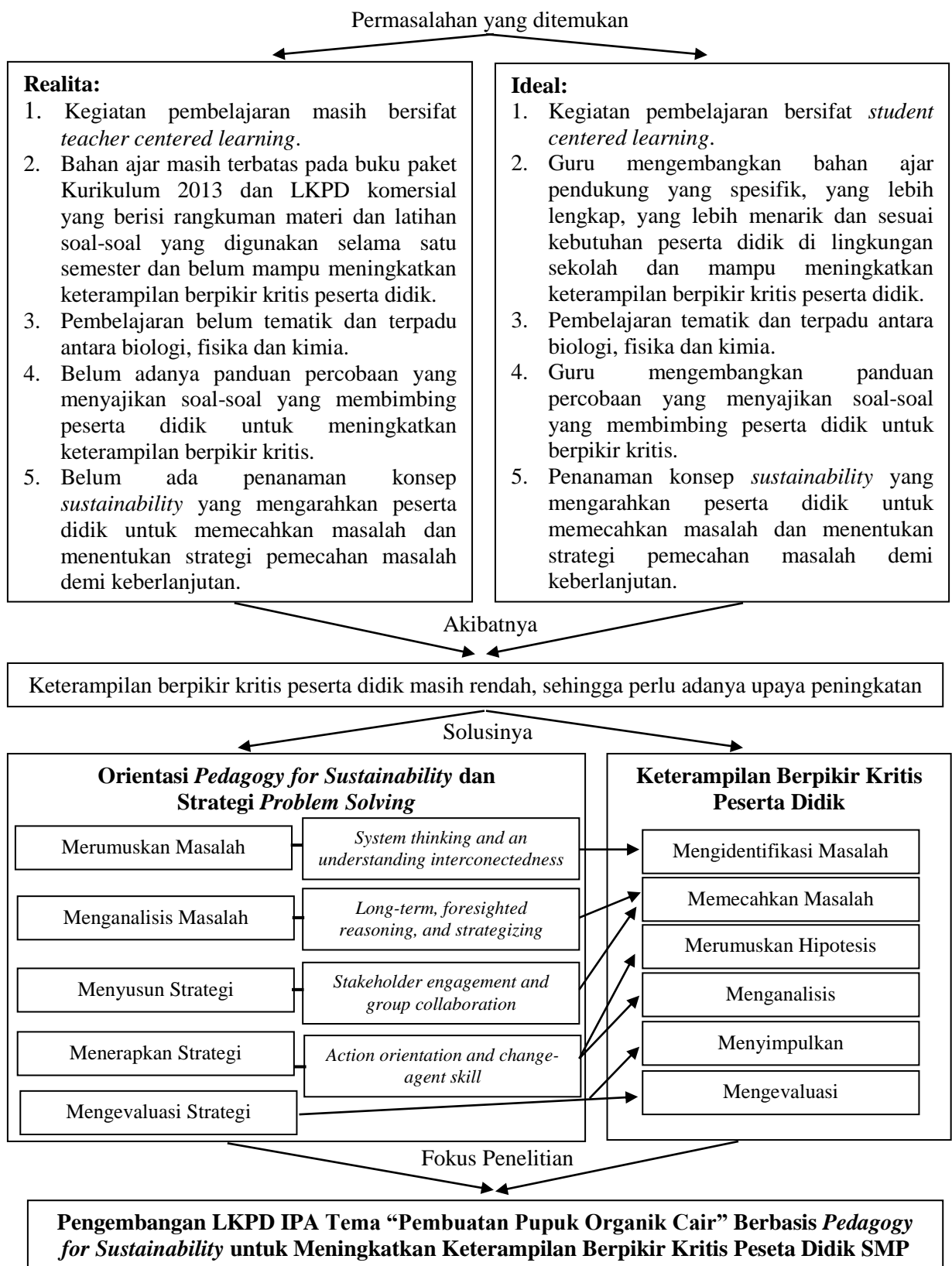
validitas para dosen ahli dan Pendidik IPA masuk kategori sangat baik dan menurut respon peserta didik masuk kategori baik. LKS IPA Terpadu tema “Pengelolaan Sampah dengan Teknik Pengomposan” hasil pengembangan, dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dengan perolehan *gain score* sebesar 0,68 pada kategori sedang.

D. Kerangka Berpikir

Berdasarkan hasil observasi, dalam pembelajaran IPA yang ada di SMP N 1 Pajangan Bantul ditemukan beberapa permasalahan, antara lain; (1) Pembelajaran masih didominasi oleh guru atau kegiatan pembelajaran masih bersifat *teacher centered learning*; (2) Bahan ajar masih terbatas pada buku guru dan buku peserta didik Kurikulum 2013 dan LKPD komersial yang berisi rangkuman materi dan latihan soal-soal kontekstual sesuai rangkuman materi dalam LKPD; (3) Pembelajaran belum tematik dan terpadu; (4) Belum adanya bahan ajar yang menyajikan soal-soal untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis; dan (5) Belum ada penanaman konsep *sustainability*, mengarahkan peserta didik untuk memecahkan masalah dan menentukan strategi pemecahan masalah.

Padahal pembelajaran yang dilakukan untuk mengajarkan peserta didik tentang konsep keberlanjutan sangat dibutuhkan pada permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik. Belum melekatnya pemahaman peserta didik untuk berpikir kritis untuk keberlanjutan di masa yang akan datang menjadi yang melatarbelakangi pengembangan LKPD yang berbasis *pedagogy for sustainability* khususnya dalam pembelajaran IPA yang

merupakan salah satu untuk mengajarkan konsep keberlanjutan bagi peserta didik. Bahan ajar dan lingkungan belum mendukung peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis sehingga perlu adanya inovasi bahan ajar IPA berupa LKPD IPA yang disajikan dengan tema dibahas dari aspek mata pelajaran dalam bidang kajian IPA yaitu Biologi, Fisika, dan Kimia yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Untuk mengatasi permasalahan yang ada, perlu dikembangkannya LKPD IPA yang dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP. Kerangka berpikir dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. Diagram Alir Kerangka Berpikir

