

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Menurut Permen Diknas No. 22 tahun 2006, mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (Sains) untuk Sekolah Dasar bertujuan menanamkan kebiasaan berpikir dan berperilaku ilmiah yang kritis, kreatif, dan mandiri. Melalui kebiasaan dan perilaku tersebut, siswa Sekolah Dasar diharapkan mengenal, menyikapi, dan mengapresiasi ilmu pengetahuan dan teknologi. Kedua tujuan ini, secara jelas menyiratkan adanya sebuah proses yang dijalankan dan produk yang dihasilkan.

Dalam Permen Diknas No. 23 tahun 2006, dikemukakan bahwa Standar Kompetensi Lulusan untuk mata pelajaran IPA adalah sebagai berikut,

1. Melakukan pengamatan terhadap gejala alam dan menceritakan hasil pengamatannya secara lisan dan tertulis.
2. Memahami penggolongan hewan dan tumbuhan, serta manfaat hewan dan tumbuhan bagi manusia, upaya pelestariannya, dan interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
3. Memahami bagian-bagian tubuh pada manusia, hewan, dan tumbuhan, serta fungsinya dan perubahan pada makhluk hidup.
4. Memahami beragam sifat benda hubungannya dengan penyusunnya, perubahan wujud benda, dan kegunaannya.
5. Memahami berbagai bentuk energi, perubahan, dan manfaatnya.
6. Memahami matahari sebagai pusat tata surya, kenampakan dan perubahan permukaan bumi, dan hubungan peristiwa alam dengan kegiatan manusia.

Berdasarkan Standar Kompetensi Lulusan yang dikemukakan, tampak bahwa adanya suatu keterampilan proses, yakni pengamatan dan produk yang merupakan tingkatan proses kognitif *understanding* (memahami). Menurut Anderson et. al. (2001: 66–91), proses kognitif *memahami* tidak sekedar mengingat (*remembering*) saja, melainkan termasuk di dalamnya kemampuan *menginterpretasi*, *merinci* (*exemplifying*), *menginferensi*, *merangkum*, *mengklasifikasi*, dan *menjelaskan*. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah proses yang mendukung tercapainya produk tersebut. Proses tersebut telah dikemukakan dalam Permen Diknas No. 22 tahun 2006 yakni proses yang menekankan agar siswa memiliki kebiasaan berpikir dan berperilaku ilmiah yang kritis, kreatif, dan

mandiri. Melalui proses inilah akan dicapai produk yang tidak hanya menjadikan siswa mengingat fakta-fakta tetapi juga memahami pengetahuan melalui aktivitas-aktivitas ilmiah.

Amanat yang tercantum dalam Permen Diknas No. 22 tahun 2006 dan Permen Diknas No. 23 tahun 2006 tersebut, menunjukkan bahwa IPA haruslah dibelajarkan sesuai dengan hakikatnya, yakni sebagai cara untuk menyelidiki dan sebagai kumpulan pengetahuan. Collette & Chiappetta (1994: 30) yang mengemukakan bahwa sains adalah *a way of investigating* yang memuat berbagai keterampilan proses dalam *inquiry* dan *a body of knowledge* yang merupakan produk dari proses. Hal ini ditegaskan oleh Moyer, Hackett & Everett (2007: 4), " ...*Science ... not just a body of knowledge but rather a process for producing knowledge.*"

Dalam melakukan proses dan memperoleh produk yang berupa pengetahuan, siswa tidak mandiri secara penuh dalam memperolehnya. Proses dan produk tersebut harus difasilitasi oleh sekolah secara simultan agar tujuan dari pembelajaran IPA tercapai. Hal ini sebagaimana dikemukakan oleh Abruscato & DeRosa (2010: 43),

You should understand that the point of your science experiences with children is to foster discovery learning. ... You must also be firm in your conviction that discovery learning does not happen by accident. It must be clearly guided-by you.

Berdasarkan survei pendahuluan pada beberapa sekolah, ditemukan bahwa banyak guru yang mengajar IPA masih bermodalkan ceramah dan membaca buku. Dengan demikian, pembelajaran IPA tidak dilakukan sesuai dengan hakikatnya, yakni tidak mengaktifkan siswa untuk berpikir, melakukan keterampilan proses sains, dan berinteraksi dengan fenomena-fenomena konkret. Akibat yang lainnya, IPA hanya menjadi kumpulan-kumpulan pengetahuan yang harus diingat kemudian dipanggil kembali saat melakukan *paper and pencil test*.

Beberapa alasan tidak terselenggaranya pembelajaran IPA dengan benar antara lain karena guru belum mengetahui strategi pembelajaran mutakhir yang sistematis dan sekolah tidak memiliki peralatan percobaan dan kekurangan dana untuk melakukan pengadaan alat-alat (media) tersebut, guru tidak memiliki panduan yang sistematis untuk menyelenggarakan pembelajaran IPA yang sesuai hakikatnya, guru merasa kerepotan

dalam membuat alat peraga ataupun alat percobaan, dan beberapa guru kurang memperoleh dukungan dari sekolah dalam mengembangkan kemampuan mengajar mereka. Adapun pada sekolah yang telah memiliki alat-alat tersebut, ternyata tidak semua materi terdapat alat percobaan yang mendukung. Jalan keluar dari persoalan ini tentunya dengan membekali guru dengan strategi pembelajaran mutakhir yang sesuai dengan hakikat IPA (sains). Selain itu, guru dapat menggunakan alat percobaan yang berasal dari bahan daur ulang sehingga dapat menggunakan alat percobaan (media) dengan biaya yang murah.

Berangkat dari persoalan tersebut, maka perlu adanya suatu bahan ajar yang memuat model pembelajaran IPA sesuai dengan hakikat sains (*inquiry-discovery*) sehingga menginteraksikan siswa dalam aktivitas *hands-on* dan *minds-on* sekaligus menggunakan media yang murah (media daur ulang).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Pembelajaran IPA di sekolah dasar masih menekankan ceramah dan membaca buku.
2. Pembelajaran IPA tidak mengaktifkan siswa dalam proses berpikir.
3. Pembelajaran IPA masih menggunakan media dua dimensi dan tidak menggunakan benda konkret.
4. Siswa kurang diinteraksikan dengan fenomena konkret dari materi yang dipelajari.
5. Guru belum mengetahui metode pembelajaran sains mutakhir yang berkarakter *inquiry-discovery* karena kurangnya dukungan keberadaan bahan ajar yang berorientasi *inquiry-discovery*.
6. Sekolah belum memiliki alat peraga atau alat percobaan untuk mendukung pembelajaran IPA.
7. Tidak semua alat peraga atau alat percobaan sesuai dengan materi yang hendak diajarkan.

8. Beberapa alat peraga atau alat percobaan kurang terjangkau dari sisi harga dan kepraktisan.

C. Fokus Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini difokuskan pada bahan ajar yang berorientasikan *discovery-inquiry* dan media pembelajaran IPA daur ulang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka masalah penelitian ini dapat dirumuskan: "Bagaimanakah pengembangan bahan ajar mata pelajaran IPA (bermediakan bahan daur ulang) yang menggunakan strategi *inquiry-discovery*?"

E. Pertanyaan penelitian

Pertanyaan-pertanyaan penelitian yang dapat diturunkan dari rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah bentuk bahan ajar mata pelajaran IPA (bermediakan bahan daur ulang) yang menggunakan strategi *inquiry-discovery*?
2. Bagaimanakah hasil pengembangan bahan ajar mata pelajaran IPA mampu mengaktifkan siswa dalam melakukan proses sains?
3. Bagaimanakah hasil pengembangan bahan ajar mata pelajaran IPA mampu mengantarkan siswa sampai pada penemuan (*discovery*)?
4. Bagaimanakah keefektifan media ajar berbahan daur ulang dalam bahan ajar IPA tersebut?

F. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan pembelajaran IPA (penetapan dalam kurikulum, perangkat, dan model) yang bermediakan bahan daur ulang dan menggunakan strategi *inquiry-discovery*.

2. Mengetahui keefektifan bahan ajar mata pelajaran IPA untuk mengaktifkan siswa dalam melakukan proses sains.
3. Mengetahui keefektifan bahan ajar mata pelajaran IPA untuk mengantarkan IPA sampai pada penemuan (*discovery*).
4. Menghasilkan contoh-contoh pembelajaran IPA yang bermediakan bahan daur ulang dan menggunakan strategi *inquiry-discovery*.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar yang mencakup *Specific-subject pedagogy*, buku guru, buku siswa dan media menggunakan bahan daur ulang.

H. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain,

1. Manfaat teoritis

Untuk memperkaya temuan bidang pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam khususnya memberikan kontribusi terhadap perkembangan bahan ajar IPA yang berorientasi *inquiry-discovery* dengan biaya yang murah.

2. Manfaat Praktis

a) Bagi mahasiswa S1 PGSD

Terdapat acuan untuk melaksanakan pembelajaran IPA yang sesuai dengan hakikatnya ketika menempuh *peer-teaching*, *real-pupil*, dan melaksanakan tugas sebagai seorang guru.

b) Bagi dosen

Hasil penelitian dapat memperbaiki pembelajaran Konsep Dasar IPA sehingga mampu memberikan bekal pada mahasiswa calon guru.

c) Bagi para guru

Guru dapat memanfaatkan bahan ajar yang telah dikembangkan dalam penelitian ini untuk mewujudkan pembelajaran sebagaimana diamanatkan pemerintah. Selanjutnya, diharapkan guru dapat mengembangkan bahan ajar serupa secara mandiri.

d) Bagi siswa sekolah dasar

Menggunakan bahan ajar yang berorientasi *discovery-inquiry* siswa akan dilatih berpikir ilmiah, melakukan aktivitas-aktivitas dalam mewujudkan keterampilan proses, dan memahami materi IPA secara utuh. Siswa juga akan memiliki sikap yang positif terhadap pembelajaran IPA.

I. Definisi Operasional

Berdasarkan judul penelitian yang telah dirumuskan, maka ada beberapa definisi variabel yang dijelaskan sebagai berikut.

1. Pengembangan adalah penyusunan suatu produk secara ilmiah menggunakan model Plomp yang menggunakan empat tahapan, yakni (1) *preliminary investigation*, (2) *design*, (3) *realization/construction*, dan (4) *test, evaluation, and revision*.
2. Bahan ajar adalah sesuatu atau (bahan) tertentu yang digunakan untuk pembelajaran dan disalurkan melalui berbagai media, seperti video, audio, dan cetak (Newby et. al., 2000: 117). Bahan ajar dalam penelitian ini terdiri dari *specific-subject pedagogy*, buku guru, buku siswa, dan media berbahan daur ulang.

J. Tinjauan Pustaka

1. Hakikat sains

Abruscato & DeRosa (2010: 11) mengemukakan bahwa sains merupakan alat untuk mencari penjelasan-penjelasan tentang alam. Sains terdiri dari dua komponen:

- Aktivitas yang sistematis untuk mencari penjelasan
- Kumpulan pengetahuan dinamis yang dihasilkan dari misi sistematis untuk mencari penjelasan

Sains merupakan pencarian yang sistematis dan berisi berbagai strategi yang menghasilkan kumpulan pengetahuan (*body of knowledge*) yang dinamis, yang terdiri dari fakta, konsep, hukum dan prinsip, dan teori. Seorang guru sains, hendaknya mengajarkan keterampilan proses, nilai, dan sikap yang terkait dengan aktivitas-aktivitas mencari penjelasan tentang alam secara ilmiah.

Selaras dengan pendapat Abruscato & DeRosa, Chiappetta & Koballa, Jr (2010: 109) mengemukakan sains sebagai sebuah cara untuk menyelidiki menggunakan berbagai pendekatan untuk membentuk pengetahuan. Beberapa ilmuwan adalah seorang eksperimenter yang melakukan investigasi, sedangkan yang lainnya adalah ilmuwan teoretis yang menjelaskan berbagai data yang diperoleh dan mengajukan pertanyaan-pertanyaan menarik yang mengantarkan pada aktivitas *inquiry*. Selanjutnya, Chiappetta & Koballa, Jr. (2010: 112–114) juga mengemukakan bahwa sains adalah kumpulan pengetahuan. Menurut Chiappetta & Koballa, Jr., kumpulan pengetahuan dihasilkan dari disiplin-disiplin ilmiah yang merepresentasikan produk kreatif hasil penemuan manusia. Kumpulan gagasan-gagasan yang terkait dengan dunia-hidup dan dunia-tak hidup disusun ke dalam astronomi, biologi, kimia, fisika, dan seterusnya. Hasilnya adalah kompilasi katalog informasi yang berisi berbagai jenis pengetahuan; masing-masing dari mereka memberikan kontribusi bagi sains. Fakta-fakta, konsep-konsep, prinsip-prinsip, teori-teori, dan model-model merupakan informasi yang membentuk isi sains (*content of science*).

Ringkasnya, pendapat yang dikemukakan oleh Martin et al. (2005: 11) akan merangkum pendapat-pendapat di atas, yakni

... *three parts of what science actually is must be remembered and put to use:*

1. *Attitudes. Science encourages humans to develop positive attitudes, including their powerful curiosity.*

2. *Skills. Science stimulates humans to use their curiosity to construct new ways of investigating and understanding.*
3. *Knowledge. Science consists of what humans learn –knowledge for practical learning and everyday living–the meaning humans construct for themselves.*

2. Pembelajaran Sains

a. Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah sebuah pandangan modern tentang bagaimana anak belajar sains yang didasarkan pada psikologi kognitif. Konstruktivisme memiliki tiga prinsip dasar untuk panduan perencanaan pengajaran, antara lain:

1) *Naive conceptions*

Seseorang tidak pernah tahu dunia sebagaimana dunia tersebut adanya. Masing-masing orang membangun kepercayaan-kepercayaan (*beliefs*) tentang apa yang sebenarnya ada atau terjadi.

Konsepsi naif (*naïve conceptions*) merupakan konsep yang paling awal mendasari teori konstruktivisme. Pengalaman pertama yang pernah anda alami bersama dengan anak mungkin menunjukkan bahwa apa yang diketahui dan diyakini anak tentang alam sekitar merupakan konsep yang masih salah. Sebagai contoh, Ardi percaya bahwa switer membuatnya tetap hangat karena switer itu sendiri hangat. Pamannya, selalu mengingatkan agar memakai switer hangat tiap kali cuaca dingin. Kepercayaan bahwa sebuah switer bersifat hangat merupakan konsepsi naif (*naive conceptions*) atau sebuah gagasan yang tidak sesuai dengan kenyataan.

2) *Assimilations*

Sebagian besar proses pembelajaran sebenarnya adalah mengajarkan kembali dan menantang model mental menggunakan *discrepant event* (kejadian ganjil). Kejadian ganjil merupakan titik awal yang akan membawa anak pada proses mengasimilasi dan mengakomodasi. Meskipun berbeda, asimilasi dan akomodasi merupakan proses yang saling melengkapi dimana anak diarahkan untuk mencocokkan gagasan baru dengan gagasan yang telah mereka miliki. Siswa mencoba menggabungkan (menyelaraskan) pengalaman baru dan data yang mereka peroleh dengan pemahaman yang saat itu mereka miliki sehingga menguatkan data baru dan memperdalamnya tetapi tidak mengubah model mental dasar mereka. Sebagai contoh, Gatot mengikuti pelajaran sains dengan kepercayaannya bahwa Bumi berbentuk datar berdasarkan pengalamannya sehari-hari. Guru kemudian mengatakan kepada Gatot jika Bumi sebenarnya berbentuk bulat. Hasilnya, Gatot membuat sebuah model mental Bumi yang berbentuk *pancake* (roti bulat dan datar) untuk mencocokkan pengetahuan awal dan gagasan yang baru saja diterima – bahwa bentuk Bumi bulat. Psikolog kognitif menggunakan istilah *assimilation* untuk menggambarkan kondisi ini.

3) *Accommodations*

Akomodasi (*accommodations*) terjadi ketika siswa tidak dapat menggabungkan pengalaman baru dan data yang mereka peroleh dengan pengetahuan yang telah mereka miliki. Oleh karena itu, mereka mengubah model mental mereka agar dapat memberikan penjelasan tentang pengalaman yang mereka hadapi.

Anggap saja, Gatot dihadapkan pada kenyataan bahwa kapal layar yang berlayar menuju horison ternyata tidak jatuh di ujung Bumi atau saat kapal berlayar menuju ke barat maka akan kembali dari arah timur. Ketika ditantang untuk menjelaskan kenyataan

ini, Gatot tidak mampu mencocokkan dengan model mental yang telah dia miliki. Gatot dihadapkan dengan pilihan: menolak bukti nyata atau *mengakomodasi* model mental yang menunjukkan bentuk Bumi yang bulat.

3. *Inquiry process dan discovery*

Carin (1993: 19) mengemukakan bahwa, “*The constructivist philosophy ... implies a minds-on/hands-on discovery approach to teaching and learning science.*” Menurut Abruscato & DeRosa (2010: 42) pembelajaran *discovery* terjadi ketika anak menemukan informasi yang baru atau mengumpulkan pengetahuan yang mendalam sedikit demi sedikit tentang cara untuk mendekati masalah dan memecahkan masalah. Aktivitas ini merupakan pengalaman individual dan personal. *Penemunya bukan kelas; tapi anaklah yang melakukan.*

Satu hal yang lebih penting dari penemuan pengetahuan baru, pembelajaran *discovery* adalah berusaha memperoleh cara baru untuk mencari jawaban. Makna dari *discovery* itu sendiri adalah mengetahui sesuatu setelah sebelumnya tidak mengetahui. *Discovery* mencari penjelasan berdasarkan pengamatan dan deskripsi. *Discovery* dan *inquiry* merupakan dua hal yang sangat terkait; meskipun demikian, Leslie Trowbridge dan Roger Bybee membedakan antara keduanya. *Discovery* terjadi saat seseorang terlibat dalam sebagian besar proses penggunaan proses mental untuk menemukan (*discover*) konsep atau prinsip (Abruscato & DeRosa, 2010: 42).

Discovery learning tidaklah terjadi melalui suatu kebetulan. Pembelajaran ini harus secara jelas *dibimbing (guided)* oleh guru. Adapun cara untuk membimbing anak sehingga mereka berada di jalan menuju *discovery* dan membuat penemuan mereka sendiri adalah *inquiry*.

a. Keterampilan proses dalam *inquiry* (*inquiry process*)

Dalam menempuh *inquiry*, siswa akan melakukan berbagai proses. Proses tersebut dikenal dengan keterampilan proses sains. Rincian dari masing-masing keterampilan tersebut adalah sebagai berikut,

1) *Observing* (Mengamati)

Mengamati berarti menggunakan indera untuk memperoleh informasi atau data tentang berbagai benda dan peristiwa. Mengamati merupakan keterampilan proses sains yang paling mendasar (Abruscato & DeRosa, 2010: 47). Rezba et al. (2007: 29) menuturkan bahwa mengobservasi sebuah benda atau zat berarti mengeksplorasi seluruh sifat-sifatnya. Benda-benda yang kita amati bisa memiliki berbagai macam sifat seperti warna, tekstur, aroma, bentuk, berat, volume, dan suhu. Benda-benda tersebut mungkin bisa menghasilkan suara dengan atau tanpa memberikan perlakuan pada benda tersebut.

Benda atau zat yang berbeda memiliki sifat-sifat yang berbeda. Hal itulah yang membuat benda atau zat berbeda satu dengan yang lainnya. Melalui penggunaan indera-indera kita, kita mampu mengenal karakteristik benda dengan cara melihatnya, mendengarkannya, menyentuhnya, merasakannya, atau membauihnya. Mengobservasi meliputi mengidentifikasi dan menggambarkan karakteristik benda.

Hackett et al. (2008: 12) mengemukakan bahwa, “*Observe, use your sense to learn about object or event.*” Sedangkan Howe & Jones (1993: 130) mengemukakan, “*Observing: using one or more of the five senses to notice characteristics of objects or*

events. Rezba et al. (1995: 3–11) mengemukakan bahwa melalui pengamatan, kita belajar tentang dunia yang menakjubkan di sekitar kita. Kita mengamati berbagai fenomena di lingkungan sekitar menggunakan kelima indera: penglihatan, pembau, peraba, perasa, dan pendengaran.

Dalam melakukan pengamatan, siswa tidak hanya mengandalkan indera mereka saja, tetapi juga dapat menggunakan bantuan alat. Sharp et al. (2009: 17) mengatakan, “*Careful observation is an important skill to develop in science. Teachers can use devices such as viewing frames or magnifying glasses to help children look more closely.*”

2) *Communicating* (mengkomunikasikan)

Martin et al (2005: 18) menuturkan bahwa siswa mengekspresikan pikirannya melalui berbagai cara sehingga orang lain dapat memahaminya. Bahasa yang digunakan anak dapat berupa bahasa percakapan, tulisan, maupun simbol-simbol. Martin et al (2005: 18–19) juga mengemukakan, “*Development of useful communication skills is to ask children to define words and terms operationally, to describes objects and events as they are perceived, and to record information and make data tables, graphs, and models to show what they found.*” Selain itu, menurut Abruscato & DeRosa (2010: 50), siswa juga menggunakan peta, grafik, persamaan matematika, dan alat peraga lainnya untuk berkomunikasi.

Komunikasi yang efektif adalah komunikasi yang jelas, akurat, dan tidak ambigu dan menggunakan keterampilan yang perlu dikembangkan dan dipraktikkan. Sebagai seorang guru, kita berusaha untuk memberikan pengaruh positif melalui kata-kata yang ditulis atau diucapkan. Kita semua ingin mengekspresikan gagasan, perasaan, dan kebutuhan kita kepada orang lain. Kita juga telah belajar lewat kehidupan kita bahwa komunikasi

merupakan perangkat yang sangat mendasar untuk memecahkan masalah (Rezba et al., 1995: 15).

3) *Classifying* (mengklasifikasi)

Mengklasifikasi adalah proses yang digunakan oleh ilmuwan untuk menjadikan benda-benda dan peristiwa-peristiwa tersusun dengan baik. Sistem klasifikasi digunakan dalam sains dan disiplin ilmu yang lain untuk mengidentifikasi benda-benda, tempat-tempat, gagasan-gagasan atau peristiwa-peristiwa dan untuk menunjukkan kesamaan, perbedaan, dan hubungan antara benda-benda, tempat-tempat, gagasan-gagasan dan peristiwa-peristiwa tersebut (Abruscato & DeRosa, 2010: 49; Chiappetta & Koballa, Jr., 2010: 132).

Rezba et al. (2007: 66) mengemukakan bahwa pada umumnya, klasifikasi dapat dilakukan dengan tiga cara yakni klasifikasi biner, klasifikasi multi-tingkat (*multi-stage*) dan *serial ordering*. Dalam sistem klasifikasi biner, kelompok benda dibagi menjadi dua buah subkelompok berdasarkan apakah masing-masing memiliki sifat-sifat tertentu ataukah tidak. Untuk membuat klasifikasi biner, terlebih dahulu harus mengidentifikasi karakteristik hanya dimiliki oleh benda tertentu. Setelah itu, kelompokkan benda-benda yang memiliki karakteristik khusus tersebut pada satu kelompok dan kelompokkan benda yang tidak memiliki karakteristik khusus pada kelompok yang lain. Sebagai contoh, biolog mengklasifikasi makhluk hidup dalam dua kelompok: hewan dan tumbuhan (tumbuhan dikelompokkan pada kelompok yang tidak memiliki ciri-ciri hewan). Ilmuwan kemudian mengklasifikasikan hewan ke dalam dua kelompok: hewan yang memiliki tulang belakang dan tidak memiliki tulang belakang. Saat membuat klasifikasi biner, sangat dimungkinkan pada satu kelompok memiliki satu anggota.

Klasifikasi multitingkat dibuat dengan membuat klasifikasi biner kemudian masing-masing subkelompoknya dibagi menjadi sub-subkelompok sehingga dihasilkan lapisan atau tingkat di bawah subkelompok. Jika tiap subkelompok dibuat klasifikasi biner terus-menerus, maka sebuah hirarki yang tersusun atas kelompok dan subkelompok dihasilkan. Sistem klasifikasi ini disebut dengan klasifikasi multitingkat (*multi-stage classification*). Sebagaimana dalam skema biner, kelompok-kelompok ditentukan dengan menyortir benda-benda yang memiliki karakteristik tertentu berbeda dari yang lainnya yang memiliki karakteristik tersebut. Hewan, sebagai contoh, diklasifikasikan dalam vertebrata dan avertebrata. Selanjutnya, hewan vertebrata dapat diklasifikasikan dalam hewan yang memiliki rambut dan tidak memiliki rambut.

Adapun cara *serial ordering* Rezba et al. (2007: 66) mengemukakan,

Serial ordering is a kind of classification where objects are placed in order by the extent to which they possess a particular property, such as diameter or mass. Buttons or rocks, for example, may be placed in order from smallest to largest or from heaviest to lightest.

4) *Measuring metrically* (mengukur secara metris)

Mengukur adalah cara terkuantifikasikannya sebuah pengamatan. Keterampilan yang dibutuhkan tidak hanya ketepatan dalam memilih dan menggunakan alat ukurnya, tetapi juga melakukan penghitungan-penghitungan menggunakan instrumen tersebut (Abruscato & DeRosa, 2010: 49). Pengukuran akan menambah ketepatan pada hasil pengamatan, pengklasifikasian, dan pengkomunikasian. Siswa dapat menggunakan alat-alat ukur standar, semacam penggaris, neraca, gelas ukur, kalkulator, dan *stopwatch*, ataupun menggunakan satuan-satuan yang tidak standar, misalnya kelereng, penjepit kertas, dan semacamnya untuk mengukur jarak (Martin et al., 2005: 19).

5) *Inferring* (menginferensi)

Menginferensi adalah menggunakan logika untuk membuat asumsi-asumsi dari apa yang kita amati dan tanyakan. Kemampuan siswa dalam membedakan antara mengobservasi dan menginferensi merupakan hal yang amat penting dan mendasar (Abruscato & DeRosa, 2010: 50).

Hackett et al. (2008: 13) mengatakan bahwa, “*Infer, form an idea or opinion from facts or observations*”. Sedangkan Rezba et al. (1995: 70–71; 2007: 112) menuturkan, apabila sebuah observasi adalah sebuah pengalaman yang diperoleh melalui satu atau lebih indera, maka inferensi adalah sebuah *penjelasan atau interpretasi atas sebuah observasi*. Sebagai contoh, anggaplah seseorang memperhatikan jendela rumah tetangganya dan melihat dua orang membawa sebuah televisi keluar dari rumahnya. Peristiwa yang sedang terjadi adalah seseorang mengamati orang mengangkat televisi. Pengamat mungkin terkejut dan mencoba menjelaskan mengapa orang tersebut mengangkat televisi. Pengamatan dapat memiliki beberap alasan terkait dengan orang mengangkat televisi keluar rumah, misalnya:

- a) Seseorang membeli televisi tetangganya sendiri dan mengangkutnya menuju rumahnya.
- b) Televisi tersebut dijemput tukang servis televisi untuk diperbaiki.
- c) Pemilik televisi ingin membeli televisi yang baru dengan cara tukar-tambah.
- d) Televisinya rusak dan akan dibuang.

e) Televisinya dicuri.

6) *Predicting* (memprediksi)

Prediksi merupakan tebakan terbaik tentang masa depan berdasarkan informasi yang dimiliki. Prediksi didasarkan pada pengamatan, pengukuran, dan inferensi tentang hubungan-hubungan antara variabel-variabel yang teramati. Sebuah prediksi yang tidak berdasarkan pengamatan hanyalah sekedar dugaan saja. Prediksi yang akurat dihasilkan dari pengamatan yang akurat dan dari pengukuran yang benar (Abruscato & DeRosa, 2010: 51; Martin et al., 2005: 19).

7) *Identifying variables* (Mengidentifikasi variabel)

Variabel adalah ciri dari sebuah benda atau peristiwa yang bisa berubah dan memiliki jumlah yang berbeda-beda (Carin, 1993: 14). Sedangkan Abruscato & DeRosa (2010: 51) mendefinisikan variabel sebagai seluruh faktor yang dapat membuat perubahan dalam sebuah penyelidikan. Tinggi dan berat seorang anak dalam masa pertumbuhan, waktu sebuah lilin dapat menyala ketika ditutup dengan gelas, dan volume air hujan setiap hari merupakan contoh variabel (Carin, 1993: 14).

Menurut Abruscato & DeRosa (2010: 51), desain eksperimen mengandung sebuah variabel bebas (*independent variable*), sebuah variabel terikat (*dependent variable*), dan beberapa variabel control (*controlled variable*).

a) Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang akan diuji. Variabel ini merupakan variabel yang dimanipulasi atau diubah oleh orang yang melakukan eksperimen. Sebagai contoh, jika

seseorang ingin menyelidiki ketertarikan kupu-kupu terhadap bunga berwarna kuning maka warna bunga adalah variabel bebas.

b) Variabel terikat

Variabel terikat adalah perubahan yang diukur. Perubahan variabel ini tergantung pada variabel bebas. Sebagai contoh dalam penyelidikan tentang ketertarikan kupu-kupu terhadap warna bunga, maka variabel bebasnya adalah jumlah kupu-kupu yang hinggap di bunga warna kuning.

c) Variabel kontrol

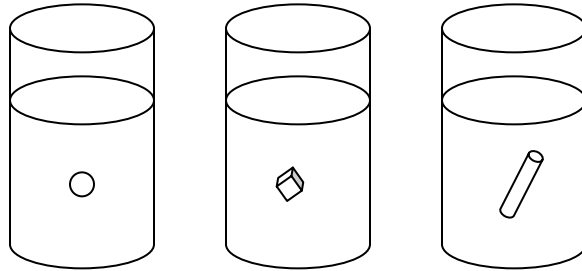
Sebuah eksperimen yang baik adalah hanya mengukur pengaruh dari sebuah variabel. Oleh karena itu, variabel yang berubah hanyalah variabel bebas dan variabel terikat. Faktor-faktor lain dapat berubah harus dijaga agar tetap tidak berubah atau *dikontrol*. Dalam eksperimen tentang ketertarikan kupu-kupu terhadap bunga berwarna kuning, yang menjadi variabel kontrol adalah jenis kupu-kupu yang sama dan bunga dengan jenis yang sama diletakkan dalam kondisi, pencahayaan, dan suhu yang sama.

8) *Constructing hypotheses* (mengajukan hipotesis)

Sebuah eksperimen biasanya berawal dari sebuah masalah yang harus dipecahkan, sebuah pertanyaan yang harus dijawab, atau sebuah keputusan yang harus dibuat. Dengan mengubah salah satu faktor dalam sebuah penyelidikan secara sengaja, maka hasilnya faktor yang lain akan berubah. Sebelum penyelidikan dan eksperimen dilakukan, sebuah hipotesis seringkali dinyatakan. Hipotesis adalah prediksi tentang hubungan-hubungan antara variabel-variabel. Hipotesis menyediakan petunjuk ketika peneliti hendak mengambil data dalam penelitian (Rezba et al., 2007: 267–268).

Aktivitas di bawah ini bisa kita ambil sebagai contoh:

Berapa cepat sebuah benda jatuh melewati sebuah cairan?



Gambar 1.
Berbagai wadah yang berisi cairan. Ke dalamnya dimasukkan tiga benda dengan bentuk dan ukuran yang berbeda.

Selanjutnya, Rezba et al. (2007: 268–270) mengemukakan bahwa untuk menentukan hipotesis, maka seseorang harus mengidentifikasi variabel-variabel yang mempengaruhi laju benda yang jatuh. Pertama, tinjau variabel-variabel yang berhubungan dengan benda, kemudian tinjau variabel-variabel yang berhubungan dengan lingkungan benda. Misalnya, dicoba juga benda-benda tersebut dijatuhkan di dalam cairan yang berbeda. Variabel-variabel itu misalnya volume benda, bentuk benda, berat benda, dan kerapatan benda. Adapun variabel yang berhubungan dengan lingkungan (cairannya) misalnya suhu cairan, jumlah cairan, ukuran wadah, dan bentuk wadah.

Jika variabel yang relevan telah ditentukan, maka hipotesis yang dapat diuji (*testable hypotheses*) dapat dinyatakan. Istilah "hipotesis yang dapat diuji" digunakan karena istilah ini mengindikasikan salah satu fungsi dari sebuah hipotesis. Sebuah hipotesis harus mengarahkan peneliti pada desain penyelidikan untuk mengujinya. Untuk membuat

sebuah hipotesis, seseorang harus menunjukkan tentang apa yang terjadi pada variabel terikat jika variabel bebas diubah. Prediksi ini dapat didasarkan pada fakta, pendapat atau sumber apapun yang dimiliki. Sebagai contoh, untuk membuat sebuah hipotesis yang terkait dengan sebuah permasalahan, *Apakah yang mempengaruhi kelajuan mobil?* Seseorang dapat memilih variabel *ukuran ban* untuk diuji. Hipotesis yang dikemukakan berdasarkan variabel tersebut adalah *jika ukuran ban membesar, maka kelajuan mobil menurun.*

9) *Defining variables operationally* (mendefinisikan variabel secara operasional)

Selama melakukan eksperimen, peneliti melakukan pengukuran terhadap variabel-variabel. Namun, sebelum melakukan pengukuran, peneliti harus memutuskan bagaimana mengukur setiap variabel.

Dengan men-spesifikasi prosedur yang digunakan untuk mengukur variabel, maka seseorang telah definisi operasional. Mendefinisikan variabel secara operasional maknanya menentukan cara untuk mengukur variabel tersebut. Dengan demikian, sebuah definisi operasional menyatakan apa yang diamati dan bagaimana mengukurnya.

Peneliti yang berbeda dapat menggunakan definisi operasional yang berbeda untuk variabel yang sama. Sebagai contoh, anggap sebuah penyelidikan dilakukan untuk menguji pengaruh vitamin E pada ketahanan tubuh seseorang. Variabel "ketahanan tubuh seseorang" dapat difenisikan dengan berbagai cara:

- a) lama seseorang dapat terjaga
- b) jarak yang dapat ditempu seseorang dengan berlari tanpa henti

Masing-masing definisi di atas adalah definisi operasional dari variabel yang sama (Rezba et al., 2007: 281–282).

10) *Experimenting* (melakukan eksperimen)

Rezba et al. (2007: 303–310) mengemukakan bahwa melakukan eksperimen merupakan aktivitas yang menggunakan seluruh keterampilan proses sains yang telah dipaparkan sebelumnya. Sebuah eksperimen bisa diawali dari sebuah pertanyaan. Dari sinilah langkah-langkah untuk menjawab pertanyaan yang mencakup mengidentifikasi variabel, memformulasikan hipotesis, mengidentifikasi faktor-faktor yang harus dijaga tetap konstan, membuat definisi operasional, mendesain sebuah penyelidikan, melakukan percobaan ulang, mengumpulkan data, dan menginterpretasi data.

4. Karakter anak usia sekolah dasar

Siswa sekolah dasar memiliki usia di antara 7 hingga 11 tahun. Berdasarkan rentang ini, maka mereka berada pada tahapan *concrete operations* (Abruscato & DeRosa, 2010: 28). Tahapan ini memiliki ciri-ciri, antara lain (Abruscato & DeRosa, 2010: 28; Carin 1993: 54–57; Howe & Jones, 1993: 28–29),

- 1) Anak mampu mengelompokkan benda-benda ke dalam kelompok-kelompok (*classes*) tertentu dan menyusun benda-benda dalam kelompok menurut aturan tertentu.
- 2) Anak telah memahami bahwa massa, berat, volume, luas, dan panjang dapat terkonservasi. Mereka mampu bekerja dengan variabel-variabel yang dapat diukur, misalnya panjang, volume, berat, dan suhu.
- 3) Anak mampu melakukan operasi penambahan, pengurangan, perkalian, pembagian, pengukuran, pengklasifikasian, dan perbandingan.
- 4) Konsep ruang dan waktu yang dimiliki anak semakin jelas.
- 5) Anak mampu melihat pola korespondensi satu-satu, hubungan sebab dan akibat, dan prinsip-prinsip sederhana.
- 6) Anak mampu mendeskripsikan sesuatu, menata, dan menghubungkan sifat-sifat suatu benda. Mampu merekam data dalam tabel dan grafik.

- 7) Anak mampu membuat inferensi-inferensi dan prediksi-prediksi, serta menggeneralisasi konsep atau prinsip berdasarkan pengalaman konkret.

Anak usia Sekolah Dasar memiliki karakteristik yang berbeda dengan usia pra sekolah dan usia sekolah menengah. Oleh karena itu, perlakuan yang diberikan pada mereka dalam pembelajaran tentunya berbeda. Berikut ini rincian masing-masing bentuk perlakuan dalam pembelajaran sains sesuai dengan kelasnya (Carin, 1993: 60–63).

a) Kelas 1 sampai kelas 2

Secara umum, anak usia kelas 1 dan kelas 2 Sekolah Dasar cenderung memiliki karakteristik tahapan *preoperational*. Untuk memfasilitasi karakteristik ini, seorang guru hendaknya:

- 1) Menyediakan anak berbagai kesempatan untuk mengeksplorasi benda-benda dan fenomena-fenomena di sekitar mereka.
- 2) Membantu anak untuk memusatkan perhatian pada sifat-sifat benda, yakni sifat-sifat benda yang membuat benda tersebut sama atau berbeda dengan benda yang lain.
- 3) Mengajarkan makna dari kata-kata dalam konteks aktivitas yang mereka lakukan. Berikan kesempatan bagi anak-anak menggunakan bahasa mereka untuk mendeskripsikan benda-benda dan peristiwa-peristiwa yang terjadi di lingkungan sekitar.
- 4) Membantu anak mencari tahu lebih banyak tentang gagasannya sendiri ataupun gagasan orang lain, mengeksplorasi secara sistematis, dan belajar bagaimana mengevaluasi bukti-bukti.
- 5) Menyediakan interaksi sosial bagi anak, termasuk pembelajaran kooperatif (*cooperative learning*). Tujuan dari interaksi sosial ini agar anak memperoleh sudut pandang yang beragam. Anak hendaknya dilatih untuk bertukar pikiran dan memberikan argumen atas gagasannya sendiri.
- 6) Membantu anak membuat hubungan antara satu hal dengan lainnya dan menyediakan kesempatan bagi anak untuk membandingkan dan membedakan benda-benda dan peristiwa-peristiwa.

b) Kelas 3 sampai kelas 5

Secara umum, anak pada usia kelas 3 sampai 5 memiliki karakteristik tahapan perkembangan operasional konkret. Meskipun demikian, anak kelas 3 kadang-kadang menunjukkan karakteristik anak usia *preoperational*. Anak usia kelas 4 mulai dapat melakukan pengamatan secara lebih hati-hati, mengumpulkan dan menata data, dan mulai banyak mengajukan pertanyaan mendalam tentang "mengapa" segala sesuatu terjadi. Untuk memfasilitasi karakteristik ini, seorang guru hendaknya:

- 1) Memberikan kesempatan pada siswa untuk memperoleh informasi dari sebuah peristiwa atau keadaan dengan cara yang sistematis.
- 2) Memberikan kesempatan pada siswa untuk menganalisis berbagai keadaan dan permasalahan ke dalam unsur-unsurnya.
- 3) Meminta siswa untuk memberi label benda-benda dan karakteristik-karakteristik, dan tindakan-tindakan sehingga mereka mengingat dan berdiskusi lebih baik.
- 4) Meminta siswa untuk mengidentifikasi variabel.
- 5) Memberikan kesempatan pada siswa untuk mengumpulkan data hasil observasi atau informasi lainnya untuk memecahkan permasalahan dan menatanya ke dalam tabel, *chart*, atau bentuk lainnya.
- 6) Menggunakan diagram, model, grafik dan gambar untuk menyampaikan pesan-pesan.
- 7) Memberikan kesempatan pada siswa untuk membuat generalisasi, inferensi, dan prediksi.

c) Kelas 5 dan kelas 6

Anak pada usia ini cenderung mencari pola dalam lingkungan sosial dan fisis mereka. Mereka menyadari adanya hubungan sebab-akibat, hubungan timbal balik. Untuk memfasilitasi karakteristik ini, seorang guru hendaknya:

- 1) Mengenalkan siswa pada benda-benda yang beragam jenisnya dan fenomena-fenomena di alam dan buatan manusia.

- 2) Menyajikan ilmu pengetahuan alam untuk anak-anak sebagai sebuah wadah untuk melakukan penyelidikan tanpa akhir untuk menemukan keteraturan yang terkandung pada benda dan alam di dunia yang penuh keragaman.
- 3) Membantu siswa familiar terhadap cara berpikir ilmiah sehingga saat mereka dewasa mereka dapat berpartisipasi dalam kancah ilmiah, menggunakan teknologi secara bijak, dan menganalisis isu-isu sosial yang terkait dengan sains dan teknologi.

5. *Hands-on* dan *minds-on* dalam pembelajaran sains

Berdasarkan hakikat sains dan implikasi karakteristik anak pada pembelajaran sains, maka diperlukan adanya pembelajaran yang mengaktifkan proses berpikir anak dalam membangun pengetahuan sekaligus memberikan kesempatan bagi anak untuk berinteraksi secara langsung dengan obyek pembelajaran. Dengan kata lain, harus ada *hands-on* dan *minds-on* dalam pembelajaran sains. Haury & Rillero (1994) mengemukakan, “*hands-on learning in science to be any educational experience that actively involves people in manipulating objects to gain knowledge or understanding*”. Sedangkan Christensen (1995) mengemukakan

Minds-On: Activities focus on core concepts, allowing students to develop thinking processes and encouraging them to question and seek answers that enhance their knowledge and thereby acquire an understanding of the physical universe in which they live

Berdasarkan pengertian *hands-on* dan *minds-on* di atas, maka dapat disimpulkan bahwa agar pembelajaran sains berlangsung sebagaimana hakikatnya (*discovery-inquiry learning*), maka guru harus melibatkan siswa dalam *hands-on* dan *minds-on*. Hal ini sebagaimana dikemukakan oleh Abruscato & DeRosa (2010: 42), bahwa untuk mewujudkan pembelajaran sains bermuatan *discovery learning*, sebisa mungkin guru harus menyediakan pengalaman *hands-on* dan *minds-on* yang akan membuat anak menggunakan pengetahuan dan keterampilan mereka untuk menghasilkan penemuan. Pendapat ini dikuatkan oleh Darrel Phillips (dalam Carin, 1993: 94) yang mengemukakan,

The individual's construction of the tools of thought (i.e., Piaget's operations and operational structures) are abstracted from actions on objects. In essence, without

action on objects, there can be no abstractions, operations, and structures. Teaching science as a reading lessons, a “cookbook” lab, or an exercise in memorization inhibits the developmental of reasoning ... Teachers must offer sciencing (active exploration and discovery of relationships) as opposed to school science (passive mimicking and memorization).

6. Media dalam pembelajaran sains

Smaldino, Lowther & Russel (2008: 6) mengemukakan,

Media, the plural of medium, are means of communication. Derived from the Latin medium (“between”), the terms refers to anything that carries information between a source and a receiver. Six basic categories of media are text, audio, visuals, video, manipulatives (objects), and people.”

Media *manipulatives (objects)* adalah media berbentuk tiga dimensi, dapat disentuh, dan dapat dibawa oleh murid. Media ini contohnya adalah balon yang digunakan untuk menyelidiki bahwa udara memiliki massa.

Berdasarkan pendapat di atas, maka media *manipulatives* tepat digunakan untuk menghadirkan bentuk konkret dari konsep abstrak kepada anak-anak. Sebagaimana dikemukakan sebelumnya, bahwa pembelajaran sains untuk anak usia *concrete operations* sangat ditekankan menggunakan benda-benda konkret. Simpulan ini dikuatkan oleh Smaldino, Lowther & Russel (2008: 35) yang mengemukakan bahwa media *manipulatives* tepat untuk pembelajaran dengan strategi *discovery* yang melibatkan *hands-on learning*. Di tempat lain, Heinich et al. (1996: 103) mengemukakan bahwa media *manipulatives* tepat untuk aktivitas laboratorium dan *hands-on science*.

Manfaat lain yang dapat diperoleh dengan menggunakan media *manipulatives* adalah, 1) mampu memberikan rangsangan yang bervariasi kepada otak, sehingga otak dapat berfungsi secara optimal, 2) merangsang dan memotivasi siswa untuk belajar, 3) memberikan pengalaman yang menyeluruh dari sesuatu yang konkret maupun abstrak, dan 4) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar mandiri, pada tempat dan waktu serta kecepatan yang ditentukan sendiri (Hartoyo, 2007: 3).

7. Media pembelajaran sains daur ulang (*Reduce, Reuse, Recycle*)

Dalam Bahasa Inggris, istilah daur ulang disebut dengan *recycle*. *Recycle* merupakan bagian dari konsep pengelolaan sampah yakni konsep 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*).

Pengelolaan sampah dengan sistem 3R ini sangat praktis dan bisa dilakukan oleh setiap orang.

Dietz & Stern (2002: 68) mengemukakan bahwa *Reduce* cenderung terkait dengan persoalan belanja barang atau mengurangi segala sesuatu yang berpotensi menjadi sampah. Hohensee (2008) mengistilahkan melakukan *reduce* berarti tidak menjadi orang yang pertama mengkonsumsi. Contoh dari *reduce* adalah saat kita berbelanja, maka usahakan untuk membawa tas tempat barang-barang belanjaan dari rumah, menghindari pembelian barang-barang yang tidak perlu, mengganti dokumen kertas dan dokumen elektronik, dan menggunakan barang-barang yang dapat diisi ulang.

Reuse, menurut Dietz & Stern (2002: 68), berkaitan dengan menggunakan kembali barang-barang yang masih layak pakai untuk fungsi yang sama atau fungsi yang berbeda. Dengan cara *reuse*, kita menggunakan kembali sampah-sampah atau barang-barang yang sudah tidak terpakai. Contoh *reuse* adalah memberikan pakaian yang kekecilan pada orang lain dan mengumpulkan sisa buku yang masih kosong untuk dijilid menjadi buku baru.

Selanjutnya, Dietz & Stern (2002: 68) mengemukakan bahwa *recycle* terkait dengan mengolah kembali barang bekas menjadi barang atau produk baru yang berguna. Contoh dari *recycle* adalah menggunakan botol bekas minuman untuk dikreasikan menjadi tempat bumbu masak atau tempat pensil, mengolah sampah kertas menjadi kertas baru, dan mengolah sampah organik menjadi pupuk.

Berdasarkan pengertian yang dikemukakan, maka yang dimaksud dengan media pembelajaran sains daur ulang adalah media pembelajaran yang berasal dari benda-benda yang seluruhnya atau sebagian besar sudah tidak terpakai. Barang-barang yang sudah tidak lagi terpakai atau barang bekas tersebut diolah kembali (*recycle*) dan diwujudkan menjadi alat peraga atau alat percobaan yang digunakan untuk pembelajaran sains.

Meskipun media daur ulang berharga murah, tetapi tetap harus memperhatikan syarat-syarat sebagai media pembelajaran. Media pembelajaran sains (alat peraga, alat percobaan) haruslah mampu untuk mengilustrasikan konsep atau prinsip, mampu digunakan untuk menjawab pertanyaan, mengarahkan miskonsepsi, menarik perhatian siswa, menuntun siswa untuk berpikir, aman untuk siswa, dan sebisa mungkin

menggunakan bahan yang murah (Collette & Chiappetta; Edwards & Fishir, 1994; 1977: 113–116; 218).

8. Kajian Penelitian yang Relevan

- a) Hasil penelitian Danon Cledes Cardoso, Maykon Passos Cristiano and Camila Orlandi Arent (2009) yang berjudul, *Development of New Didactic Materials for Teaching Science and Biology: The Importance of the New Education Practices* menyimpulkan bahwa bahan ajar yang berupa transparansi yang dikombinasikan dengan sisa-sisa bahan bekas (gambar dari koran bekas dan majalah bekas), efektif untuk meningkatkan interaksi antara guru dengan siswa.
- b) Hasil penelitian Edgar G. Corpuz and N. Sanjay Rebello (2010) menyimpulkan bahwa bahan ajar yang menggunakan aktivitas *hands-on* dan *minds-on* yang dipadukan dengan Siklus belajar Karplus (*exploration, explanation, application*) efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep dalam mata pelajaran fisika.

9. Kerangka Pikir

Pembelajaran mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA/Sains) memiliki karakteristik yang tidak boleh lepas dalam setiap penyelenggaraannya, yakni proses dan hasil. Dalam melakukan pembelajaran, guru haruslah mengaktifkan siswa dalam melakukan *inquiry process* atau *science process skills* sampai siswa menemukan pengetahuan lewat pembimbingan (*guided discovery*). Karakter siswa yang berada dalam tahapan *concrete operations* mengharuskan siswa berinteraksi langsung dengan benda-benda yang sedang dipelajari ataupun konsep-konsep yang akan dibangun. Oleh karena itu, dalam pembelajaran berorientasi *discovery-inquiry*, siswa harus aktif dalam melakukan *hands-on* dan *minds-on*.

Hasil survey menunjukkan bahwa banyak guru yang melupakan hakikat IPA sehingga pembelajaran yang dilakukan cenderung didominasi strategi ceramah dan membaca buku. Akibatnya, siswa menjadi pasif dan tidak melakukan *hands-on* dan *minds-on*. Pembelajaran menjadi suatu fakta-fakta yang harus diingat. Kendala yang dijumpai guru antara lain ketidaktahuan mereka terhadap metode pembelajaran IPA mutakhir, tidak

adanya alat peraga, kurangnya biaya untuk pengadaan alat peraga dan kurang lengkapnya alat peraga.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan, maka perlu adanya suatu bahan ajar yang berorientasi *discovery-inquiry* untuk acuan guru dan siswa. Selain itu, perlu juga media (alat percobaan/alat peraga) yang murah hasil daur ulang barang bekas. Menggunakan kedua perangkat tersebut diharapkan permasalahan pembelajaran IPA di lapangan bisa terpecahkan.

K. Metode Penelitian

1. Model Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Model Pengembangan Plomp (1997: 5; dalam Rochmad, 2011) yang menggunakan empat tahapan, yakni (1) *preliminary investigation*, (2) *design*, (3) *realization/construction* dan (4) *test, evaluation, and revision*.

a. Fase *preliminary investigation* (investigasi awal)

1) Aktivitas dan tujuan

Kegiatan ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi tentang permasalahan pembelajaran IPA di sekolah dasar, terutama kesediaan alat percobaan dan alat peraga IPA di sekolah. Oleh karena itu, cara yang ditempuh adalah dengan mencari data penyebaran alat percobaan dan alat peraga SEQIP untuk SD melalui survey lapangan.

Fase ini dilakukan dengan cara studi eksploratif yang mengumpulkan berbagai data berkaitan dengan hal-hal sebagai berikut:

- a) Proses pembelajaran IPA di sekolah dasar.
- b) Perangkat pembelajaran IPA di sekolah dasar, termasuk bahan ajar yang digunakan.
- c) Keberadaan alat peraga dan alat percobaan.
- d) Kualifikasi guru yang mengajar IPA di sekolah dasar.
- e) Pandangan guru dan siswa tentang IPA dan pembelajaran IPA.

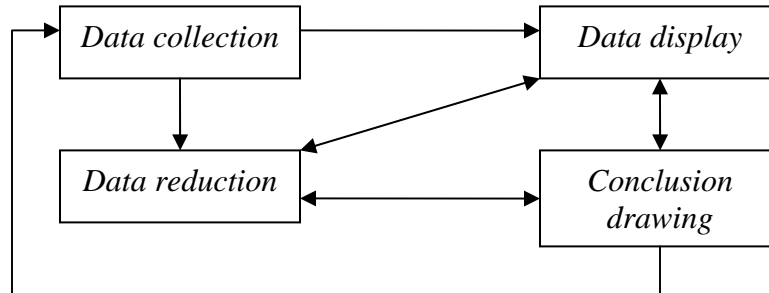
- f) Materi-materi IPA yang harus diajarkan menggunakan *discovery-inquiry* (termasuk keharusan adanya aktivitas *hands-on* dan *minds-on*).

2) Sumber data

Sumber data dalam fase investigasi awal ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa, (1) bahan ajar mata pelajaran IPA yang digunakan oleh guru, (2) proses pembelajaran IPA di sekolah dasar, (3) pandangan guru dan siswa terhadap pembelajaran IPA yang telah berlangsung, dan (4) hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran IPA yang telah dilakukan. Selain itu, juga akan diperoleh data sekunder, yakni berbagai dokumen yang mendukung untuk mengungkap proses pembelajaran dan hasil pembelajaran.

3) Model analisis

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan model Miles & Huberman (model interaktif). Analisis ini terdiri dari aktivitas *data reduction*, *data display*, dan *conclusion drawing* (Sugiyono, 2008: 246).



Gambar 2.
Komponen dalam analisis data model interaktif.
(Miles & Huberman dalam Sugiyono, 2008: 246)

b. Fase perancangan (*design*)

Plomp (1997: 6; dalam Rochmad, 2011) menyatakan tentang fase *design*,

“Characteristic activities in this phase are the generation of alternative (part) solutions and comparing and evaluating these alternatives, resulting in the choice of the most promising design or blue print for the solution.”

Perancangan bahan ajar dilakukan berdasarkan hasil analisis pada fase investigasi awal sampai menghasilkan alternatif solusi yang berupa desain awal bahan ajar. Adapun perincian dari fase perancangan adalah sebagai berikut,

1) Perancangan bahan ajar

Perancangan bahan ajar dilakukan dengan merancang *Specific-subject pedagogy* yang menggunakan *inquiry-discovery*, buku guru, buku siswa dan media. Perancangan bahan ajar dilakukan dengan mempertimbangkan materi yang mengharuskan digunakannya alat peraga dan alat percobaan. Bahan ajar yang dihasilkan kemudian divalidasi melalui *expert judgement* melalui teknik Delphi (Puslitjaknov, 2008).

2) Perancangan media

Perancangan media dilakukan dengan merancang media yang mencakup alat percobaan dan alat peraga. Media yang dirancang berasal dari bahan-bahan daur ulang. Hasil rancangan kemudian diserahkan kepada ahli materi dan ahli media dalam rangka *expert judgement* melalui teknik Delphi (Puslitjaknov, 2008).

c. Fase *realization/construction*

Plomp (1997: 6; dalam Rochmad, 2011) menyatakan:

“In fact, the design is a written out or worked out plan which forms the departure point for the phase in which the solution is being realized or made. This is often entail construction or production activities such us curriculum development or the production of audio-visual material.”

Desain awal hasil dari fase *design* kemudian direalisasikan dalam bentuk rencana pembelajaran, buku guru, buku siswa, lembar kerja siswa, dan media. Rincian tahapan dalam fase ini adalah sebagai berikut,

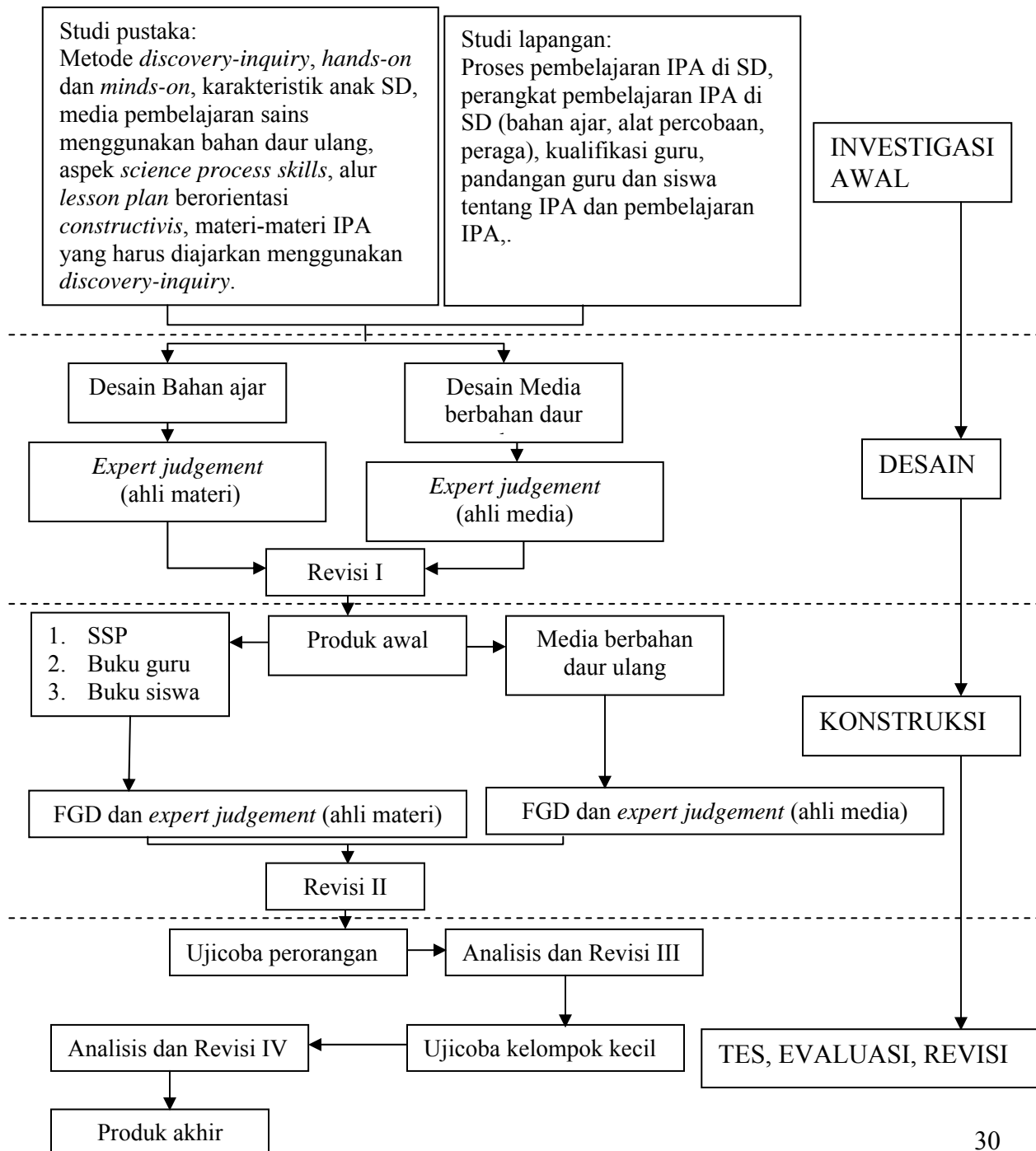
- 1) Menyiapkan hasil pada tahap *design*.
- 2) Mengumpulkan materi yang harus diajarkan menggunakan alat percobaan dan alat peraga.
- 3) Menyusun materi ke dalam SSP, buku guru, buku siswa dan membuat media.
- 4) Hasil fase *realization* adalah draft bahan ajar dan media yang didiskusikan kembali dengan praktisi untuk mengungkap kelebihan dan kekurangan melalui *focus group*

discussion (Escalada & Heong, 2009). Setelah itu dilakukan revisi kembali dan diserahkan kepada ahli materi dan ahli media dalam rangka *expert judgement* melalui teknik Delphi (Puslitjaknov, 2008).

d. Fase *test, evaluation and revision*

Pada fase ini dilakukan ujicoba produk hasil dari fase *realization*. Rincian dari fase *test, evaluation, and revision* dapat dicermati pada bagian (3) Uji coba produk.

2. Prosedur Pengembangan



Gambar 3.
Prosedur pengembangan bahan ajar berorientasi *discoveri-inquiry* menggunakan media daur ulang
(modifikasi Plomp, 1997)

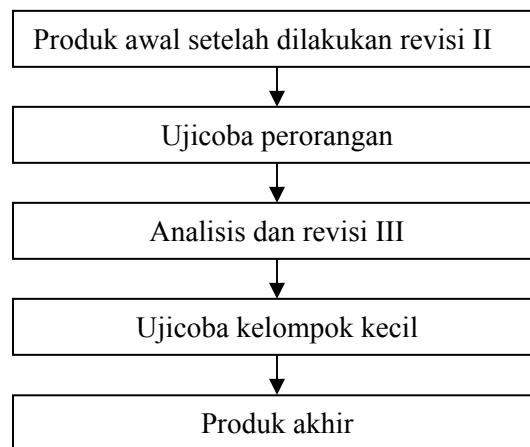
3. Uji coba produk

a. Desain uji coba

Uji coba produk dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk sebagai dasar untuk melakukan revisi produk bahan ajar berorientasi *discovery-inquiry* untuk siswa sekolah dasar. Uji coba produk dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yaitu:

- 1) Uji coba perorangan,
- 2) Uji coba kelompok kecil,

Dua tahapan uji coba yang dilakukan dalam penelitian ini dilaksanakan setelah dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media. Desain uji coba tersebut digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.
Desain uji coba

b. Subjek coba

Subjek uji coba dalam penelitian pengembangan yang dilakukan ini adalah siswa sekolah dasar yang tidak memiliki alat peraga dan kurang dalam menggunakan alat peraga atau alat percobaan dalam pembelajaran IPA. Uji coba sebanyak 84 siswa dengan rincian sebagai berikut:

- 1) 4 orang siswa untuk uji coba perorangan.
- 2) 18 orang siswa untuk uji coba kelompok kecil.

c. Jenis data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data kuantitatif yang dilengkapi dengan data kualitatif dan data dokumen proses. Data kuantitatif untuk menentukan kelayakan produk diperoleh dari nilai skor hasil angket penilaian oleh ahli materi, ahlimedia, dan subyek uji coba lapangan. Sedangkan data kuantitatif untuk menentukan efektivitas produk diperoleh dari rerata tingkat kenaikan skor hasil pre test dan post test pengguna setelah produk tersebut selesai uji coba.

Untuk data kualitatif juga dari hasil wawancara dan observasi selama produk digunakan oleh siswa. Untuk data dokumentasi diperoleh dari dokumen foto proses pengembangan.

d. Instrumen pengumpulan data

1) Jenis Instrumen

Jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket, lembar tes, pedoman wawancara, dan lembar observasi proses pengembangan dan penggunaan.

2) Angket

Angket yang disusun meliputi tiga jenis sesuai dengan peran dan posisi responden dalam penelitian pengembangan ini. Instrumen penelitian berupa angket ini disusun berdasarkan kisi-kisi yang telah dikembangkan, dan disusun menggunakan skala likert. Angket-angket tersebut adalah (1) angket untuk ahli materi, (2) angket untuk ahli media, (3) angket untuk siswa. Angket jenis pertama dipergunakan untuk memperoleh data tentang kualitas desain pembelajaran dan diisi oleh seseorang yang ahli dalam bidang materi yang sedang dikembangkan. Angket kedua digunakan untuk memperoleh data tentang kualitas teknis dari produk yang dihasilkan tersebut, yaitu dalam bidang media. Angket yang ketiga digunakan untuk memperoleh data tentang proses pembelajaran dan media dipandang dari sudut siswa ketika dilakukan uji coba.

3) Lembar tes

Lembar tes berisi soal-soal uraian yang digunakan untuk mengungkap hasil pembelajaran siswa menggunakan bahan ajar yang diujicobakan. Tes digunakan untuk menjaring data kuantitatif guna menentukan efektivitas produk penelitian dan pengembangan ini.

4) Pedoman observasi dan wawancara

Pedoman observasi dan wawancara digunakan untuk menjaring data secara kualitatif sebagai penunjang penilaian tentang tingkat efektivitas bahan ajar dan media yang dikembangkan. Adapun kisi-kisi wawancara tersebut:

- a) Tanggapan tentang bahan ajar dan media pembelajaran yang dikembangkan.

- b) Kesulitan yang dihadapi dalam penggunaan bahan ajar dan media yang dikembangkan.
 - c) Efektifitas bahan ajar dan media untuk pembelajaran.
 - d) Efektifitas bahan ajar dan media sebagai sumber belajar mandiri.
 - e) Pencapaian tingkat retensi setelah pemakaian bahan ajar dan media.
- e. Penyusunan instrumen

Kegiatan yang dilakukan peneliti pada tahap penyusunan instrumen penelitian ini antara lain: (1) analisis dokumen (aspek maupun indikator penilaian), (2) pembuatan kisi-kisi instrumen, (3) diskusi dengan teman sejawat, (4) konsultasi dengan ahli, (5) pengetikan butir instrumen.

Tabel 1.
Kisi-kisi instrumen ahli media

No	Indikator	Butir
1.	Bahan untuk media mudah diperoleh	1
2.	Media tidak membahayakan siswa	1
3.	Media mudah untuk di duplikasi	1
4.	Media sesuai dengan tingkatan kelas	1
5.	Mudah digunakan untuk siswa	1
Total		5

Tabel 2.
Kisi-kisi instrumen ahli materi

No	Indikator	Butir
1.	Kesesuaian materi dengan kurikulum	1
2.	Proses kognitif sesuai dengan kurikulum	6
3.	Fakta, konsep, prinsip/hukum, dan teori sesuai dengan SK/KD	5
4.	Menekankan keterampilan proses (<i>inquiry process</i>)	10
5.	Menekankan pada <i>discovery</i>	1
6.	Pembagian bab dan sub-bab jelas	1
7.	Materi disusun dengan penataan logis	1
8.	Materi akurat/tidak salah konsep dan <i>up-to-date</i>	1
9.	Menunjukkan perbedaan yang jelas antara fakta, konsep, prinsip/hukum, dan teori	1
10.	Terdapat hubungan sains, teknologi dan sosial	1
11.	Isi relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa	1
12.	Tingkat keterbacaan sesuai dengan tingkatan kelas	1
13.	Bahasa teknis sesuai dengan tingkatan kelas	1
14.	Menggunakan foto yang jelas	1
15.	Ilustrasi menarik dan terkait dengan teks	1
16.	Soal-soal disusun dengan baik dan berguna untuk ulangan/tes	1
17.	Aktivitas untuk siswa menekankan penemuan (<i>discovery</i>)	1
18.	Aktivitas memotivasi siswa untuk melakukannya	1
19.	Peralatan untuk melakukan aktivitas mudah diperoleh	1
20.	Mencantumkan <i>teacher guide</i>	1
21.	Media yang digunakan sesuai dengan materi/mendukung konsep	1
Total		38

f. Teknik analisis data

Data diperoleh melalui instrumen penilaian pada saat uji coba dan dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif kualitatif. Analisis ini dimaksudkan untuk menggambarkan karakteristik data pada masing-masing variabel. Dengan ini diharapkan akan mempermudah memahami data untuk proses analisis selanjutnya. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar untuk merevisi produk bahan ajar dan media yang dikembangkan.

Data kuantitatif yang diperoleh melalui angket penilaian dan wawancara akan dianalisis dengan statistik deskriptif kemudian dikonversikan ke data kualitatif dengan skala 5 untuk mengetahui kualitas produk. Konversi yang dilakukan terhadap data kualitatif mengacu pada rumus konversi yang dikemukakan oleh Sukardjo (2005:55) Lebih jelasnya lihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4
Kriteria Penilaian

Nilai	Kriteria	Skor	
		Rumus	Perhitungan
A	Sangat Baik	$X > \bar{X}_i + 1,8 S_{b_i}$	$X > 3,2$
B	Baik	$\bar{X}_i + 0,6 S_{b_i} < X \leq \bar{X}_i + 1,8 S_{b_i}$	$2,4 < X \leq 3,2$
C	Cukup	$\bar{X}_i - 0,6 S_{b_i} < X \leq \bar{X}_i + 0,6 S_{b_i}$	$1,6 < X \leq 2,4$
D	Kurang	$\bar{X}_i - 1,8 S_{b_i} < X \leq \bar{X}_i - 0,6 S_{b_i}$	$0,8 < X \leq 1,6$
E	Sangat Kurang	$X \leq \bar{X}_i - 1,8 S_{b_i}$	$X \leq 0,8$

Ketentuan

Rerata ideal (\bar{X}_i) = $\frac{1}{2}$ (skor maksimal + skor minimal)

Simpangan baku ideal (Sb_i) = $\frac{1}{6}$ (skor maksimal - skor minimal)

X = Skor Empiris

L. Daftar Pustaka

- Abruscato, J & DeRosa, D. A. (2010). *Teaching children science-a discovery approach-7^{ed}*. Boston: Allyn & Bacon.
- Anderson, L W. et al (Eds). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Blooms' Taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Borg, W. R & Gall, M. (1982). *Educational Research: An Introduction*. New York & London: Longman.
- Carin, A. W. (1993). *Teaching science through discovery-7^{ed}*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Cardoso, D.C., Cristian, M. P & Arent, C. O. (2009). Development of New Didactic Materials for Teaching Science and Biology: The Importance of the New Education Practices. *OnLine Journal of Biological Sciences 9 (1): 1-5, 2009*
- Chiappetta, E. L & Koballa, T. R., Jr. (2010). *Science instruction in the middle and secondary schools*. Boston: Allyn & Bacon.
- Christensen, M. (2010). *Providing Hands-On, Minds-On, and Authentic Learning Experiences in Science*. East Diehl: NCRE.
- Collette, A. T. & Chiappetta, E. L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary schools*. NewYork: Macmillan.
- Corpuz, G. E & Rebello, N. S. (2010). Hands-On and Minds-On Modeling Activities to Improve Students' Conceptions of Microscopic Friction. Grensboro.
- Dietz, T & Stern, P. C. (2002). *New Tools for Environmental Protection: Education, Information, and Voluntary Measures*. NAP. Tersedia di <http://www.nap.edu/catalog/10401.html>.
- Edwards, C. H. & Fisher, R. L. (1977). *Teaching elementary school science: a competency-based approach*. New York: Praeger Publisher.

- Escalada, M. & Heong, K. L. (2009). *Focus group discussion*. Tersedia di ricehoppers.net/wp-content/uploads/2009/10/focus-group-discussion.pdf
- Hacket, J. K. et al. (2008). *Science-A closer look*. New York. Macmillan/Mcgraw-Hill.
- Hartoyo. (2007). *Ketersediaan dan pemanfaatan alat peraga dalam menunjang pembelajaran*. Makalah seminar, tanggal 31 Agustus 2007.
- Haury, D. L & Rillero, P. (1994). *Perspectives of Hands-On Science Teaching*. East Diehl: NCRE.
- Heinich, R. et. al. (1996). *Instructional media and technologies for learning-5th*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hohensee, J. (2010). *Walking in Balance with the Three R's (Reducing, Reusing, Recycling)*. East Diehl: NCRE.
- Howe, A. C & Jones, L. (1993). *Engaging children in science*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Martin, R. et al. (2005). *Teaching science for all children-inquiry methods for constructing understanding*. Boston: Pearson.
- Moyer, R. H., Hackett, J. K. & Everett, S. A. (2007). *Teaching science as Investigations-modeling inquiry through learning cycle lessons*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Naidu, S. (2006). *E-learning-a guide book of principles, procedure, and practices*. New Delhi: Sanjaya Mishra.
- Rezba, R. J. et al. (1995). *Learning and assessing science process skills*. Iowa: Kendall/Hunt.
- Rezba, R. J. et al. (2007). *Learning and assessing science process skills*. Iowa: Kendall/Hunt.
- Sharp, J., Peacock, G., Johnsey, R., et al. (2009). *Primary science-teaching theory and practice (4th ed)*. British: Learning Matters.
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L. & Russell, J. D. (2008). *Instructional technology and media for learning-9th ed*. Ohio: Pearson.
- Sugiyono. (2008). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardjo. (2005). *Evaluasi pembelajaran*. Diktat mata kuliah Teknologi Pembelajaran UNY. Tidak diterbitkan.

Tim Puslitjaknov. (2008). *Metode penelitian pengembangan*. Pusat Penelitian Kebijakan dan Inovasi Pendidikan. Balitbang Depdiknas.