

KARAKTERISTIKA IPA DAN KONSEKUENSI PEMBELAJARANNYA BAGI SISWA SEKOLAH DASAR

oleh

Suyitno Al.

Abstrak

IPA sebagai ilmu memiliki karakteristik obyek dan persoalan serta cara kerja pemecahan masalahnya yang membedakan dengan kelompok disiplin ilmu lain. Obyek dan persoalan IPA adalah semua gejala benda dan peristiwa alam serta hubungan sebab akibatnya. Dasar pengembangan konsep IPA dilakukan melalui pengamatan, percobaan atau eksperimen dengan prosedur dan sikap ilmiah. Dengan demikian dalam pembelajaran IPA bagi siswa SD dengan pendekatan keterampilan proses (PKP) merupakan konsekuensi logis dari sifat keilmuannya.

Ada tiga aspek penting sebagai modal bagi guru IPA dalam mengembangkan strategi pembelajaran IPA yaitu penguasaan materi dengan karakteristiknya, pemahamannya terhadap subyek belajar dan penguasaannya dalam khasanah teori belajar mengajar IPA. Untuk meningkatkan kesiapan dan kemampuan guru dalam melaksanakan PKP, perlu peningkatan kualitas guru dalam tiga aspek penting tersebut. Salah satu kebutuhan yang mendasar adalah meningkatkan pemahaman guru mengenai karakteristik IPA dan konsekuensi dalam pembelajarannya.

Untuk mendorong pelaksanaan PKP, perlu didukung oleh kebijakan kelembagaan yang tepat. Kebijakan sistem guru kelas sangat menghambat usaha-usaha ke arah spesialisasi keahlian. Disamping itu, penggunaan tolok ukur tingkat keberhasilan pengajaran IPA yang semata-mata dari segi produk yang dapat dihafal akan mendorong guru melaksanakan pengajaran IPA secara tradisional, bukan bobot aktivitas, sikap serta keterampilan yang berkembang.

Pendahuluan

Pengajaran IPA SD tradisional yang berorientasi pada pembelajaran produk IPA (subject matter oriented) yang diberikan secara informatif dinilai sangat tidak cocok untuk diterapkan. Langkah konkrit upaya pembenahan sistem pembelajaran IPA telah dilakukan, di antaranya dengan pembaharuan kurikulum IPA sejak tahun 1975 dan disempurnakan pada kurikulum IPA tahun 1986.

Dalam GBPP kurikulum IPA 1986 secara jelas digariskan bahwa sistem pembelajaran IPA dilakukan dengan pendekatan keterampilan proses (Depdikbud, 1986:96) disertai dengan upaya pengadaan kelengkapan alat-alat Laboratorium IPA dan penataran guru-guru. Namun demikian, masih berkembang isu bahwa PKP IPA belum banyak dilak-

sanakan di lapangan. Hal ini memberi pertanda banyak kendala pelaksanaan PKP tersebut.

Banyak faktor yang harus dikaji untuk melihat sumber kendala pelaksanaan PKP pada pengajaran IPA SD. Sistem guru kelas memberi konsekuensi beban yang berat bagi guru. Kurangnya penguasaan materi, dan lemahnya pemahaman guru terhadap karakteristik IPA akan menjadi sumber kendala utama bagi guru untuk mengembangkan strategi pembelajaran IPA dengan pendekatan PKP di lapangan. Untuk itu, guru perlu memahami hubungan antara karakteristik IPA dan konsekuensinya dalam pengajaran IPA.

Hakekat IPA (Science)

Menurut Carin dan Sund (1989), 5), IPA merupakan sekumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis, dimana dalam penerapannya secara umum terbatas pada gejala alam. Secara utuh, IPA sebagai keilmuan terdiri dari 3 dimensi meliputi IPA sebagai produk (fakta, konsep, prinsip, dll.), proses (metoda atau cara kerja ilmiah) dan sikap (sikap yang mendasar cara bertindak atau berproses). Ke tiga dimensi tersebut sama pentingnya dan sebagai kebulatan yang dibutuhkan dalam pengembangan pendidikan IPA. Hubungan antara persoalan IPA (obyek dan fenomena alam), proses dan sikap ilmiah dalam konteks pengembangan konsep-konsep atau produk IPA dapat digambarkan secara ringkas melalui gambar berikut ini.

Penelitian baru terhadap fenomena alam	Proses-proses ilmiah	Produk-produk ilmiah
<p>Penelitian pada fenomena di alam</p> <ul style="list-style-type: none"> - obyek - saling hubungan - kejadian, dst. 	<p>Sikap dan proses ilmiah</p> <p>Sikap ilmiah :</p> <ul style="list-style-type: none"> - hasrat ingin tahu - kerendahan hati - jujur - obyektif - kemauan mempertimbangkan data-data baru - bersikap positif terhadap kegagalan - terbuka - teliti - dll. <p>Proses /metode ilmiah</p> <ul style="list-style-type: none"> - mengidentifikasi masalah - mengamati - merumuskan hipotesis - menganalisa - meramalkan - mengekstrapolasi - mensintesis - mengevaluasi 	<p>Produk ilmiah</p> <ul style="list-style-type: none"> - fakta - konsep - prinsip - teori - hukum

Gambar : Saling Hubungan Antara Penelitian Gejala, Produk, Proses dan Sikap Ilmiah. (Carin dan Sund, 1989: 6).

Obyek dan persoalan IPA adalah semua gejala benda dan peristiwa yang dapat diindera dan diukur serta saling keterkaitannya. Oleh sebab itu dasar pengembangan konsep-konsepnya adalah dari hasil **pengamatan, percobaan atau eksperimentasi**, dengan menggunakan kaidah-kaidah metode ilmiah dan sikap ilmiah.

Pembelajaran IPA bagi siswa adalah mengajak siswa belajar mengungkap gejala-gejala dan persoalan alam dengan mengikuti kaidah-

kaidah ilmiah seperti yang dilakukan oleh para peneliti, dan tidak sekedar mentransfer pengetahuan secara informatif. Belajar IPA tidak sekedar menghafalkan konsep-konsep, teori-teori atau menghafal gejala-gejala. Belajar IPA harus melibatkan unsur proses atau aktivitas baik mental dan atau fisik agar siswa memperoleh pengalaman-pengalaman yang nyata.

Misi Pengajaran IPA

Pada prinsipnya, ada tiga aspek pokok yang hendak dikembangkan melalui proses pembelajaran IPA, yakni aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pengembangan aspek kognitif antara lain menyangkut masalah peningkatan pengetahuan, kemampuan berfikir kritis, logik dan kreatif, keterampilan mengungkap fenomena dan memecahkan masalah dengan kaidah-kaidah ilmiah (proses sains). Aspek afektif terkait dengan pengembangan sikap dan nilai-nilai. Pengembangan aspek Psikomotorik menyangkut pengembangan keterampilan fisik yang mendukung untuk melakukan proses-proses pengungkapan fenomena dan masalah alam. Dalam konteks pendidikan, IPA berkedudukan sebagai alat untuk mendidik subyek belajar. Persoalannya terletak pada cara bagaimana pembelajaran IPA dilakukan agar mampu memberi kondisi berkembangnya ketiga aspek sasaran pendidikan tersebut di atas secara maksimal.

Ada tiga hal yang harus dipahami oleh setiap guru IPA sebagai modal utama di dalam memformulasikan suatu strategi pembelajaran IPA. Ke tiga hal tersebut adalah : *Pertama*, pemahaman hakekat IPA dan penguasaan materi IPA yang diajarkan (knowledge base). *Kedua*, pemahaman terhadap karakteristik subyek belajarnya. *Ketiga*, pemahaman guru terhadap aspek kependidikannya. Seseorang sulit untuk menjadi guru IPA yang baik bila hanya berbekal kemampuan dalam teori mengajar secara umum, tanpa ditopang dengan penguasaan materi dan pemahaman karakteristik keilmuannya. Demikian pula bila hanya berbekal penguasaan materi memahami karakteristik keilmuannya. Inti persoalan strategi pembelajaran IPA bukan terletak pada bagaimana guru mengajar tetapi bagaimana siswa diajak belajar IPA dengan baik.

Teori Piaget dan Pengajaran IPA

Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan guru dalam merencanakan atau mengembangkan PBM adalah kondisi karakteristik siswa sebagai subyek belajar mencakup aspek-aspek Psikososial, psikoemosional dan tahap perkembangan mentalnya.

Teori mengenai tahap-tahap perkembangan mental yang dirumuskan oleh Piaget sudah sangat populer dikalangan guru-guru dan sangat berpengaruh pada dunia pendidikan. Namun persoalannya adalah "Apakah formulasi tahap perkembangan mental anak yang dikaji dari anak-anak di "masyarakat barat" itu sepenuhnya cocok dengan realitas tahap perkembangan mental anak-anak masyarakat Indonesia ?. "Tentunya permasalahan ini perlu diteliti secara cermat.

Piaget (Biechler dan Snowman, 1986 : 62-63); Carin dan Sund, 1989: 26-28) mengelompokkan perkembangan mental anak dalam 4 tahapan yaitu sensorimotor (0-2th.), Preoperatioanal (2-7th.), Operasional konkrit (7-11th.), dan operasi formal (> 12 th.). Pada fase operasi-konkrit, ditandai dengan ciri-ciri:

1. Dapat melakukan operasi mental yang bersifat logik seperti menambah, mengurangi, mengalikan, membagi, mengurutkan, mengganti, membalik. dsb
2. Mulai dapat mengkonversi suatu besaran panjang, jumlah, tinggi, berat dan volume.
3. Mulai dapat melakukan operasi mental yang lebih tinggi seperti mengamati secara kritis, mengukur panjang, tinggi, volume, menggolong-golongkan dan menumbuhkan nilai-nilai.

Siswa SD di Indonesia berada dalam kelompok usia antara 6 - 13 tahun. Apabila teori Piaget tersebut sesuai untuk menggambarkan tahap perkembangan mental anak-anak di masyarakat Indonesia maka siswa SD kelas I - IV berada pada tahapan operasional konkrit dan siswa kelas V - VI berada pada tahap transisi operasi konkrit keoperasi formal. Pada tahap operasional konkrit ini, anak baru mampu mengambil pengertian -pengertian terbatas pada obyek-obyek atau persoalan yang konkrit yang dijumpai dari pengalamannya atau dari lingkungannya.

Secara teoritik menurut teori Piaget, anak usia di atas 11 tahun akan mulai memasuki fase operasi yang ditandai dengan kemampuan berfikir hipotesis deduktif, rasional, berfikir abstrak dan proporsional dan mengevaluasi. Dengan demikian, siswa-siswa SD kelas V - VI sudah mampu berfikir abstrak, rasional dan bahkan mampu mengevaluasi suatu informasi. Untuk itu, strategi yang di ambil dalam PBM IPA tentunya harus mampu memberi kondisi pengembangan operasi formal ini. Namun bila ternyata tahap-tahap perkembangan mental siswa kita satu tingkat di bawah siswa-siswa SD pada "masyarakat Barat", maka tingkat tuntutan berfikir formal pada siswa-siswa kita akan kurang realistis dengan kondisi siswa. Pernyataan Hendro Darmodjo dan Jenny RE Kaligis (1992) yang disitir oleh Bandiyah (1993: 123) bahwa siswa kelas IV agar diberi kesempatan untuk mengembangkan pola berfikir formal

seperti cara membuat hipotesis, berfikir reflektif evaluatif melalui kegiatan tugas proyek, eksperimentasi dan diskusi, perlu mendapat tanggapan positif walaupun mungkin masih sangat sulit direalisasikan. Dalam batas-batas tertentu atau pada masalah-masalah sederhana, mungkin ciri operasi formal diterapkan. Sebagai contoh, siswa kelas I SD atau bahkan TK sudah mulai menunjukkan kemampuan abstraksinya dalam mengenal lambang-lambang dan operasi matematik sederhana. Belajar mengenal simbol melakukan operasi matematik tersebut merupakan hasil abstraksi yang logik.

Perkembangan mental merupakan fungsi dari lingkungannya. Menurut Piaget, ada 4 faktor penting yang menunjang perkembangan proses mental anak, meliputi :

1. **Maturasi** (pematangan); suatu proses perubahan fisiologis dan anatomis, pertumbuhan tubuh dan syaraf.
2. **Pengalaman fisik**; interaksi dengan lingkungan fisik di sekitarnya, manipulasi obyek-obyek dsb.
3. **Pengalaman sosial**; interaksi dengan orang lain yang akan menghilangkan sifat egosentris dan belajar menerima pandangan orang lain.
4. **Keseimbangan**; suatu proses dimana anak merespons rangsang secara mental. Cara merespons dengan 2 cara yakni :
 - a. **asimilasi** : mengambil atau menerima informasi-informasi dari lingkungan dan menggabungkan kedalam bagan-bagan konsep yang telah ada.
 - b. **akomodasi** : memodifikasi konsep atau pengertian untuk menerima informasi baru.

Empat faktor penunjang perkembangan proses mental anak di atas menjadi faktor kebutuhan dan disajikan dasar dalam mengembangkan strategi PBM IPA yang tepat untuk dapat memacu proses mental semaksimal mungkin.

Beberapa Pandangan Pengajaran IPA Di Sekolah Dasar

Bertolak dari hakekat IPA sebagai produk dan proses yang berorientasi pada pengembangan nilai-nilai kognitif, afektif dan psikomotorik serta bertolak dari kondisi psikologi anak usia sekolah dasar maka pengajaran IPA di SD hendaknya sederhana tetapi menantang berkembangnya kemampuan berfikir, tumbuhnya nilai-nilai positif sebagai calon ilmuwan. hal ini hanya akan tercapai dengan pendekatan CBSA yang menekankan pengamatan, melakukan percobaan, menemukan masalah dan melakukan kegiatan untuk memecahkan masalah. Strategi pembelajaran IPA harus mampu secara kondusif mengantarkan dan memberi suasana

yang memberi peluang semaksimal mungkin bagi pengembangan nilai-nilai yang dibutuhkan bagi anak.

Pengajaran IPA konvensional atau tradisional lebih menekankan pada materi (subject matter oriented) yang diberikan secara hafalan. Cara pengajaran demikian kurang mendukung pada upaya pengembangan mental anak, baik yang menyangkut kemampuan berfikir, tumbuhnya sikap positif dan keterampilan prosesnya. Bertolak dari teori Piaget, bahwa untuk memacu perkembangan mental anak, guru hendaknya dapat menciptakan kondisi belajar yang memberi peluang secara optimal untuk memberi pengalaman berinteraksi obyek, peristiwa alam dan dengan sesama teman (sosialisasi dengan lingkungannya). Pengalaman langsung pada obyek dan peristiwa alam ini juga akan mempertajam proses asimilasi dan akomodasi anak terhadap pengertian-pengertian yang baru. CBSA dengan pendekatan PKP akan menjadi ciri pengajaran IPA modern.

Seperti yang diingatkan oleh Collet (1973: 154), kesalahan paling besar yang dilakukan guru adalah mengartikan belajar IPA hanya sebatas Produk keilmuannya saja. Artinya, bahwa guru sekedar memberikan konsep-konsep keilmuan IPA secara informatif, tanpa disertai upaya guru untuk mengajak siswa berfikir untuk menemukan konsep tersebut. Siswa dianggap sebagai tempat penyimpanan informasi belaka. Tampaknya menjadi sesuatu yang mustahil bila pengajaran IPA dengan pendekatan informatif, dan tanpa mengembangkan interaksi belajar yang baik dapat melahirkan intelektual bidang IPA yang handal.

Konsep mengenai pendekatan pengajaran IPA SD yang baik dan mengacu pada sifat-sifat IPA sebenarnya telah dituangkan di dalam kurikulum dan GBPP tahun 1986 tersebut. Menurut GBPP 1986 tersebut, IPA diberikan semenjak kelas II SD dengan Pendekatan Keterampilan Proses. Namun demikian keterlaksanaan di lapangan akan sangat tergantung dari banyak faktor, salah satu diantaranya adalah kesiapan guru IPA itu sendiri. Kekurang siapan pelaksana di lapangan jelas merupakan kendala utama keberhasilan proses pembelajaran IPA.

Collet (1973: 154) menunjukkan bahwa ada tiga psikolog yang sangat aktif terlibat pada pengembangan pengajaran IPA yaitu **Gagne**, **Bruner** dan **Ausubel**. Gagne dan Bruner sependapat bahwa pengajaran IPA hendaknya mementingkan proses daripada sekedar belajar produknya. Namun di antara kedua psikolog tersebut ada perbedaan pada cara yang ditempuh. Gagne menonjolkan pentingnya pendekatan proses yang terstruktur atau terbimbing (Guided Instruction) agar siswa menemukan

konsepnya atau dapat memecahkan masalahnya. Sedangkan Bruner menekankan pentingnya siswa menemukan sendiri dalam berproses IPA tersebut dan kegiatannya tidak dipandu dengan petunjuk kerja yang lengkap (Unguided Instruction). Pendekatan pengajaran IPA dari Bruner ini dikenal dengan pendekatan "discovery" (penemuan).

Berbeda dengan Gagne dan Bruner, Ausubel menekankan pentingnya belajar produk (informasi fakta, konsep, teori) dalam pengajaran IPA dengan seleksi dan organisasi yang baik. Ausubel berpendapat bahwa pendekatan proses membutuhkan lebih banyak waktu yang membuatnya kurang efektif. Namun demikian pandangan Gagne dan Bruner memiliki banyak nilai lebih dalam mengembangkan aspek kognitif, afektif dan psikomotor dalam pembelajaran IPA dan lebih sesuai dengan sifat keilmuan IPA, karena melalui aktivitas pemecahan masalah (problem solving) menciptakan kondisi yang lebih baik bagi berkembangnya tiga aspek tujuan pengajaran tersebut.

Dilihat dari cara pendekatan pencapaian konsepnya, pembelajaran IPA dapat dilakukan dengan pendekatan induktif dan deduktif. Pembelajaran Induktif bertolak dari pemberian pengalaman gejala atau fakta-fakta yang kemudian siswa digiring untuk menggeneralisasi atau melakukan konseptualisasi untuk merumuskan konsep-konsep atau hubungan antar konsepnya. Dalam ungkapan sederhana, belajar dari yang bersifat "khusus" menuju "umum". Sebaliknya, bila konsep-konsep atau teori diberikan terlebih dahulu dan disertai contoh-contoh atau ilustrasi tentang fakta-fakta, kemudian murid diminta untuk menunjukkan fakta yang lain sebagai pendekatan deduktif.

Brewer dan Garland (1974: 4) merincikan bentuk-bentuk aktivitas dalam pengajaran IPA di Missouri, USA mulai pertengahan tahun 1960, yang dikembangkan pada "Elementary Science Learning by Investigating (ESLI) untuk tingkat sekolah dasar di Missouri, USA meliputi: Observasi, pengukuran, klasifikasi, meramalkan, mendeskripsi, merumuskan masalah, menghipotesis, mengorganisasi data, menginterpretasi data (analisis dan sintesis) menyimpulkan dan mengkomunikasikan

Pendekatan proses dan pendekatan produk merupakan dua pandangan yang saling bertolak belakang (kontroversi). Sebagian ahli pendidikan IPA memandang bahwa produk dan proses dalam pengajaran IPA sama pentingnya, walaupun tetap lebih menekankan pada aspek proses. Seperti Robenson (Romey, 1968, 138) berpendapat bahwa pengajaran IPA hendaknya lebih menekankan pada proses dari pada belajar produk karena melalui belajar proses lebih memberi peluang bagi berkembangnya nilai-nilai pribadi. Demikian pula Carin dan Sund (1980, 43)

menandakan bahwa pengajaran IPA dengan metode (discovery dan Inquiry) dipandang merupakan metoda yang lebih tepat dan menguntungkan.

Esensi pendekatan ini tertumpu pada pelibatan siswa secara aktif (CBSA) untuk menggiring siswa menemukan masalah, memecahkan dan menemukan konsepnya sendiri. Seperti yang dikemukakan oleh Jerome Bruner (Amien, 1987: 133), beberapa keuntungan metode penemuan ini antara lain adalah:

1. Siswa akan lebih memahami konsep-konsep dasar dan ide-ide dengan lebih baik
2. Membantu menggunakan daya ingat dalam situasi belajar yang baru
3. Mendorong siswa untuk berfikir dan berinisiatif
4. Mendorong siswa berhipotesis
5. Pengajaran menjadi lebih menitikberatkan pada subyek belajar
6. mengembangkan konsep diri siswa karena secara psikologis anak merasa lebih aman, terbuka terhadap pengalaman baru, berkesempatan mengeksplorasi dan berkreasi.

Upaya pengembangan strategi pembelajaran IPA harus mempertimbangkan kondisi siswanya. Pertimbangan diantaranya menyangkut aspek cakupan dan kedalaman materi, strukturisasi persoalan dan pola aktivitas yang dikembangkan bersama siswa. Bobot kegiatan PBM IPA SD mulai dari kelas III - VI perlu dipertimbangkan agar sesuai dengan tingkat perkembangan subyek belajar. Perbedaan bobot kegiatan merupakan konsekuensi dari pengajaran yang bersifat "Student oriented". Walaupun siswa SD di Indonesia kemampuan abstraksinya masih terbatas tetapi kemampuan abstraksinya masih terbatas tetapi kemampuan berfikir logiknya sudah cukup berkembang sehingga strategi pembelajaran IPA hendaknya dapat memacu percepatan perkembangan mental siswa ke jenjang yang cukup lebih tinggi. Misalnya adalah sebagai berikut:

Kegiatan dengan Pendekatan PKP	Kelas			
	3	4	5	6
1. observasi/pengamatan	v	v	v	v
2. mengukur	v	v	v	v
3. mengklasifikasi	v	v	v	v
4. mendeskripsi	v	v	v	v
5. menemukan masalah		v	v	v
6. meramalakan/ hipotesis		v	v	v
7. mengorganisasikan data		v	v	v
8. menginterpretasi data			v	v
9. menarik kesimpulan			v	v
10. menemukan masalah baru			v	v
11. mengkomunikasikan			v	v

Walaupun kenyataan di lapangan sekarang ini belum banyak dicoba kegiatan PBM IPA yang memberi kesempatan siswa untuk menginterpretasi data hingga mengkomunikasikan hasilnya, hal ini bukan berarti tidak mungkin untuk dikembangkan, sebatas pada masalah-masalah yang sederhana.

Penutup

Isu yang menonjol pada pengajaran IPA dilapangan dewasa ini adalah kurang dilakukannya sistem pembelajaran IPA dengan PKP. IPA cenderung diberikan menurut pola tradisional yakni pembelajaran IPA yang menitikberatkan pada materi (subject matter oriented) dan diberikan secara hafalan.

Kendala yang menonjol pelaksanaan PKP dalam PBM-IPA adalah kurangnya penguasaan materi, pemahaman terhadap karakteruistik IPA dan strategi pembelajaran di kalangan para guru, dan tolok ukur keberhasilan belajar dari masyarakat yang kurang proporsional. Perlu usaha berkelanjutan dan pemerataan kesempatan bagi para guru IPA SD untuk meningkatkan kemampuannya malalui penataran, forum seminar, dan pembentukan forum komunikasi guru. Dalam konteks ini, perlu dipertimbangkan diupayakan sistem guru spesialis dan bukan sisten guru kelas. Disampimng itu, perlu reorientasi sistem evaluasi yang tidak sekedar menekankan aspek kognitif. Opini masyarakat yang hanya mengukur

keberhasilan belajar dari sejumlah konsep yang bisa dikuasai/dihafal siswa menjadi pemicu utama yang mendorong para guru untuk berlomba memberi materi sebanyak banyaknya dan menjadikan siswa sarat beban. Untuk itu, perlu penegasan kembali misi pendidikan IPA agar dapat membangun opini masyarakat secara lebih wajar dan membawa penyeragaman dalam PBM IPA di sekolah untuk mengantarkan siswa pada tujuan pendidikan yang semestinya.

Daftar Pustaka

- Amien, M (1987). *Mengajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Dengan Menggunakan Metode "Discovery dan Inquiry*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Bandiyah (1993). Pengajaran dan Evaluasi Bidang Studi IPA di Sekolah Dasar. *Cakrawala Pendidikan*. Penerbit Pusat Pengabdian Pada Masyarakat, IKIP Yogyakarta.
- Beichler R.F. and J. Snowman (1986). *Psychology Applied to Teaching*. Houghton Mifflin Company. Boston.
- Brewer A.C.; Garland N.; Edwards T.S; mashall A. and J.J Notkin (1974). *Elementary Science Learning by Investigating (ESLI)*. rand MC Nally & Company. London
- Carin A. A. and R.B.Sund (1980). *Teaching Modrn Science* Charles E.-merrill Publishing Company. Sydney.
- (1989). *Teaching Science Through Discovery*. 3rd Ed. Merril Publishing Company. Melbourne.
- Collet, A.T. (1973). *Science Teaching in the Secondary School*. Allyn and Bacon, Inc.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1986. *Kurikulum Sekolah Dasar*.: Garis Besar Program Pengajaran
- Mallison G.G.; Mallison J.B.; Elwood E.P. and V.S. Silva (1975). *Science Under standing Your Environment*. Teacher;s Edition. The Silver Burdett Elementary Science Program. New Jersey.

Romey W.D. (1968). *Inquiry Techniques for Teaching Science*. Prentice - Hall inc. Englewood Cliffs. New Jersey.