

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328249366>

# Dasar-Dasar Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Book · September 2017

CITATIONS

20

READS

5,564

1 author:



**Saronom Silaban**

State University of Medan

50 PUBLICATIONS 179 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Education [View project](#)



ktivitas Antikanker Ekstrak Etanolbuah Ranti Hitam (Solanum blumei Nees ex Blume) Terhadap Sel Leukimia L1210 [View project](#)

DR. SARONOM SILABAN M.PD

# DASAR-DASAR PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM



# **Dasar-Dasar Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Dr. Saronom Silaban, M.Pd**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Medan



Penerbit  
Harapan Cerdas Publisher

ISBN: 978-602-73497-9-7

---

# **Dasar-Dasar Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

---

**Penulis: Dr. Saronom Silaban, M.Pd**

*Cetakan Pertama* : Agustus 2017

*Editor* : Teguh Febri Sudarma

*Desain Cover* : Ater Budiman Sinaga, M.Si

ISBN: 978-602-73497-9-7

Dilarang keras mengutip, menjiplak, dan memfotocopy sebagian atau seluruh isi buku ini, serta memperjualbelikannya tanpa seizin tertulis dari Penulis dan Harapan Cerdas Publisher.

**@HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memercikkan setetes dari keluasan lautan ilmu-Nya sehingga penulisan buku Dasar-Dasar Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ini dapat diselesaikan.

Kajian dalam buku ini mencakup materi dasar-dasar pendidikan MIPA seperti: Hakekat pembelajaran matematika, Hakekat pembelajaran ilmu pengetahuan alam, Pembelajaran IPA dan hubungannya dengan hakekat IPA, Keterkaitan matematika dalam IPA, Keterkaitan IPA dalam teknologi dan kehidupan manusia, Melek IPA dan melek teknologi, Kompetensi guru, Pendekatan-pendekatan pengajaran IPA, Metode-metode mengajar IPA, Taksonomi pendidikan IPA dan implementasinya, Pendidikan karakter dan pengintegrasian dalam pembelajaran IPA, serta Pendidikan dan komponen pendidikan.

Buku Dasar-dasar Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ini cocok digunakan sebagai buku panduan mahasiswa baru sebagai modal dasar untuk memahami konsep-konsep terkait hakekat pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Buku ini disusun berdasarkan kurikulum KKNl yang memuat enam tugas pokok KKNl.

Penulis menyadari bahwa isi buku ini masih banyak kekurangan disana-sini. Untuk itu penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk kesempurnaan buku ini kedepannya. Oleh karena itu diperlukan revisi yang berkesinambungan pada edisi-edisi selanjutnya.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini. Sebagai ucapan terimakasih kepada pihak yang terlibat, penulis mencantumkan sumber acuan pada buku ini dalam daftar referensi. Kiranya buku ini bermanfaat bagi pembaca dan atas atensinya penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Medan, Agustus 2017  
Penulis,

Saronom Silaban

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>i</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>iii</b>
<b>BAB 1. HAKEKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA</b> .....	<b>1</b>
A. Pengertian Matematika.....	2
B. Hakekat Matematika.....	4
<b>BAB 2. HAKEKAT PEMBELAJARAN IPA</b> .....	<b>16</b>
A. Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam .....	17
B. Hakekat Pembelajaran IPA .....	18
C. Langkah-Langkah Metode Ilmiah.....	23
D. Hakekat Fisika .....	28
E. Hakekat Kimia .....	31
F. Hakekat Biologi.....	36
<b>BAB 3. PEMBELAJARAN IPA DAN HUBUNGANNYA DENGAN HAKEKAT IPA</b> .....	<b>43</b>
A. Pembelajaran IPA.....	44
B. Hubungan Hakekat IPA dengan Pembelajaran IPA .....	48
C. Keterampilan Proses Dasar IPA.....	53
D. Aspek-Aspek Keterampilan Proses Sains .....	55
<b>BAB 4. KETERKAITAN MATEMATIKA DALAM IPA</b> .....	<b>69</b>
A. Pendahuluan.....	70
B. Peranan Matematika dalam IPA.....	71
C. Data Kualitatif dan Kuantitatif .....	75
<b>BAB 5. KETERKAITAN IPA DALAM TEKNOLOGI DAN KEHIDUPAN MANUSIA</b> .....	<b>84</b>
A. Pendahuluan.....	85
B. Keterkaitan IPA dengan Teknologi.....	85
C. Iptek dan Perkembangannya.....	88
D. Fase-fase Proses Teknik.....	89
E. Tingkatan Teknologi Berdasarkan Penerapannya .....	90
F. Dampak IPA dan Teknologi Terhadap Kehidupan Manusia.....	91
<b>BAB 6. MELEK IPA DAN MELEK TEKNOLOGI</b> .....	<b>100</b>
A. Pendahuluan.....	101
B. Melek IPA.....	101
C. Melek Teknologi.....	106
<b>BAB 7. KOMPETENSI GURU</b> .....	<b>110</b>
A. Pendahuluan.....	111
B. Standar Kompetensi Guru IPA.....	111

C. Kelemahan Guru dalam Pembelajaran IPA di Sekolah dan Upaya Mengatasi.....	116
D. Karakteristik Model Pembelajaran IPA.....	117
<b>BAB 8. PENDEKATAN-PENDEKATAN PENGAJARAN IPA.....</b>	<b>120</b>
A. Mengajar IPA di Sekolah .....	121
B. Siklus Belajar .....	121
C. Pendekatan Terpadu/Tematik .....	122
D. Pendekatan Keterampilan Proses .....	123
E. Pendekatan Induktif .....	127
F. Pendekatan Deduktif .....	129
G. Pendekatan <i>Discovery</i> .....	132
H. Pendekatan Inkuiri .....	136
I. Pendekatan Sejarah (IPA).....	139
J. Pendekatan Pemecahan Masalah .....	140
K. Pendekatan Konstruktivistik .....	141
L. Pendekatan Kontekstual.....	143
<b>BAB 9. METODE-METODE MENGAJAR IPA.....</b>	<b>149</b>
A. Pendahuluan.....	150
B. Metode Ceramah.....	150
C. Metode Diskusi.....	151
D. Metode Tanya Jawab .....	152
E. Metode Demonstrasi.....	153
F. Metode <i>Discovery</i> .....	154
G. Metode Penugasan .....	155
H. Metode <i>Expository</i> .....	156
I. Metode Eksperimen .....	157
J. Metode <i>Problem Solving</i> .....	157
K. Metode Karyawisata.....	158
L. Metode Proyek.....	159
M. Metode Pameran.....	160
N. Metode <i>Team Teaching</i> .....	160
O. Metode Simulasi.....	161
<b>BAB 10. TAKSONOMI PENDIDIKAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA.....</b>	<b>163</b>
A. Taksonomi Pendidikan IPA .....	164
B. Implementasi Taksonomi Pendidikan Sains dalam Pembelajaran .....	166
<b>BAB 11. PENDIDIKAN KARAKTER DAN PENGINTEGRASIANNYA DALAM PEMBELAJARAN IPA.....</b>	<b>170</b>
A. Pendidikan Karakter .....	171
B. Mengintegrasikan Pendidikan Karakter Melalui Pembelajaran.....	176
<b>BAB 12. PENDIDIKAN DAN KOMPONEN PENDIDIKAN .....</b>	<b>181</b>

A. Pengertian Pendidikan.....	182
B. Pendidikan Sebagai Ilmu Normatif.....	183
C. Pendidikan Sebagai Ilmu Teoritis dan Praktis .....	184
D. Dasar, Fungsi dan Tujuan Pendidikan Nasional.....	186
E. Komponen Pendidikan.....	187
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>198</b>
<b>TUGAS-TUGAS POKOK KKNI.....</b>	<b>204</b>





# **HAKEKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA**

## A. Pengertian Matematika

Untuk dapat memberikan jawaban yang pasti tentang arti matematika sangatlah sulit. Defenisi dari matematika makin lama makin sukar untuk dibuat secara tepat dan ringkas. Cabang-cabang dari matematika makin lama makin bertambah dan makin bercampur satu sama lainnya. Sampai sekarang ini diantara para ahli matematika belum ada kesepakatan yang bulat untuk memberikan jawaban membuat defenisi tentang matematika. Namun demikian, kita akan mencoba melihat beberapa pandangan para ahli tentang matematika itu dan sekaligus tentang ketelaahan dari matematika itu sendiri. Hal ini akan memberikan gambaran tentang hakekat matematika termasuk cara pencarian kebenaran dan cara berpikir matematika.

Kata matematika berasal dari perkataan latin matematika yang mulanya diambil dari perkataan Yunani *mathematike* yang berarti mempelajari. Perkataan itu mempunyai asal kata dari *mathema* yang berarti pengetahuan dan ilmu atau *knowledge, science*. Kata *mathematike* berhubungan pula dengan kata lainnya yang hampir sama, yaitu *mathein* atau *mathenein* yang artinya belajar atau berpikir.

Jadi, berdasarkan asal katanya, maka perkataan matematika berarti ilmu pengetahuan yang didapat dengan berpikir atau bernalar. Matematika lebih menekankan kegiatan dalam dunia rasio atau penalaran, bukan menekankan dari hasil eksperimen atau hasil observasi. Matematika terbentuk karena pikiran-pikiran manusia, yang berhubungan dengan idea, proses, dan penalaran. Matematika terbentuk dari pengalaman manusia dalam dunianya secara empiris. Kemudian pengalaman itu diproses di dalam dunia rasio, diolah secara analisis dengan penalaran di dalam struktur

kognitif sehingga sampai terbentuk konsep-konsep matematika supaya konsep-konsep matematika yang terbentuk itu mudah dipahami oleh orang lain dan dapat dimanipulasi secara tepat, maka digunakan bahasa matematika atau notasi matematika yang bernilai global (universal). Konsep matematika didapat karena proses berpikir, karena itu logika adalah dasar terbentuknya matematika. Istilah matematika berasal dari bahasa Yunani, *mathein* dan *mathenem* yang berarti mempelajari. Kata matematika diduga erat hubungannya dengan kata sansekerta, *medha* atau *widya* yang artinya kepandaian, ketahuan atau intelegensi.

James dalam Karso dkk. (1993) mengatakan matematika itu adalah ilmu tentang logika mengenai bentuk, susunan, besaran, dan konsep-konsep yang berhubungan dengan jumlah yang banyak. Matematika timbul karena pikiran manusia yang berhubungan dengan ide, proses, dan penalaran. Matematika terdiri dari empat wawasan yang luas antara lain aritmatika, aljabar, geometri dan analisis. Di dalam aritmatika tercakup antara lain teori bilangan dan statistik. Namun ada pula kelompok matematikawan yang berpendapat bahwa statistika juga ilmu komputer bukan bagian dari matematika. Kelompok matematikawan yang berpendirian bahwa statistika dan ilmu komputer bukan bagian dari matematika, mereka berpendapat bahwa matematika itu ilmu yang dikembangkan untuk matematika itu sendiri. Matematika itu mau berguna atau tidak bukan urusannya. Menurut pendapatnya, matematika itu adalah ilmu tentang struktur yang bersifat deduktif atau aksiomatik, akurat, abstrak, ketat dan semacamnya.

Jika kita perhatikan, bahwa sasaran matematika itu tidaklah konkrit, tetapi abstrak. Matematika itu tidak hanya

berkaitan dengan bilangan beserta operasi-operasinya, namun berhubungan pula dengan unsur yang lainnya. Matematika tidak didefinisikan sebagai ilmu yang berhubungan dengan kuantitas, karena dalam geometri kuantitas kurang dapat penekanan dibandingkan dengan kedudukan. Lebih-lebih di abad sekarang ini perkembangan matematika mengarah kepada hubungan, pola bentuk dan struktur. Jelas, bahwa kelompok matematikawan ini tidak memperhatikan kegunaan matematika. Hal ini menyebabkan matematika kurang kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, matematika menjadi sukar dan abstrak.

Walaupun matematika itu sukar, abstrak dan terasa kurang kaitannya dengan kehidupan, tetapi pada akhirnya ilmu-ilmu lain justru menggunakan konsep matematika tersebut. Matematika telah banyak memberikan sumbangannya dalam mengembangkan IPA dan teknologi. Jhonson dan Rising dalam Karso (1993) menyatakan bahwa matematika adalah pola berpikir, pola mengorganisasikan pembuktian yang logika. Matematika itu adalah bahasa, bahasa yang menggunakan istilah yang didefinisikan dengan cermat, jelas dan akurat, representasinya dengan simbol dan padat, lebih berupa bahasa simbol dengan ide dari pada mengenai bunyi.

## **B. Hakekat Matematika**

Selain beberapa pandangan di atas, masih ada lagi beberapa pendapat lainnya tentang matematika. Walaupun dalam penekanannya ada perbedaan pandangan terhadap pengertian matematika, tetapi pendapat-pendapat para ahli tersebut pada dasarnya adalah sama. Untuk lebih singkatnya dapat dikatakan hakekat matematika meliputi:

1. Matematika sebagai bahasa

2. Matematika sebagai ilmu deduktif
3. Matematika sebagai seni yang indah
4. Matematika sebagai ilmu struktur
5. Matematika sebagai ratunya ilmu

**a. Matematika Sebagai Bahasa**

Johnson dan Rising (1972), berpendapat bahwa matematika adalah bahasa yang menggunakan istilah yang didefinisikan dengan cermat, jelas dan akurat. Matematika adalah pengetahuan struktur yang terorganisasikan, sifat-sifat atau teorinya dianut secara deduktif yang didasarkan pada unsur-unsur yang didefinisikan atau tidak, aksioma-aksioma, sifat atau teori yang telah dibuktikan kebenarannya. Matematika adalah ilmu tentang pola, seni keindahannya terdapat pada keterurutan dan keharmonisannya. Kutipan tersebut sangat menarik dan mengarah kepada pengertian bahwa matematika adalah bahasa yang memiliki seni atau keindahan.

Bahasa, kita ketahui adalah sebuah alat untuk berkomunikasi. Bahasa berfungsi menyampaikan pesan sehingga maksud sumber informasi bisa sampai pada si penerima informasi. Syarat tersebut ternyata dipenuhi oleh matematika. Faktanya memang benar bahwa matematika adalah bahasa. Lihat saja dalam kehidupan sehari-hari. Kita ambil sebuah contoh, bahwasanya  $2 + 3 = 5$ . Hal ini berlaku dimanapun dan kapanpun (kecuali dalam konteks bilangan berbasis lain). Artinya, pengertian matematika sebagai bahasa adalah semua simbol dalam matematika berlaku umum, dan ditulis dalam bentuk bahasa matematika. Setiap negara akan menterjemahkan pada bahasa ibu masing masing. Misalnya di Indonesia akan dibaca “dua tambah tiga sama dengan lima”, di Inggris akan dibaca “*two plus three is*

*five*”. Terbukti jelas kedudukan bahasa matematika di sini. Mari kita analogikan pada sebuah bahasa ‘*ange*’. *Ange* adalah sebuah kata di Prancis, jika di Indonesia bermakna malaikat dan jika di Inggris akan bermakna angel.

Matematika adalah hasil perjanjian internasional sehingga matematika bersifat universal. Matematika dapat diterjemahkan sebagai bahasa. Contoh  $1 + 1 = 2$  ditulis dengan gaya atau bahasa matematika. Setelah diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia akan menjadi satu ditambah satu sama dengan dua. Begitupun jika diterjemahkan ke dalam bahasa lainnya seperti Arab, Inggris, Spanyol, Portugal atau yang lainnya akan memiliki makna yang sama. Seandainya dahulu tidak ditemukan simbol-simbol matematika, mungkin sampai sekarang akan lebih lumrah mengenal matematika itu semacam majas.

Bahasa itu secara kasar bisa didefinisikan sebagai sesuatu yang kita gunakan untuk berkomunikasi dengan orang lain. Tanpa kita sadari, matematika pun adalah sebuah objek komunikasi. Di dunia maya saat ini, sudah menjadi pengetahuan umum kalau satu karakter dalam setiap tulisan yang ada di computer, dapat menjadi kode ASCII. Kode-kode itu adalah angka dan diproses dengan matematika.

### ***b. Matematika sebagai Ilmu Deduktif***

Matematika dikenal sebagai ilmu deduktif, karena proses mencari kebenaran (generalisasi) dalam matematika berbeda dengan ilmu pengetahuan alam dan ilmu pengetahuan lainnya. Metode pencarian kebenaran dalam matematika adalah metode deduktif, sementara dalam ilmu pengetahuan alam (*science*) dapat dengan cara induktif maupun eksperimen. Walaupun dalam matematika mencari kebenaran itu dapat dimulai dengan cara induktif, tetapi

sterusnya generalisasi yang benar untuk semua keadaan harus bisa di buktikan dengan cara deduktif. Dalam matematika suatu generalisasi dari sifat, teori atau dalil itu dapat diterima kebenarannya sesudahnya dibuktikan secara deduktif.

Sebagai contoh dalam ilmu fisika, bila dengan percobaannya seseorang telah berhasil menunjukkan kepada kita, bahwa sebatang logam dipanaskan dan memuai, kemudian sebatang logam lainnya dipanaskan ternyata memuai lagi, dan seterusnya. Mengambil beberapa contoh jenis logam lainnya dan ternyata selalu memuai jika dipanaskan, maka ia dapat membuat kesimpulan (generalisasi) bahwa setiap logam yang dipanaskan itu memuai. Generalisasi yang dibuat secara induktif ini, dalam fisika dibenarkan. Contoh lain, misalnya dalam ilmu biologi, berdasarkan pengamatan terhadap beberapa binatang menyusui, ternyata selalu melahirkan sehingga kita bisa membuat generalisasi secara induktif bahwa setiap binatang menyusui adalah melahirkan.

Kedua contoh dalam ilmu fisika dan biologi tersebut di atas, secara matematika belum dapat dianggap sebagai generalisasi. Dalam matematika, contoh-contoh baru dianggap generalisasi baru bila kebenarannya dapat dibuktikan secara deduktif. Contoh dalam matematika, jumlah dua buah bilangan ganjil adalah genap. Misalnya kita ambil beberapa buah bilangan ganjil 1, -3, 5, dan 7, kemudian kita jumlahkan (seperti pada Tabel 1).

Dari tabel penjumlahan ini, jelas bahwa setiap dua bilangan ganjil jika dijumlahkan hasilnya selalu genap. Dalam matematika tidak dibenarkan membuat generalisasi atau membuktikan dengan cara demikian. Walaupun anda menunjukkan sifat itu dengan mengambil beberapa contoh

yang lebih banyak lagi, tetap tidak dibenarkan membuat generalisasi yang menyatakan bahwa jumlah dua buah bilangan ganjil adalah genap, sebelum kita membuktikan secara deduktif.

Tabel 1. Tabel Penjumlahan

+	1	-3	5	7
1	2	-2	6	8
-3	-2	-6	2	4
5	6	2	10	12
7	8	4	12	14

Mari kita buktikan secara deduktif: Misalkan  $m$  dan  $n$  adalah sembarang dua buah bilangan bulat, maka  $2m+1$  dan  $2n+1$  tentunya masing-masing merupakan bilangan ganjil. Jika kita jumlahkan:  $(2m+1) + (2n+1) = 2(m+n+1)$ . Karena  $m$  dan  $n$  adalah bilangan bulat, maka  $(m+n+1)$  bilangan bulat, sehingga  $2(m+n+1)$  adalah bilangan genap. Jadi jumlah dua bilangan ganjil selalu genap.

**c. Matematika Sebagai Seni yang Indah**

Sehubungan dengan matematika sebagai kesusastraan, maka sastra yang bagian dari seni memunculkan matematika sebagai seni yang indah. Dalam seni terlihat unsur-unsur keindahan, keteraturan, dan keterurutan. Kita dapat melihat keindahan lukisan sebagai perpaduan kombinasi warna, keteraturan gerak dalam tarian dan keteraturan penabuh gamelan dengan suara nyanyian, dan sebagainya. Begitu pula dengan matematika, di dalamnya memiliki unsur-unsur keteraturan, keterurutan, dan ketetapan (konsisten) seperti halnya seni indah dipandng dan diresapi.



Satu konsep sederhana dalam matematika, misalnya konsep fungsi. Dalam pemakaian sehari-hari kata fungsi dapat berubah-ubah sesuai dengan posisinya dalam kalimat dan mempunyai arti yang banyak. Namun sedikit sekali orang yang memahami dengan persis arti matematika. Konsep fungsi dalam matematika jelas mempunyai keteraturan dan keterurutan dalam aturan yang didefinisikannya, yang dipakai untuk mengaitkan dua buah himpunan dengan syarat-syarat tertentu yang konsisten untuk membedakan konsep lain di luar fungsi.

Contoh lain seperti konsep grup dan aljabar modern. Istilah ini seperti halnya fungsi mempunyai pengertian yang istimewa dalam matematika. Grup adalah salah satu sistem matematika yang terdiri dari sebuah himpunan yang tidak kosong dan sebuah operasi dengan aturan tertentu (keteraturan), serta harus memenuhi sifat-sifat tertentu secara berurutan (keterurutan). Misalnya tidak perlu memeriksa sifat-sifat lainnya jika himpunannya kosong. Himpunan seperti ini sudah pasti himpunan dengan operasinya itu bukan grup. Atau kita tidak perlu mencari invers dari suatu unsur, jika unsur identitasnya sudah jelas tidak ada, karena invers dari suatu unsur baru ada jika sistem tersebut sudah jelas mempunyai unsur identitas. Jadi jelaslah bahwa dalam konsep matematika terlihat unsur keindahan, keteraturan, keterurutan, dan ketetapannya (konsisten). Masih banyak konsep lainnya dalam matematika yang sama dengan seni dalam hal sifatnya, namun sayang seperti terhadap seni terhadap matematika pun tidak sedikit orang yang dapat melihat unsur keindahan, keteraturan, dan keterurutannya.

Matematika tidak bergantung pada nilai-nilai ramalan untuk kebenarannya berdasarkan hukum-hukum, namun matematika mempunyai tingkat kebenaran yang tinggi dari

pada sebagian besar ilmu pengetahuan, nilai kebenaran dari matematika dapat dibuktikan secara logis. Ketepatan, keteraturan dan keakuratan dari ilmu matematika menghasilkan keindahan, baik dalam pola angka maupun pola yang diimplementasikan pada sebuah bentuk atau bangunan. Berikut adalah contoh keindahan matematika berdasarkan pola yang dituangkan dalam angka:

$$\begin{aligned}1 \times 8 + 1 &= 9 \\12 \times 8 + 2 &= 98 \\123 \times 8 + 3 &= 987 \\1234 \times 8 + 4 &= 9876 \\12345 \times 8 + 5 &= 98765 \\123456 \times 8 + 6 &= 987654 \\1234567 \times 8 + 7 &= 9876543 \\12345678 \times 8 + 8 &= 98765432 \\123456789 \times 8 + 9 &= 987654321 \\9 \times 9 + 7 &= 88 \\98 \times 9 + 6 &= 888 \\987 \times 9 + 5 &= 8888 \\9876 \times 9 + 4 &= 88888 \\98765 \times 9 + 3 &= 888888 \\987654 \times 9 + 2 &= 8888888 \\9876543 \times 9 + 1 &= 88888888 \\98765432 \times 9 + 0 &= 888888888\end{aligned}$$

#### ***d. Matematika Sebagai Ilmu Tentang Struktur***

Dalam bagian ini kita akan melihat kebenaran atau pendapat para ahli matematika, yang mengatakan bahwa matematika adalah ilmu tentang struktur yang terorganisasikan dengan baik. Kita tentunya mengalami, bahwa mempelajari matematika itu tidak bisa lepas dari menelaah bentuk-bentuk atau struktur-struktur yang abstrak, kemudian kita mencoba mempelajarinya dengan mencari hubungan-hubungannya,

serta memahami konsep-konsep yang ada dalam matematika itu. Hal ini berarti belajar matematika adalah belajar tentang konsep-konsep dan struktur-struktur yang terdapat dalam bahasa yang dipelajari serta berusaha mencari hubungannya.

Suatu kebenaran dalam matematika dikembangkan berdasarkan alasan logis. Namun melalui cara kerja matematika seperti observasi, menebak dan merasa, menguji hipotesa, mencari analogi, dan sebagainya. Matematika dimulai dari unsur-unsur yang tidak didefenisikan berkembang ke unsur-unsur yang didefenisikan terus ke *aksioma* atau *postulat* sampai ke *dalil-dalil*.

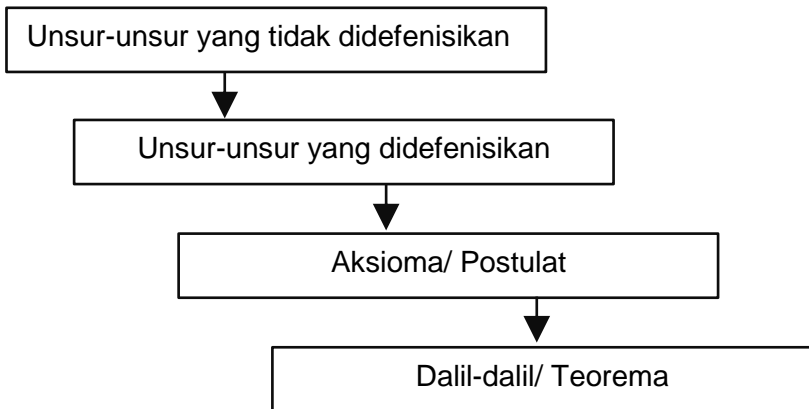
Unsur-unsur yang tidak didefenisikan merupakan unsur dalam komunikasi matematika, misalnya titik, bidang, himpunan, elemen, bilangan, dan sebagainya. Unsur-unsur yang tidak didefenisikan ini eksistensinya diakui, tetapi susah untuk dinyatakan dengan suatu kalimat yang tepat, karena unsur yang tidak didefenisikan ini kadang-kadang disebut unsur primitif. Tanpa adanya pemikiran semacam ini, matematika tidak akan terwujud.

Dari unsur-unsur yang tidak didefenisikan dapat dikembangkan menjadi unsur-unsur lainnya yang dapat didefenisikan, misalnya segi tiga, sudut, gabungan, irisan, matriks, vektor, grup, ring, dan sebagainya. Jelas bahwa unsur-unsur yang didefenisikan ini karena adanya unsur-unsur yang tidak didefenisikan sebagai pembentuknya.

Selanjutnya dari unsur yang tidak didefenisikan ditambah dengan unsur yang didefenisikan dibuatlah aksioma. *Aksioma* atau *postulat* merupakan asumsi dasar tertentu dan dipilih sebagai kesepakatan yang biasanya tampak sesuai dengan pengalaman kita. Misalnya, dua titik menentukan sebuah garis, semua sudut siku-siku atau sama lainnya sama besar, pengertian komutatif, asosiatif, dan sebagainya.

Dari unsur yang tidak didefenisikan, unsur yang didefenisikan dan *aksioma* terbentuklah *dalil-dalil* dan *teori-teori* yang kebenarannya berlaku secara umum dan kebenarannya tersebut dapat dibuktikan secara deduktif. Jadi, jelas bahwa walaupun matematika itu disusun, berkembang dan ditemukan secara induktif dan observasi, coba-coba, eksperimen, dan sebagainya, namun begitu pola atau dalil itu ditemukan maka kebenarannya harus dapat dibuktikan secara umum atau deduktif.

Untuk lebih jelasnya dapat kita perhatikan diagram berikut sebagai penjelasan dari hubungan di antara unsur-unsur pembentuk matematika itu, sehingga jelas bahwa matematika adalah ilmu pengetahuan mengenai struktur yang terorganisasikan dengan baik.



Contoh lainnya dapat kita lihat konsep yang ada dalam struktur aljabar atau aljabar modern atau aljabar abstrak seperti grup, *ring*, *field*, integral domain, dan teorema-teoremanya yang tampak dengan jelas merupakan suatu

sistem matematika yang mempunyai keteraturan struktur yang terorganisasikan dengan baik.

**e. Matematika Sebagai Ratu Ilmu**

Matematika sebagai ratu atau ibunya ilmu dimaksudkan bahwa matematika adalah sebagai sumber dari ilmu yang lain dan pada perkembangannya tidak tergantung pada ilmu lain. Dengan kata lain, banyak ilmu-ilmu yang penemuan dan pengembangannya bergantung dari matematika. Sebagai contoh: banyak teori-teori dan cabang-cabang dari fisika dan kimia yang ditemukan dan dikembangkan melalui konsep kalkulus. Dari kedudukan matematika sebagai ratu ilmu pengetahuan, matematika selain tumbuh dan berkembang untuk dirinya sendiri juga untuk melayani kebutuhan ilmu pengetahuan lainnya dalam pengembangan dan operasinya. Cabang matematika yang memenuhi fungsinya seperti yang disebutkan terakhir itu dinamakan dengan matematika Terapan (*Applied Mathematic*).

Banyak ilmu-ilmu lainnya yang penemuan dan pengembangannya bergantung dari matematika, seperti.

1. Penemuan dan pengembangan Teori Mendel dalam Biologi melalui konsep propabilitas.
2. Perhitungan dengan bilangan imajiner digunakan untuk memecahkan masalah tentang kelistrikan.
3. Dalam ilmu kependudukan, matematika digunakan untuk memprediksi jumlah penduduk dll.
4. Dengan matematika, Einstein membuat rumus yang dapat digunakan untuk menaksir jumlah energi yang dapat diperoleh dari ledakan atom.
5. Dalam ilmu pendidikan dan psikologi, khususnya dalam teori belajar, selain digunakan statistik juga

digunakan persamaan matematis untuk menyajikan teori atau model dari penelitian.

6. Dalam seni grafis, konsep transformasi geometric digunakan untuk melukis mosaik.
7. Dalam seni musik, barisan bilangan digunakan untuk merancang alat musik.
8. Banyak teori-teori dari Fisika dan Kimia (modern) yang ditemukan dan dikembangkan melalui konsep Kalkulus.
9. Teori Ekonomi mengenai Permintaan dan Penawaran dikembangkan melalui konsep fungsi kalkulus tentang diferensial dan integral.

Matematika digunakan manusia untuk memecahkan masalahnya dalam kehidupan sehari-hari, misalnya:

1. Memecahkan persoalan dunia nyata
2. Menghitung luas daerah
3. Menghitung laju kecepatan kendaraan
4. Menggunakan perhitungan matematika baik dalam pertanian, perikanan, perdagangan, dan perindustrian.
5. Menghitung jarak yang ditempuh dari suatu tempat ke tempat yang lain.
6. Membentuk pola pikir menjadi pola pikir matematis, orang yang mempelajarinya kritis, sistimatis dan logis

## **Tugas Rutin**

1. Jelaskan hakekat matematika sebagai ilmu deduktif dan berikan contohnya!
2. Jelaskan hakekat matematika sebagai ratunya ilmu dan berikan contohnya!
3. Sebutkan teori-teori dalam Kimia yang ditemukan dan dikembangkan melalui konsep Kalkulus!
4. Jelaskan cara mencari kebenaran dalam matematika!
5. Matematika disebut sebagai bahasa universal, jelaskan!



**BAB II**

**HAKEKAT PEMBELAJARAN ILMU  
PENGETAHUAN ALAM**



## **A. Pengertian Ilmu Pengetahuan Alam**

Menurut Fowler, Ilmu Pengetahuan Alam (*science*) adalah ilmu yang sistematis yang berhubungan dengan gejala-gejala kebendaan dan didasarkan atas pengamatan dan induksi. Sementara menurut Nokes (1949) di dalam bukunya '*Science in Education*' menyatakan bahwa IPA ialah pengetahuan teoritis yang diperoleh dengan metode khusus.

Kedua pendapat di atas sebenarnya tidak berbeda. Memang benar, IPA merupakan suatu ilmu teoritis, akan tetapi teori tersebut didasarkan atas pengamatan, percobaan-percobaan pada gejala-gejala alam. Betapapun indahny suatu teori yang dirumuskan, tidaklah dapat dipertahankan kalau tidak sesuai dengan hasil-hasil pengamatan atau observasi. Fakta-fakta tentang gejala kebendaan atau alam diselidiki dan diuji berulang-ulang melalui percobaan-percobaan (*eksperimen*), kemudian berdasarkan hasil dari eksperimen itulah dirumuskan keterangan ilmiahnya (teorinya). Teori pun tidak dapat berdiri sendiri, teori selalu di dasari oleh suatu hasil pengamatan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa Pengertian IPA adalah suatu pengetahuan teoritis yang diperoleh atau disusun dengan cara yang khas atau khusus, yaitu melakukan observasi eksperimen, penyusunan teori, penyimpulan, demikian seterusnya kait-mengkait antara cara yang satu dengan cara yang lain. Cara untuk mendapatkan ilmu secara demikian ini terkenal dengan nama metode ilmiah. Pada dasarnya metode ilmiah merupakan suatu cara yang logis untuk memecahkan suatu masalah tertentu.

IPA adalah apa yang dilakukan oleh para ilmunan. Ilmunan melakukan suatu proses penyelidikan untuk mendapatkan produk IPA. Untuk mendapatkan produk IPA yang benar, para ilmunan melakukan suatu sikap yang baik

seperti jujur, objektif, cermat, berhati terbuka, mempunyai rasa ingin tahu yang tinggi dan lain-lain.

Dalam prosedur empirik, ilmuwan mengumpulkan informasi untuk selanjutnya dianalisis. Prosedur empirik dalam IPA mencakup pengamatan (observasi), klasifikasi dan pengukuran. Sedangkan prosedur analitik ilmuwan menginterpretasikan penemuan mereka dengan menggunakan proses seperti hipotesis, menarik kesimpulan dan memprediksi. Untuk melakukan suatu penelitian tentang alam, diperlukan pengetahuan yang terpadu tentang proses dan materi dalam topik yang akan diselidiki.

## **B. Hakekat Pembelajaran IPA**

Berdasarkan proses terbentuknya, IPA terbagi menjadi tiga komponen yaitu komponen proses, komponen sikap, dan komponen produk. Komponen proses IPA meliputi pengamatan (observasi), percobaan (eksperimen), penarikan kesimpulan sementara (inferensi), memprediksi, mengukur, membuat hipotesis, mengklasifikasi dan lain sebagainya. Komponen sikap dalam IPA ialah obyektif terhadap fakta, jujur, tidak tergesa-gesa mengambil kesimpulan, berhati terbuka, tidak mencampur-adukkan fakta dengan pendapat, bersifat hati-hati, ingin menyelidiki, ingin tahu dan lain-lain. Sedangkan komponen produk dalam IPA adalah fakta, konsep, prinsip, teori, model, dan hukum.

### **1. *Komponen Proses IPA***

Komponen proses IPA terdiri dari beberapa tahapan, yaitu:

- a. Observasi, yaitu mengamati suatu fakta yang ada di alam dan merupakan komponen proses IPA yang pertama karena tanpa observasi, semua komponen

IPA tidak bisa terjadi. Observasi meliputi pengamatan dengan seluruh panca indra, mulai dari indera penglihatan, penciuman, pembau, peraba, dan indra perasa. Waktu mengobservasi yang komprehensif, jika mungkin, semua panca indra harus terlibat.

- b. Percobaan, yaitu melakukan pembuktian dengan suatu teori yang sudah ditemukan. Dengan melakukan percobaan, siswa akan yakin kebenaran teori yang telah ditemukannya dalam buku.
- c. Inferensi, yaitu menarik kesimpulan sementara sebelum melakukan atau percobaan atau eksperimen. Inferensi dilakukan untuk menjawab pertanyaan yang timbul. Melakukan inferensi tergantung dari luasan pengetahuan orang sebelumnya. Contoh inferensi yang sering dilakukan oleh siswa SD adalah adanya bintik-bintik air di luar gelas yang di dalamnya diisi batu es.
- d. Memprediksi, yaitu menarik kesimpulan dengan menggunakan kecenderungan data yang telah ada. Misalnya, seorang siswa yang memprediksi bertambahnya populasi penduduk di suatu daerah. Pada tahun 1970, populasi penduduk di kota A adalah 2.000.000 orang, pada tahun 1975, populasi penduduk di kota A adalah 2.500.000 orang, pada tahun 1980, populasi penduduk di kota A adalah 3.000.000 orang. Berdasarkan kecenderungan data di atas, maka populasi penduduk di kota A pada lima tahun mendatang bisa diprediksi, jika kondisi pada lima tahun berikutnya masih relatif sama.
- e. Mengukur, yaitu membandingkan suatu benda dengan benda lain yang sudah disepakati secara luas. Misalnya, mengukur panjang meja, maka meja

dibandingkan dengan alat ukur meter standar yang telah kita kenal selama ini (yaitu 1 meter sama dengan 100 cm). Banyak alat ukur yang kita kenal yaitu alat ukur panjang, berat, alat ukur untuk panas dan lain-lain.

- f. Membuat hipotesis, yaitu membuat suatu jawaban sementara dengan dasar teori yang telah dipahami sebelumnya.
- g. Mengklasifikasi, adalah menggolongkan suatu benda berdasarkan kriteria yang dimiliki benda tersebut. Misalnya, ada serangkaian bunga akan digolongkan berdasarkan warnanya, maka klasifikasi yang didapat adalah warna merah, putih, ungu, kuning dan warna yang lain.

## **2. *Komponen Sikap IPA***

Komponen sikap dalam IPA terdiri dari beberapa bentuk, yaitu:

- a. Obyektif terhadap fakta atau kenyataan, artinya adalah tidak menambahkan atau mengurangi fakta yang diperoleh pada suatu data.
- b. Jujur, artinya adalah mengatakan suatu data dengan sejujurnya, tidak berbohong.
- c. Tidak tergesa-gesa mengambil suatu kesimpulan, artinya adalah seseorang yang sedang menghadapi masalah tertentu tidak akan mengambil kesimpulan tergesa-gesa sebelum datanya mencukupi.
- d. Berhati terbuka, artinya adalah seseorang mau mempertimbangkan pendapat orang lain, meskipun pendapat tersebut berasal dari orang yang berseberangan dengan dia.
- e. Tidak mencampuradukkan fakta dengan pendapat, artinya adalah orang yang tidak memasukkan pendapatnya terhadap fakta yang diperoleh.

- f. Berhati-hati, artinya adalah orang yang selalu berhati-hati dalam segala hal. Baik dalam berbuat maupun dalam mengambil kesimpulan.
- g. Ingin menyelidiki, artinya adalah orang yang ingin mencari tahu secara lebih mendalam tentang apa yang telah diketahui.
- h. Ingin tahu, artinya adalah selalu ingin mengetahui apa-apa yang belum diketahuinya.

### **3. *Komponen Produk IPA***

Ada beberapa komponen produk dalam IPA, yaitu:

- a. Fakta, merupakan suatu kebenaran dan keadaan suatu objek atau benda, serta mempresentasikan pada apa yang dapat diamati. Fakta sains dapat didefinisikan berdasarkan 2 (dua) kriteria yaitu: (1) dapat diamati secara langsung; dan (2) dapat ditunjukkan atau didemonstrasikan setiap waktu. Fakta adalah sesuatu yang benar-benar terjadi. Misalnya, fakta bahwa kadal adalah hewan reptilia, air jika dipanaskan akan menguap dan bila didinginkan akan mengembun, besi kalau dipanaskan akan memuai. Oleh karena itu, fakta terbuka bagi siapa saja untuk mengamatinya, Namun demikian, harus diingat bahwa tidak semua fakta dapat ditunjukkan setiap saat, misalnya letusan gunung api, tsunami, gerhana matahari atau gerhana bulan dan sebagainya.
- b. Konsep, merupakan abstraksi dari kejadian-kejadian, objek-objek atau fenomena yang memiliki sifat-sifat atau atribut tertentu, misalnya konsep tentang bunyi, konsep tentang panas atau kalor, konsep ion, atom, molekul dan sebagainya. Konsep juga dapat diartikan sebagai suatu ide yang mempersatukan fakta-fakta dalam IPA. Konsep merupakan penghubung antara fakta-fakta yang berhubungan. Contoh, semua zat tersusun atas materi-materi, benda-benda dipengaruhi oleh lingkungan, materi akan berubah wujudnya jika menyerap atau melepaskan energi. Dalam pelajaran

IPA ada konsep-konsep yang sudah dipahami oleh siswa, tetapi ada juga yang sukar. Sukar mudahnya suatu konsep untuk dipahami tergantung pada tingkat abstraksi atau keabstrakan dari konsep tersebut.

- c. Prinsip, merupakan generalisasi hubungan diantara konsep-konsep IPA. Contoh, udara yang dipanaskan akan memuai, adalah prinsip yang menghubungkan konsep-konsep udara, panas dan pemuaian.
- d. Hukum, merupakan prinsip-prinsip yang sudah diterima karena telah mengalami pengujian-pengujian yang lebih keras, meskipun ia juga bersifat *tentatif*. Sebagai contoh tentang hukum-hukum gas dan hukum Newton tentang gerak dapat diamati di bawah kondisi tertentu.
- e. Teori, merupakan kerangka yang lebih luas dari fakta-fakta, konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang saling berhubungan. Suatu teori merupakan model atau gambaran yang dibuat oleh para ilmuwan untuk menjelaskan gejala alam. Contoh teori adalah teori geosentris, teori susunan elektron atom, teori kinetik gas, teori relativitas dan sebagainya. Suatu teori tidak pernah berubah menjadi fakta atau hukum, melainkan tetap bersifat *tentatif* sampai ia terbukti tidak benar atau direvisi. Teori ilmiah dapat membantu kita memahami, memprediksi dan kadang-kadang mengendalikan berbagai gejala alam.
- f. Model, merupakan representasi atau wakil dari sesuatu yang tidak dapat kita lihat. Model sangat berguna dalam membantu kita untuk memahami suatu fenomena alam. Selain itu, model juga membantu kita dalam menjelaskan dan memahami suatu teori. Misalnya, model gerhana membantu kita dalam menjelaskan peristiwa gerhana bulan maupun gerhana matahari. Model tata surya membantu kita dalam memahami gerak planet-planet mengelilingi matahari.

### **C. Langkah-Langkah Metode Ilmiah (*Scientific Method*)**

Metode ilmiah (*scientific method*) merupakan unsur yang dinamis dari IPA, sehingga menyebabkan pengetahuan IPA bertambah dan berkembang. Sebagaimana kita ketahui bahwa pengetahuan IPA lima puluh tahun yang lalu berbeda dengan pengetahuan IPA yang kita ketahui saat ini. Para ilmuwan IPA (*scientist*) telah bekerja dengan keras dan tekun menggunakan metode ilmiah, untuk menemukan pengetahuan-pengetahuan baru tentang IPA.

Kalau kita hanya memandang IPA dari konsep-konsep dan hukum-hukum saja, maka kita memandang IPA sebagai produk saja. Padahal IPA memiliki unsur lain yang meliputi cara-cara memperoleh, mengembangkan, dan menggunakan pengetahuan, yang antara lain mencakup cara kerja, cara berpikir, cara memecahkan masalah dan sikap-sikap. Dengan kata lain, IPA memiliki suatu metode yang dikenal dengan *scientific method* yang meliputi kegiatan-kegiatan:

#### **1. Menemukan dan Merumuskan Masalah**

Berpikir ilmiah melalui metode ilmiah didahului dengan kesadaran akan adanya masalah. Permasalahan ini kemudian harus dirumuskan dalam bentuk kalimat tanya. Dengan penggunaan kalimat tanya diharapkan akan memudahkan orang yang melakukan metode ilmiah untuk mengumpulkan data yang dibutuhkannya, menganalisis data tersebut, kemudian menyimpulkannya. Dalam merumuskan masalah perlu diperhatikan hubungan antara variabel.

Variabel adalah segala faktor yang mempengaruhi masalah. Berikut dijelaskan beberapa jenis variabel, yaitu:

- a. Variabel bebas, yaitu variabel penyebab (*independent variables*). Variabel bebas adalah variabel yang

- menyebabkan atau memengaruhi, yaitu faktor-faktor yang diukur, dimanipulasi atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungan antara fenomena yang diobservasi atau diamati.
- b. Variabel terikat, yaitu variabel tergantung (*dependent variables*). Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diobservasi dan diukur untuk menentukan adanya pengaruh variabel bebas, yaitu faktor yang muncul, atau tidak muncul, atau berubah sesuai dengan yang diperkenalkan oleh peneliti.
  - c. Variabel kontrol, yaitu variabel yang dinetralisasi dan diidentifikasi sebagai variabel kontrol atau kendali, atau variabel kontrol adalah variabel yang diusahakan untuk dinetralisasi oleh peneliti.

## **2. Menyusun Hipotesis atau Dugaan Sementara**

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap rumusan masalah yang masih memerlukan pembuktian berdasarkan data hasil analisis. Hipotesis dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu: hipotesis deskriptif (bisa dirumuskan dan bisa tidak), hipotesis asosiatif (hubungan), dan hipotesis komparatif.

## **3. Mengumpulkan Data/Informasi**

Pengumpulan data atau informasi merupakan tahapan yang agak berbeda dari tahapan-tahapan sebelumnya dalam metode ilmiah. Pengumpulan data dilakukan di lapangan. Seorang peneliti yang sedang menerapkan metode ilmiah perlu mengumpulkan data berdasarkan hipotesis yang telah dirumuskannya. Data atau informasi dapat dikumpulkan melalui cara-cara seperti melakukan studi kepustakaan, membaca buku referensi, mewawancarai para ahli, dan mencari data informasi dari hasil observasi.



#### **4. Melakukan Percobaan untuk Menguji Kebenaran Hipotesis**

Sudah disebutkan sebelumnya bahwa hipotesis adalah jawaban sementara dari suatu permasalahan yang telah diajukan. Berpikir ilmiah pada hakekatnya merupakan sebuah proses pengujian hipotesis. Dalam kegiatan atau langkah menguji hipotesis, peneliti tidak membenarkan atau menyalahkan hipotesis, namun menerima atau menolak hipotesis tersebut.

#### **5. Membuat Kesimpulan**

Simpulan harus bersesuaian dengan masalah yang telah diajukan sebelumnya. Kesimpulan atau simpulan ditulis dalam bentuk kalimat deklaratif secara singkat tetapi jelas.

#### **6. Mengomunikasikan Hasil Penelitian pada Khalayak**

Langkah paling akhir dalam berpikir ilmiah pada sebuah metode ilmiah adalah kegiatan mengomunikasikan hasil penelitian pada khalayak.

IPA juga harus dipandang sebagai cara berpikir, sebagai cara untuk melakukan penyelidikan dan sebagai kumpulan pengetahuan tentang alam. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Collete & Chiappetta (1994) yang menyatakan bahwa Sains/IPA pada hakekatnya merupakan: (1) sekumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*); (2) sebagai cara berpikir (*a way of thinking*); dan (3) sebagai cara penyelidikan (*a way of investigating*) tentang alam semesta ini.

##### **a. IPA Sebagai Kumpulan Pengetahuan (*a body of knowledge*)**

Hasil-hasil penemuan dari kegiatan kreatif para ilmuwan selama berabad-abad dikumpulkan dan disusun secara sistematis menjadi *kumpulan pengetahuan* yang dikelompokkan sesuai bidang kajiannya, misalnya fisika, kimia, biologi dan sebagainya.

**b. IPA sebagai Cara Berpikir (a way of thinking)**

IPA merupakan aktifitas manusia yang ditandai dengan *proses berpikir* yang berlangsung di dalam pikiran orang-orang yang berkecimpung dalam bidang itu. Kegiatan mental para ilmuwan memberikan gambaran tentang rasa ingin tahu (*curiosity*) dan hasrat manusia untuk memahami fenomena alam. Para ilmuwan didorong rasa ingin tahu, dan alasan yang kuat berusaha menggambarkan dan menjelaskan fenomena alam. Pekerjaan mereka oleh para ahli fisafat IPA dan ahli psikologi kognitif, dipandang sebagai kegiatan yang kreatif, dimana ide-ide dan penjelasan dari suatu gejala alam disusun di dalam pikiran. Oleh karena itu, argumentasi para ilmuwan dalam bekerja memberikan rambu-rambu penting yang berhubungan dengan hakikat IPA.

Kecenderungan para ilmuwan untuk penemuan sesuatu nampaknya terdorong atau termotivasi oleh *rasa percaya* bahwa hukum-hukum alam dapat disusun dari hasil observasi dan dijelaskan melalui pikiran dan alasan. Selain itu, rasa percaya bahwa alam semesta ini dapat dipahami juga terdorong oleh keinginan untuk menemukan sesuatu (rasa ingin tahu bawaan lahir). Rasa ingin tahu tersebut tampak pada anak-anak yang secara konstan melakukan eksplorasi terhadap lingkungan mereka dan seringnya mereka bertanya *mengapa* sesuatu dapat terjadi. Lebih dari itu, rasa ingin tahu merupakan karakteristik para ilmuwan yang memiliki ketertarikan pada fenomena alam, yang bahkan kadang-

kadang jauh di luar jangkauan pikiran orang pada umumnya. Nicolas Copernicus misalnya, dengan berani menyatakan bahwa “*matahari merupakan pusat sistem tata surya (heliosentris)*”, pada hal saat itu paham yang dianut adalah paham “*geosentris*” dimana bumi dianggap sebagai pusat sistem tata surya. Masih banyak contoh ilmuan-ilmuan lain yang memiliki rasa ingin tahu yang begitu besar, misalnya Newton, Benjamin Franklin, Faraday dan sebagainya.

**c. *IPA Sebagai Cara Penyelidikan (a way of investigating)***

IPA sebagai cara penyelidikan memberikan ilustrasi tentang pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam menyusun pengetahuan. Di dalam IPA kita mengenal banyak metode, yang menunjukkan usaha manusia untuk menyelesaikan masalah. Sejumlah metode yang digunakan oleh para ilmuan tersebut mendasarkan pada keinginan laboratorium atau eksperimen yang memfokuskan pada hubungan sebab-akibat.

Oleh karena itu, orang yang ingin memahami fenomena alam dan hukum-hukum yang berlaku, harus mempelajari objek-objek dan kejadian-kejadian di alam. Objek dan kejadian alam tersebut harus diselidiki melalui eksperimen dan observasi serta dicari penjelasannya melalui proses pemikiran untuk mendapatkan alasan atau argumentasinya. Jadi pemahaman tentang proses yaitu cara bagaimana informasi ilmiah diperoleh, diuji, dan divalidasikan merupakan hal yang sangat penting dalam IPA.

IPA memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dari ilmu pengetahuan lainnya yaitu:

1. Bersifat universal

2. Konsisten artinya dapat diuji kebenarannya setiap waktu
3. Bersifat tentatif (sementara) artinya konsep dan hukum IPA yang ada dapat berubah apabila ditemukan fakta baru yang tidak mendukung konsep dan hukum tersebut.

IPA juga mempunyai fungsi, seperti:

1. Mengembangkan pola pikir manusia
2. IPA untuk menjelaskan
3. IPA untuk meramal
4. IPA mengontrol dan menguasai lahan guna kesejahteraan alam.

#### **D. Hakekat Fisika**

Fisika (bahasa Yunani: φυσικός (fysikós), "alamiah", dan φύσις (fýsis), "alam") adalah sains atau ilmu alam yang mempelajari materi beserta gerak dan perilakunya dalam lingkup ruang dan waktu, bersamaan dengan konsep yang berkaitan seperti energi dan gaya. Tujuan utama fisika adalah memahami bagaimana alam semesta berkerja.

Fisika adalah salah satu disiplin akademik yang paling tua, mungkin salah satu yang tertua melalui astronomi. Lebih dari dua milenia, fisika menjadi bagian dari Ilmu Alam bersama dengan kimia, biologi, dan cabang tertentu matematika, namun ketika munculnya revolusi sains di abad ke-17, sains alam berkembang sebagai program penelitian sendiri. Fisika berpotongan dengan banyak area penelitian bidang ilmu lain, seperti biofisika dan kimia kuantum, dan batasan fisiknya tidak didefinisikan jelas. Ilmu baru dalam fisika terkadang digunakan untuk menjelaskan mekanisme

dasar sains lainnya serta membuka jalan area penelitian lainnya seperti matematika dan filsafat.

Fisika juga menyumbangkan kontribusi yang penting dalam pengembangan teknologi yang berkembang dari pemikiran teoritis. Contohnya, pemahaman lebih lanjut mengenai elektromagnetisme atau fisika nuklir mengarahkan langsung pada pengembangan produk baru yang secara dramatis membentuk masyarakat modern, seperti televisi, komputer, peralatan domestik, dan senjata nuklir; kemajuan termodinamika mengarah pada pengembangan industrialisasi, dan kemajuan mekanika menginspirasi pengembangan kalkulus.

Marilah kita amati alam di sekitar kita. Pada siang hari banyak sekali yang dapat kita lihat. Pohon, hewan, manusia, sungai, gunung, awan, matahari, laut, langit yang berwarna biru dan sebagainya. Pada waktu hari hujan, sesekali terjadi kilat disertai bunyi guntur. Pada malam hari kita lihat di langit bintang-bintang berkedip. Benda-benda di sekeliling kita tak dapat dilihat kalau tidak ada cahaya. Diantara benda-benda dan segala sesuatu yang kita skasikan dan rasakan itu, ada yang menjadi objek pembahasan fisika. Objek pembahasan fisika adalah benda-benda mati atau benda-benda tak hidup. Benda-benda mati tersebut kita sebut materi. Materi selalu mempunyai massa dan menempati ruang. Materi itu kadang-kadang diam kadang-kadang bergerak. Adakalanya materi itu keadaannya bergerak. Adakalanya materi itu keadaannya berubah, perubahannya ada yang bersifat permanen sukar sekali kembali ke keadaannya yang semula dan ada juga yang bersifat sementara, mudah kembali ke keadaannya semula.

Perubahan materi yang bersifat permanen menjadi objek permbahasan ilmu kimia dan perubahan materi yang

bersifat sementara menjadi objek pembahasan fisika. Perubahan materi ini disebabkan oleh energi. Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha atau kerja.

Materi yang menjadi objek pembahasan fisika terdiri dari atom-atom dengan partikel elementernya, zat padat, fluida dan plasma. Fluida adalah zat yang mudah mengalir seperti zat cair dan gas. Plasma adalah fluida yang bermuatan listrik atau ion-ion dari fluida, misalnya lapisan ionosfer di atmosfer bumi dan gas pijar di permukaan matahari.

Setelah kita meninjau materi dan perubahannya sebagai akibat dari adanya perubahan energi yang terlibat di dalamnya maka sekarang kita dapat menyusun secara singkat apa sebenarnya hakekat fisika. Fisika adalah ilmu pengetahuan alam yang membahas interaksi antara energi dan materi. Interaksi anatara materi dan energi meliputi: (1) interaksi gravitasi; (2) interaksi elektromagnetik; dan (3) interaksi nuklir.

Bertolak dari interaksi tersebut di atas dan objek pembahasan yang spesifik, maka fisika terbagi atas komponen-komponen sebagai berikut: (a) mekanika, membahas energi gaya dan gerak benda; (b) listrik magnet, membahas sifat kelistrikan dan kemagnetan suatu benda atau materi; (c) gelombang, adalah bagian fisika yang secara khusus membahas gelombang sebagai interaksi yang merambat. Termasuk di dalamnya optik sebagai gelombang elektromagnetik dan bunyi sebagai gelombang mekanik; (d) termodinamika, adalah bagian fisika yang membahas hubungan antara kalor dan kerja atau bentuk energi lainnya pada suatu sistem; (e) kuantum, merupakan bagian fisika yang membahas sifat cahaya yang terdiri dari kuantum energi dan hubungan timbal balik sifat gelombang yang bergerak; (f)

fisika inti, hukum-hukum fisika atau IPA adalah kenyataan alam materi tentang suatu prinsip yang kebenarannya tidak dapat dibantah lagi. Dapat dikatakan kadar kebenaran hukum fisika atau IPA mencapai 100%.

Sebagai contoh, hukum Archimedes tentang perlakuan zat cair atau gas terhadap benda padat yang berada di dalamnya. Benda itu akan berkurang beratnya sebesar zat cair atau udara yang dipindahkannya. Memasuki abad 20, fisika mengalami perubahan dan kemajuan yang pesat sekali. Fisika sebelum abad 20 disebut fisika klasik dengan tiang penopangnya hukum-hukum Newton yang berlaku pada materi makroskop berukuran besar yang bergerak dengan kecepatan relatif kecil. Dan setelah abad 20 dikenal dengan fisika modern.

## **E. Hakekat Kimia**

Kimia adalah cabang dari ilmu fisik yang mempelajari tentang susunan, struktur, sifat, dan perubahan materi. Ilmu kimia meliputi topik-topik seperti sifat-sifat atom, cara atom membentuk ikatan kimia untuk menghasilkan senyawa kimia, interaksi zat-zat melalui gaya antarmolekul yang menghasilkan sifat-sifat umum dari materi, dan interaksi antar zat melalui reaksi kimia untuk membentuk zat-zat yang berbeda. Kimia kadang-kadang disebut sebagai ilmu pengetahuan pusat karena menjembatani ilmu-ilmu pengetahuan alam, termasuk fisika, geologi, dan biologi.

Nama ilmu kimia berasal dari bahasa Arab, yaitu *al-kimia* yang artinya perubahan materi, oleh ilmuwan Arab *Jabir ibn Hayyan* (tahun 700-778). Ini berarti, ilmu kimia secara singkat dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari rekayasa materi, yaitu mengubah materi menjadi materi lain. Secara lengkapnya, ilmu kimia adalah ilmu mempelajari

tentang susunan, struktur, sifat, perubahan serta energi yang menyertai perubahan suatu zat atau materi. Zat atau materi itu sendiri adalah segala sesuatu yang menempati ruang dan mempunyai massa.

Susunan materi mencakup komponen-komponen pembentuk materi dan perbandingan tiap komponen tersebut. Struktur materi mencakup struktur partikel-partikel penyusun suatu materi atau menggambarkan bagaimana atom-atom penyusun materi tersebut saling berikatan. Sifat materi mencakup sifat fisis (wujud dan penampilan) dan sifat kimia. Sifat suatu materi dipengaruhi oleh susunan dan struktur dari materi tersebut. Perubahan materi meliputi perubahan fisis/fisika (wujud) dan perubahan kimia (menghasilkan zat baru). Energi yang menyertai perubahan materi menyangkut banyaknya energi yang menyertai sejumlah materi dan asal-usul energi itu.

Berfikir radikal merupakan awal lahirnya kimia. Dahulu, ilmuwan menganggap secara radikal atau bebas tentang definisi atom dan model atom. Pikiran radikal diperoleh dari kemauan dan kemampuan suatu otak untuk memikirkan sesuatu yang abstrak ataupun empiris. Cara berpikir radikal ini, mempunyai manfaat yang besar dalam perkembangan dunia kimia. Salah satu mendorong ilmuwan untuk melakukan perenungan berpikir untuk menemukan kelanjutan dari pikiran radikalnya. Banyak sekali muncul teori-teori tentang atom yang diawali oleh berfikir yang pokok atau fundamental dari fenomena dasar mengenai penyusun suatu materi.

Hakikat ilmu kimia adalah bahwa benda itu bisa mengalami perubahan bentuk, maupun susunan partikelnya menjadi bentuk yang lain sehingga terjadi deformasi, perubahan letak susunan, ini mempengaruhi sifat-sifat yang berbeda dengan wujud yang semula.



Fakta yang terdapat di alam mempunyai banyak hubungan dengan ilmu kimia. Dari ciri pemikiran filsafat yang telah dipelajari mempunyai arti besar dalam menumbuhkan sikap kritis terhadap suatu fakta. Sikap kritis ini merangsang otak untuk mengajukan berbagai pertanyaan terhadap fenomena yang ada. Sebagai contoh: fakta kimia yaitu larutan elektrolit dan non-elektrolit. Dari sikap kritis muncul pertanyaan: apa yang menyebabkan larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik dan apa yang menyebabkan larutan non-elektrolit tidak dapat menghantarkan arus listrik, bagaimana ciri-ciri larutan elektrolit dan non-elektrolit, dan lain-lain.

Ilmu kimia adalah cabang dari ilmu pengetahuan alam yang mempelajari tentang struktur dan sifat materi (zat), perubahan materi dan energi yang menyertai perubahan materi. Ilmu kimia merupakan pusat dari ilmu pengetahuan, karena ilmu kimia dibutuhkan dalam mempelajari ilmu pengetahuan lainnya, misalnya biologi, fisika, geografi, kesehatan, kedokteran, geologi, dan bahkan bidang hukum juga membutuhkan ilmu kimia.

Berikut ini contoh peranan ilmu kimia terhadap bidang ilmu lain:

1. Kesehatan dan Kedokteran
  - Pembuatan obat-obatan
  - Pembuatan vaksin
  - Pembuatan cairan infus
  - Alat Rontgen
  - Sterilisasi alat-alat kedokteran
2. Teknologi Pangan dan Pertanian
  - Pembuatan pupuk
  - Pembuatan bibit unggul
  - Pembuatan pestisida

- Penentuan tingkat keasaman tanah
  - Penggunaan mikroorganisme/bakteri pada pengolahan makanan, misalnya pada pembuatan kecap, tempe, roti, yoghurt
  - Penggunaan zat aditif makanan misalnya pengawet, pewarna, penguat rasa
3. Energi dan Lingkungan
    - Pengolahan minyak bumi
    - Pembangkit listrik tenaga nuklir
    - Pembuatan sel surya
    - Pembuatan baterai
    - Pengolahan limbah pabrik
  4. Geologi
    - Penentuan usia fosil
  5. Hukum
    - Tes DNA pelaku kejahatan
    - Uji forensik

Marilah kita perhatikan bagaimana kerjanya organ-organ tubuh kita? Bagaimana kentang bisa menjadi besar? Bagaimana berat badan bisa turun dengan lari jarak jauh? Bagaimana penicilin dapat membasmi bakteri-bakteri?

Jawaban atas beberapa contoh pertanyaan tersebut dapat diperoleh kalau seseorang memahami tentang kimia. Ada beberapa defenisi yang menjelaskan tentang kimia. Salah satu defenisinya ialah, kimia merupakan studi tentang perubahan materi disertai oleh perubahan energi. Pada tahun 1970 pada konferensi yang membicarakan tentang struktur kimia diperoleh suatu kesepakatan tentang istilah kimia sebagai berikut: Kimia adalah suatu studi yang menyangkut tentang masalah pembuatan, sifat-sifat dan rekasi dari unsur-unsur dan senyawa kimia, dan sistem pembentuknya.

Sedangkan Tresna (1998) mendefinisikan struktur kimia menyangkut sifat-sifat esensial zat, tetapi akibat keberhasilan penelitian kimia maka perubahan struktur kimia khususnya dalam struktur molekul senyawa kimia dan pengujian dalam fase eksperimental maka muncul struktur baru kimia yang dihadapkan pada kedinamikaan kimia yang berdasarkan teori, misalnya mengenal termodinamika kinetika dan dipadu dengan eksperimen. Maka dirumuskanlah bahwa kimia merupakan ilmu tentang komposisi dan transformasi materi, struktur dan dinamika (dasar pengetahuan tentang mekanisme proses-proses kimia).

Kimia sebagai salah satu cabang dari IPA, berkembang sejak manusia memperhatikan keadaan di sekelilingnya dan menarik manfaat dari fakta-fakta yang diperolehnya untuk kepentingan kelangsungan hidupnya. Pada periode 4000-600 SM orang mempelajari kimia guna keperluan praktis yang berguna langsung bagi kehidupan, misalnya bagaimana membuat tempayan dari tembikar, membuat anggur, membuat zat warna dan lain sebagainya. Pada tahap ini orang sudah mengenal bagaimana membuat senyawa kimia sebagai pengetahuan kerajinan tanpa orang mempertanyakan mengapa dan bagaimana proses membuatnya. Jadi kimia sudah dikenal sebagai kerajinan sejak zaman Mesir kuno.

Sejak 600 SM bangsa Mesir mempelajari kimia sebagai ilmu. Dalam periode ini pengetahuan berkembang karena keinginan orang untuk mengetahui sesuatu, tanpa menghiraukan apakah pengetahuan itu berguna atau tidak bagi kehidupan sehari-hari. Dalam bidang kimia, periode ini ditandai oleh percobaan Philo tentang pembakaran lilin dalam udara, yang hasilnya dikemukakan bahwa sebahagian dari udara digunakan untuk pembakaran serta untuk menimbulkan

nyala lilin. Ternyata 16 abad kemudian apa yang diperkirakan Philo merupakan pendapat yang benar. Demonstrasi yang dilakukan Philo tersebut rupanya merupakan suatu tahap permulaan pelajaran kimia di sekolah sekarang (Taylor, 1965).

Pada tahap yang ketiga yaitu 1800 Masehi sampai sekarang, mengikuti tahap perkembangan pengetahuan modern, dimana ada keterikatan antara ilmu dan teknologi. Menurut Hall, pada akhir abad 19 penerapan sains dan teknologi dalam bidang kimia adalah waktu industri kimia didorong untuk menemukan zat warna sintesis. Jika diperhatikan dari ketiga tahap tersebut, kimia berkembang semula sebagai pengetahuan kerajinan, mengolah bahan alam untuk memenuhi kebutuhan hidup. Selanjutnya berkembang sebagai ilmu, dimana dipelajari hal-hal yang sifatnya teoritis. Dalam tahap ketiga berkembang pada studi mekanisme reaksi untuk sintesa yang lebih efisien.

## **F. Hakekat Biologi**

Biologi berasal dari kata Yunani “bios” yang berarti “hidup” dan “logos” yang berarti “ilmu”. Jadi biologi adalah ilmu yang mempelajari tentang makhluk hidup. Walaupun fenomena-fenomena kehidupan masih memerlukan definisi yang lengkap, tetapi karakteristiknya dapat digambarkan. Makhluk hidup pada umumnya tidak homogen (sama) dan juga tidak statis. Materi yang menyusun makhluk hidup sangat teratur dan di dalam makhluk hidup atau organisme terjadi perubahan-perubahan yang terus belangsung. Salah satu aspek dari perubahan ini adalah pertumbuhan dan aspek gerakan. Aspek lainnya tidak kalah penting adalah reproduksi dari organisme itu sendiri. Demikian pula aspek metabolisme yaitu dimana energi dan materi yang diambil dari luar

organisme itu digunakan untuk proses-proses yang disebutkan tadi. Karakteristik lain yang khusus dimiliki oleh semua organisme, terutama binatang-binatang tingkat tinggi adalah iritabilitas yaitu kecenderungan untuk merespon atau bereaksi terhadap rangsangan. Jadi biologi adalah kajian tentang kehidupan, dan organisme hidup, termasuk struktur, fungsi, pertumbuhan, evolusi, persebaran, dan taksonominya. Ilmu biologi modern sangat luas, dan eklektik, serta terdiri dari berbagai macam cabang, dan subdisiplin. Namun, meskipun lingkungannya luas, terdapat beberapa konsep umum yang mengatur semua penelitian, sehingga menyatukannya dalam satu bidang. Biologi umumnya mengakui sel sebagai satuan dasar kehidupan, gen sebagai satuan dasar pewarisan, dan evolusi sebagai mekanisme yang mendorong terciptanya spesies baru. Selain itu, organisme diyakini bertahan dengan mengonsumsi, dan mengubah energi serta dengan meregulasi keadaan dalamnya agar tetap stabil, dan vital.

Unit yang mendasari kehidupan adalah sel. Banyak organisme yang terdiri dari satu sel atau organisme bersel tunggal, yang dalam ukuran dan bentuknya memperlihatkan keanekaragaman yang menakjubkan. Walaupun organisme beranekaragam tetapi terdiri dari bahan yang sama dan pada dasarnya berfungsi sama. Pada organisme yang bersel banyak, ada modifikasi dari bentuk dan ukuran dari sel-sel tersebut yang bergantung pada fungsinya. Sebagai contoh, sel-sel tumbuhan tertentu yang menebal pada dindingnya berfungsi sebagai penunjang, sedangkan pada binatang sel-sel saraf menjadi memanjang dan sel-sel darah menjadi cembung dan berbentuk cakram. Pada umumnya sel memiliki selaput membran luar yang disebut dinding sel, sedangkan dibagian dalam ada bagian benda yang agak padat yang terdapat di tengah-tengah sel yang disebut inti sel. Di dalam

inti terdapat benda-benda kecil yang menyerupai benang yang disebut kromosom. Kromosom merupakan pembawa sifat yang diturunkan. Sekeliling inti terdapat sitoplasma yaitu suatu cairan yang mengandung partikel-partikel kecil. Substansi yang menyusun sel secara kimiawi sangat kompleks (protoplasma). Protoplasma sebagian besar terdiri dari air dimana di dalamnya terlarut molekul-molekul dari senyawa organik tertentu seperti protein, lemak, karbohidrat, dan elemen-elemen yang jumlah sangat kecil. Dari ketiga senyawa tersebut, karbohidrat merupakan senyawa yang paling sederhana, terdiri dari karbon yang bergabung dengan hidrogen dan oksigen. Yang termasuk karbohidrat adalah gula, tepung dan selulosa. Lemak dibentuk dari elemen-elemen yang sama, tetapi struktur yang berbeda, dengan proporsi hidrogen lebih besar. Protein merupakan senyawa yang paling kompleks dan yang paling penting dari seluruh senyawa organik. Protein dibentuk oleh molekul-molekul yang besar yang terbentuk dari unit-unit yang kecil, yang disebut asam amino, yang mengandung nitrogen disamping karbon, hidrogen dan oksigen, disamping elemen-elemen lain seperti belerang, pospor dan besi.

Secara jelas dan tepat, bagaimana komponen-komponen protoplasma ini teorganisir di dalam sel hidup, sehingga proses pertumbuhan dan metabolisme dapat berlangsung, semuanya belum bisa dipahami. Namun demikian, jelas protein-protein tertentu yang disebut enzim berperan sedemikian rupa dalam mengubah zat-zat yang dari luar menjadi zat-zat hidup. Pada binatang, pemasukan diambil langsung atau tidak langsung dari tumbuhan, sedangkan tumbuhan sendiri dapat megubah karbondioksida dan air menjadi karbohidrat. Mereka melakukannya dengan memanfaatkan energi matahari dalam suatu proses yang

disebut fotosintesis. Pada proses fotosintesis, diperlukan klorofil (zat hijau daun). Jadi semua energi yang digunakan makhluk hidup asalnya berasal dari matahari.

Pertumbuhan yang terjadi pada semua organisme dilaksanakan melalui proses mitosis. Pembelahan ini dimulai dengan pembelahan bahan-bahan inti, dimana kromosom terbelah secara memanjang, dengan demikian jumlahnya dalam setiap sel akan sama. Reproduksi seperti yang terjadi pada organisme satu sel, hanyalah berupa pembelahan sel yang akan menghasilkan dua organisme yang berasal dari satu organisme (contohnya pada amuba). Ini disebut reproduksi bukan seksual atau aseksual *reproduction*. Reproduksi seperti ini terjadi pada perkecambahan bawang, stek, atau pada pertunasan pada hydra. Jenis yang kedua dari reproduksi bukan seksual adalah pembentukan spora. Reproduksi seksual (*sexual reproduction*) berbeda dengan reproduksi bukan seksual, karena pada reproduksi seksual terjadi penggabungan dan penyatuan dari dua sel yang khusus yaitu, gamet jantan (sperma) dan gamet betina (telur) untuk membentuk suatu sel tunggal yang disebut zigot, dimana organisme baru akan berkembang.

Dari biologi berkembang sistem kalsifikasi tumbuhan dan binatang yang dikembangkan oleh ahli biologi dari Swedia yang bernama Carolus Linneaus pada abad ke-18. Dari beliau lah datang susunan filum, kelas, ordo, famili, genus dan spesies. Banyak karya-karya para ahli biologi berkembang terus dalam kaitannya dengan sistematika. Dari biologi terbentuk botani, yaitu ilmu yang mempelajari tumbuhan, dan zoologi yang mempelajari tentang binatang yang dibagi lagi menjadi ornitologi yaitu ilmu yang mempelajari tentang burung, ikhtiologi yaitu ilmu yang

mempelajari ikan dan entomologi ilmu yang mempelajari tentang insekta atau serangga.

Biologi terus berkembang sehingga timbullah ilmu-ilmu lain yang masih terkait dengan biologi seperti embriologi, ekologi dan sebagainya. Biologi tidak dapat dipisahkan dari evolusi makhluk hidup. Buku "*The Origin of Species*" karya Charles Darwin membawa revolusi dalam biologi. Gagasan tentang evolusi makhluk hidup sebenarnya tidak berasal dari Darwin itu sendiri; hal itu termasuk dalam penemuan geologi, dan sudah mulai dirangsang oleh para naturalis pada masa lalu. Tetapi Darwin adalah yang pertama menawarkan teori ini yang berdasarkan seleksi alam. Teori ini dimulai dengan keanekaragaman diantara organisme yang bisa diamati, bahwa dalam spesies tunggal, individu-individu itu berbeda, seperti panjangnya anggota badan, warna bulu pada burung. Variasi dapat menyebabkan keuntungan atau kerugian pada individu dalam memperoleh makanan, melepaskan diri dari bahaya/musuh atau dalam menentukan jodohnya. Individu-individu yang memiliki variasi-variasi yang menguntungkan cenderung untuk bisa bertahan hidup dan berkembang biak, jadi bisa menurunkan keunikan ini kepada keturunannya. Kekekalan inilah menurut teori evolusi, yang telah melalui kurun waktu yang panjang telah menghasilkan keanekaragaman jumlah dari kehidupan biologis.

Pada masa kehidupan Darwin, seiring biarawan dari Austria yang bernama Gregor Mendel melakukan serangkaian percobaan dalam mengawinkan polongan, dimana ia dapat memformulasikan hukum-hukum keturunan yang merupakan dasar dari genetika. Namun demikian, hasil karyanya itu baru dikenal pada tahun 1900. Cabang-cabang lain dari biologi adalah biogeografi, yaitu ilmu tentang distribusi atau penyebaran tumbuhan dan hewan, ekologi yaitu ilmu yang



mempelajari saling ketergantungan organisme, sitologi ilmu tentang jaringan dan embriologi ilmu yang mempelajari perkembangan embrio sebelum lahir. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan alam dan teknologi yang sangat cepat dewasa ini, hal ini berpengaruh terhadap perkembangan biologi sehingga timbul apa yang dinamakan bioteknologi, yaitu biologi yang memanfaatkan teknologi canggih. Contohnya: kloning domba Dolly, bayi tabung, pencangkokan DNA, dan sebagainya.

## Tugas Rutin

1. Apakah hakekat IPA itu!
2. Komponen proses IPA terbagi dalam tujuh bagian. Sebutkan dan jelaskan serta berikan contohnya dalam bidang kimia!
3. Uraikan apa-apa saja yang termasuk dalam komponen sikap IPA!
4. Uraikan apa-apa saja yang termasuk dalam komponen produk IPA!
5. IPA memiliki ciri-ciri khusus yang membedakannya dari ilmu-ilmu lain. Sebutkan!
6. Menurut Collete & Chiappetta bahwa IPA pada hakekatnya merupakan *a body of knowledge*, *a way of thinking*, dan *a way of investigating*. Jelaskan!
7. Sebutkan contoh dalam kimia yang membuktikan bahwa teori IPA itu bersifat tentatif!
8. Sebutkan dan jelaskan langkah-langkah metode ilmiah!
9. Jelaskan fungsi IPA!
10. Apa maksudnya teori dalam IPA bersifat universal, jelaskan!



**BAB III**

**PEMBELAJARAN IPA DAN HUBUNGANNYA  
DENGAN HAKEKAT IPA**

## **A. Pembelajaran IPA**

Dari pembahasan tentang hakikat IPA sebelumnya, Anda dapat mengambil salah satu inti pentingnya, yaitu bahwa IPA harus dipandang sebagai suatu proses dan sekaligus produk. Oleh karena itu, dalam pembelajaran IPA, kedua hal itu harus dijadikan pertimbangan dalam memilih strategi atau metode mengajar sehingga proses belajar mengajar (pembelajaran) dapat berlangsung efektif dan efisien.

Pada proses belajar-mengajar IPA secara konvensional, umumnya hanya mengandalkan pada olah pikir (*minds-on*), yang berarti memperlakukan IPA sebagai kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), siswa cenderung hanya menguasai konsep-konsep IPA dengan sedikit bahkan tanpa diperolehnya keterampilan proses. Hal ini berbeda jika pembelajaran dilakukan melalui kegiatan praktik (*practical work*) sehingga siswa tidak hanya melakukan olah pikir (*minds-on*) tetapi juga olah tangan (*hands-on*). Selanjutnya dalam kajian ini, akan dibahas tentang practical work yang dalam istilah kita diartikan sebagai kegiatan praktik. Pembahasan tersebut meliputi apakah kegiatan praktik itu, jenis-jenis kegiatan, dan peranan kegiatan praktik dalam pembelajaran IPA.

### **1. Kegiatan Praktik (*Practical Work*)**

Menurut Kerr dalam bukunya *Practical Work in School*, seperti dikutip Sudomo (1996) kegiatan praktik merupakan percobaan yang disampaikan oleh guru dalam bentuk demonstrasi secara kooperatif oleh sekelompok siswa, maupun percobaan dan observasi oleh siswa. Kegiatan tersebut dapat berlangsung di laboratorium atau tempat lain.

Pendapat lain yang lebih luas dikemukakan oleh Reid dan Hudson (1987), yang menambahkan penggunaan komputer (*Computer Assisted Learning*) dan filem video dalam pembelajaran sains sebagai kegiatan praktik. Untuk era sekarang ini, pemanfaatan komputer dan filem video pada pembelajaran IPA dirasakan sangat membantu karena keduanya memiliki kelebihan. Komputer misalnya dapat digunakan untuk melakukan simulasi percobaan IPA yang sukar atau bahkan tidak mungkin dilakukan secara langsung. Filem vodo, di lain pihak dapat dipergunakan untuk memberikan pengalaman kepada siswa tentang peristiwa yang jarang terjadi, berbahaya, misalnya film video tentang gerhana matahari total.

## **2. Jenis-jenis Kegiatan Praktik**

Dalam pelaksanaan di kelas, bentuk kegiatan praktik IPA bervariasi mulai dari yang sangat sederhana bagi siswa Sekolah Dasar, menuju ke ruang lebih kompleks bagi siswa pada tingkat sekolah yang lebih tinggi. Thompson (1975) mengklasifikasikan kegiatan praktik menjadi 4 kelompok yaitu:

- a. Eksperimen standar, kegiatan ini dilakukan oleh siswa di mana langkah kerjanya telah tersedia dan disusun secara lengkap.
- b. Eksperimen penemuan (*discovery eksperiment*); pada kegiatan ini pendekatan percobaan diarahkan oleh guru, tetapi langkah kerjanya dikembangkan sendiri oleh siswa.
- c. Demonstrasi pada kegiatan ini percobaan dilakukan oleh guru untuk sekelompok siswa dimana siswa mungkin dilibatkan maupun tidak dalam diskusi tentang langkah kerja atau dalam pelaksanaan percobaan.

- d. Proyek pada kegiatan ini siswa dihadapkan pada problem/masalah. Masalah tersebut merupakan hal yang baru bagi siswa dan untuk menyelesaikannya perlu melibatkan sejumlah investigasi dan penelitian yang mendalam. Untuk melakukannya diperlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan 3 jenis kegiatan terdahulu. Proyek dapat pula diidentikkan dengan problem solving atau pemecahan masalah.

Keempat jenis kegiatan tersebut berkaitan sangat erat dengan kegiatan praktik IPA pada umumnya di Sekolah Menengah. Untuk tingkat sekolah yang lebih rendah, jenis kegiatannya harus disesuaikan dengan tingkat perkembangan intelektual para siswanya.

### **3. Peranan Kegiatan Praktik Alam Pembelajaran IPA**

Dalam pembelajaran IPA secara umum kegiatan praktik memiliki peranan yang sangat penting. Head (1986) menyatakan tiga hal yang mendukung pentingnya kegiatan praktik dalam pembelajaran IPA, yaitu bahwa kegiatan praktik dapat: (a) memotivasi siswa dalam belajar; (b) memberikan kesempatan pada siswa untuk mengembangkan sejumlah keterampilan; dan (c) meningkatkan kualitas belajar siswa.

- a. **Memotivasi Siswa dalam Belajar**  
Kegiatan praktik IPA dapat memotivasi belajar siswa untuk mengembangkan sejumlah keterampilan proses IPA yang penting dan sikap yang positif, yakni sikap ilmiah. Hal itu dimungkinkan terjadi, karena kegiatan praktik sangat menarik, mengasyikan, dan mendorong siswa untuk berinisiatif, berimajinasi, dan bekerjasama (kerja kelompok).

- b. Memberikan Kesempatan Kepada Siswa untuk Mengembangkan Sejumlah Keterampilan.

Para ahli berpendapat bahwa dengan mengadakan kegiatan praktik IPA, para siswa memperoleh keterampilan-keterampilan proses IPA, seperti:

1. Keterampilan melakukan pengamatan (*observing*);
2. Keterampilan melakukan pengukuran (*measuring*);
3. Keterampilan melakukan interpretasi (*interpreting*);
4. Keterampilan melakukan manipulasi (*manipulating*);
5. Keterampilan melakukan hipotesis (*hypothesing*);
6. Keterampilan menarik kesimpulan (*concluding*);
7. Keterampilan mengkomunikasikan (*communicating*).

Pada pembelajaran IPA melalui kegiatan praktik di sekolah, tentu saja seorang guru harus selektif dalam menentukan jenis kegiatan sehingga keterampilan proses yang diharapkan berkembang pada diri siswa dapat terwujud. Menurut Woolnough dan Allsop (1985), inti kegiatan praktik IPA di sekolah seharusnya berupa investigasi karena investigasi memberikan kepada siswa untuk berlatih bekerja sebagaimana para ilmuwan bekerja untuk menyelesaikan masalah.

Keterampilan siswa dalam melakukan praktik IPA sering jugadisebut pemahaman prosedural (*prosedural understanding*). Gott & Duggan (1995) memberikan bahasan pemahaman prosedural sebagai pemahaman dan penerapan dari konsep-konsep maupun keterampilan-keterampilan. Sebagai contoh, misalnya kegiatan investigasi untuk menemukan “gula lebih cepat melarut di dalam air panas atau dingin”? Dalam penyelesaian masalah tersebut siswa menggunakan kemampuan untuk: merencanakan percobaan,

menyusun/merangkai alat, memilih dan menggunakan alat yang tersedia melakukan pengamatan, mencatat hasil pengamatan menarik kesimpulan dan mengkomunikasikan hasil. Dari uraian dan contoh tersebut di atas secara singkat kita dapat katakan bahwa kegiatan praktik, khususnya investigasi, berperan mengembangkan keterampilan proses dan pemahaman prosedural.

### c. Meningkatkan Kualitas Belajar Siswa

Bagaimana kegiatan praktik dapat meningkatkan kualitas belajar siswa? Tidak diragukan lagi bahwa melalui pengalaman langsung (*first hand experiences*), siswa dapat belajar lebih mudah dibandingkan dengan belajar melalui sumber sekunder, buku misalnya. Hal tersebut sangat sesuai dengan pendapat Bruner yang menyatakan bahwa anak belajar dengan pola *en active* melalui perbuatan (*learning by doing*).

Pada pelajaran IPA, para siswa menjumpai banyak pengalaman, misalnya yang berhubungan dengan cahaya, magnet, listrik dan sebagainya. Pengalaman tersebut dapat berupa pengamatan langsung atau bahkan pengalaman langsung itu proses belajar dapat berlangsung lebih mudah dan hasil belajarnya tidak mudah dilupakan sebagaimana pepatah kuno dari Cina yang mengatakan: “saya mendengar dan saya lupa”; “saya melihat. dan saya ingat”; “saya mengerjakan.dan saya mengerti”. Jadi dengan mengerjakan *learnin by doing* siswa menjadi aktif dalam belajarnya. Dengan keaktifan tersebut dapat diharapkan hasil belajarnya semakin baik.

## B. Hubungan Hakekat IPA dengan Pembelajaran IPA



Pembelajaran IPA yang memperhatikan hakekat IPA adalah pembelajaran IPA yang menerapkan aspek proses, aspek sikap dan aspek produk. Pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas adalah pembelajaran yang tidak hanya menitikberatkan pada aspek produk saja, tetapi juga memperhatikan aspek proses dan sikap. Aspek proses dicapai siswa pada saat siswa melakukan proses percobaan dan eksperimen. Aspek proses berhubungan dengan kemampuan siswa dalam hal motorik/gerak anggota tubuh. Misalnya siswa melakukan percobaan tentang bentuk-bentuk daun, maka aspek proses yang terjadi dalam pembelajaran itu adalah mengamati, mengklasifikasi dan melakukan percobaan.

Pada saat siswa melakukan percobaan tentang proses difusi dan osmosis, maka aspek proses yang terjadi dalam pembelajaran itu adalah mengamati, mengklasifikasikan dan melakukan percobaan. Pada saat siswa melakukan eksperimen tentang pengaruh temperatur terhadap kecepatan difusi, maka aspek proses yang terjadi dalam pembelajaran itu adalah mengamati, mendesain percobaan dan melakukan percobaan itu sendiri. Pada saat siswa melakukan eksperimen tentang pengaruh temperatur terhadap kecepatan difusi, maka aspek proses yang terjadi dalam pembelajaran itu adalah mengamati, memanipulasi variabel, dan menarik kesimpulan. Jika dilihat aspek proses yang terjadi pada setiap kegiatan pembelajaran pada contoh di atas, maka tidak semua aspek proses yang telah disebutkan terdahulu tercapai semua dan sekaligus, tetapi ada beberapa aspek proses saja yang tercapai. Hal ini disebabkan karena setiap materi pelajaran mempunyai karakteristik yang khas terkait dengan aspek proses yang terjadi. Aspek proses yang lain akan tercapai pada saat penyampaian materi pelajaran yang lain.

Dengan demikian aspek proses akan tercapai semuanya manakala materi pelajaran telah disampaikan secara menyeluruh. Jika dilihat dari kata-kata aspek proses yang ada, maka aspek proses sangat berhubungan dengan kata-kata yang tercantum dalam tujuan yang terdapat dalam pendekatan keterampilan proses IPA.

Tabel 2. Aspek dan Keterampilan Proses IPA

<b>Aspek Proses IPA</b>	<b>Keterampilan Proses IPA</b>
Mengamati	Mengamati
Mengukur	Mengukur
Mengklasifikasi	Mengklasifikasi
Menginfer	Menginfer
Mempresiksi	Mempresiksi
Membuat prediksi	Membuat prediksi
Memanipulasi variabel	Memanipulasi variabel
Merancang percobaan	Merancang percobaan
Melakukan eksperimen	Melakukan eksperimen

Memang benar, bahwa keterampilan proses IPA sangat berhubungan dengan aspek proses yang terjadi dalam pembelajaran IPA. Aspek proses berhubungan dengan keterampilan proses IPA, yaitu tujuan pembelajaran yang harus dicapai di dalam pembelajaran IPA. Maksudnya keterampilan proses yang ingin dicapai dalam pembelajaran IPA berasal dari aspek proses yang telah dilakukan oleh para ahli IPA.

*Aspek sikap* dicapai siswa pada saat siswa melakukan proses percobaan dan eksperimen tetapi dalam aspek pembelajaran yang berbeda. Aspek sikap berhubungan dengan kemampuan siswa dalam hal bersikap yang baik. Misalnya siswa melakukan percobaan tentang proses difusi,

maka aspek sikap yang harus tampak pada proses ini adalah aspek ketelitian, aspek kecermatan dan aspek kehati-hatian. Disamping itu dalam percobaan itu siswa dapat melakukan kerjasama dan berdiskusi dengan teman yang lain. Kecermatan ketelitian, kehati-hatian, kerjasama dan kemampuan berdiskusi adalah aspek-aspek sikap yang terjadi pada saat percobaan IPA tentang difusi. Sama halnya dengan aspek proses, aspek sikap juga tidak bisa tercapai seluruhnya dalam setiap kali terjadinya pembelajaran IPA. Melainkan ada beberapa aspek saja yang tercapai pada setiap kali pembelajaran.

*Aspek produk* dicapai siswa setelah melakukan proses pembelajaran. Aspek produk ini berhubungan dengan kemampuan otak manusia. Jadi yang berhubungan dengan hasil atau produk IPA. Misalnya pada saat siswa melakukan pembelajaran tentang konsep difusi dan osmosis, maka siswa akan tahu pengertian difusi dan osmosis. Disamping itu siswa juga bisa menjelaskan proses difusi dan osmosis. Siswa juga bisa menjelaskan peranan suhu dalam proses difusi.

Masih banyak lagi yang bisa diketahui dengan hal-hal yang bersifat pengetahuan. Proses mengetahui hal-hal yang bersifat pengetahuan inilah yang disebut aspek produk. Pembelajaran IPA yang benar seharusnya adalah pembelajaran yang mengikuti cara-cara yang dilakukan oleh para ahli IPA. Sehingga nantinya siswa diharapkan bisa berperilaku dan bersikap seperti para ahli IPA/ilmuan, yaitu mempunyai rasa ingin tahu, kreatif dan bisa menghasilkan pengetahuan (bukan hanya sebagai pengguna/konsumen ilmu pengetahuan). Pembelajaran IPA seperti ini dikenal dengan nama pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student center*). Maksudnya adalah pembelajaran yang memperdayakan semua kemampuan siswa. Caranya guru

memfokuskan/ menitikberatkan pembelajaran pada ketiga aspek pembelajaran sains.

Guru di dalam mempersiapkan pembelajaran sains seharusnya membuat perencanaan tentang ketiga aspek yang menjadi tujuan sains. Selama ini, pembelajaran IPA yang sering dilakukan oleh guru-guru di hampir semua sekolah adalah pembelajaran IPA yang tidak sesuai dengan hakekat IPA, sehingga hasilnya membuat pendidikan kita menjadi kurang maju. Hal ini dapat menimbulkan beberapa kerugian, seperti: (1) Siswa sulit memahami konsep yang bersifat abstrak; (2) Metoda yang digunakan guru terbatas pada metoda ceramah dan tanya jawab; (3) Siswa menjadi pasif, kurang kreatif, dan tidak mempunyai pendapat yang original; (4) Materi yang terserap sebagian kecil saja dari materi yang disampaikan guru; (5) Siswa tidak terbiasa menggunakan pikiran kreatifnya untuk memecahkan masalah; (6) Terjadi proses pembelajaran yang disebut *teacher center*, yaitu pembelajaran yang menempatkan guru sebagai orang yang paling tahu/narasumber (*central person*) di dalam kelas; dan (7) Kelas menjadi tidak demokratis. Lebih jauh dan dalam jangka waktu yang panjang, hal ini akan menimbulkan generasi yang tidak cerdas dalam menyongsong hari depan bangsanya, berakibat pada tingkat kesejahteraan rakyat yang dibawah rata-rata, dan siswa tidak bisa menggunakan konsep yang telah diperoleh untuk diterapkan pada konsep yang lain.

Dalam hubungannya dengan pembelajaran, ketiga aspek yang dilakukan oleh para ahli IPA dituangkan dalam bentuk tujuan pembelajaran. Benyamin S. Bloom membagi tujuan pembelajaran menjadi tiga ranah yaitu *ranah kognitif*, *ranah psikomotor* dan *ranah afektif*. Ranah kognitif berhubungan dengan aspek pengetahuan, yaitu ranah yang berhubungan dengan produk ilmu pengetahuan. Ranah

psikomotor berhubungan dengan aspek proses. Ranah afektif berhubungan dengan aspek sikap. Dalam perencanaan pembelajaran menurut kurikulum KBK dan KTSP pencapaian tujuan pembelajaran dituangkan dalam bentuk indikator, yaitu: (1) Indikator kognitif untuk tujuan yang berhubungan dengan aspek produk/pengetahuan; (2) Indikator afektif/keterampilan sosial untuk tujuan pembelajaran yang berhubungan dengan aspek sikap; dan (3) Indikator psikomotor untuk tujuan pembelajaran yang berhubungan dengan aspek proses.

### **C. Keterampilan Proses Dasar IPA**

Keterampilan dapat diartikan sebagai kemampuan dalam menggunakan pikiran berdasarkan nalar yang diimplementasikan dalam bentuk perbuatan sehingga menghasilkan suatu karya atau produk tertentu. Keterampilan mencakup dua jenis kelompok yakni *Soft Skill* dan *Hard Skill*. Keterampilan ini adalah sebuah modal yang dimiliki oleh seseorang yang dapat digunakan sebagai bekal hidup dalam tataran aplikasi tidak sebatas pada tataran teori, akan tetapi tidak terbatas pada keterampilan nyata dalam menghasilkan perangkat namun bisa juga dalam bentuk kemampuan berfikir, mengambil keputusan, menelaah dan lain-lain.

Proses sendiri merupakan rentetan kejadian yang sengaja dilakukan oleh seseorang untuk mencapai suatu tujuan. Proses ini tidak bisa terjadi secara natural akan tetapi membutuhkan keahlian dan struktur yang sesuai. Rusataman (2003) menyatakan bahwa keterampilan proses adalah kemampuan yang digunakan disertai dengan kapasitas dalam menjalankan fungsi kognitif, intelektual, manual serta sosial. Keterampilan dalam menggunakan kognitif adalah seperangkat cara berfikir yang merupakan hasil dari nalar manusia sedangkan manual adalah kemampuan

mengoperasikan beberapa alat dan prosedur kerja dalam bentuk menyelesaikan suatu tujuan. Keterampilan sosial juga terlibat dalam keterampilan proses karena mereka berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar-mengajar, misalnya mendiskusikan hasil pengamatan. Keterampilan proses perlu dikembangkan melalui pengalaman-pengalaman langsung sebagai pengalaman belajar. Melalui pengalaman langsung, seseorang dapat lebih menghayati proses atau kegiatan yang sedang dilakukan.

Keterampilan proses sains (KPS) adalah perangkat kemampuan kompleks yang biasa digunakan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah ke dalam rangkaian proses pembelajaran. Menurut Dahar (1996), keterampilan proses sains (KPS) adalah kemampuan siswa untuk menerapkan metode ilmiah dalam memahami, mengembangkan dan menemukan ilmu pengetahuan. KPS sangat penting bagi setiap siswa sebagai bekal untuk menggunakan metode ilmiah dalam mengembangkan sains serta diharapkan memperoleh pengetahuan baru atau mengembangkan pengetahuan yang telah dimiliki.

Menurut Dimiyati dan Mudjiono (2009), kelebihan KPS adalah: (1) KPS dapat memberikan rangsangan ilmu pengetahuan, sehingga siswa dapat memahami fakta dan konsep ilmu pengetahuan dengan baik; (2) Memberikan kesempatan kepada siswa bekerja dengan ilmu pengetahuan, tidak sekedar menceritakan atau mendengarkan cerita tentang ilmu pengetahuan. Hal ini menyebabkan siswa menjadi lebih aktif; (3) KPS membuat siswa menjadi belajar proses dan produk ilmu pengetahuan sekaligus; dan (4) KPS terdiri dari sejumlah keterampilan tertentu.

#### **D. Aspek-Aspek Keterampilan Proses Sains**

Ada beberapa macam pendekatan yang biasa digunakan dalam pembelajaran IPA, yaitu pendekatan yang menekankan pada fakta, menekankan pada konsep dan menekankan pada proses. Dalam praktiknya pendekatan-pendekatan ini tidaklah berdiri sendiri, tetapi sering kali merupakan suatu kombinasi. Pendekatan proses merupakan suatu pendekatan yang didasarkan pada pengujian dari apa yang biasa para ilmuwan lakukan. Proses yang terkait dengan pengujian tersebut dikenal sebagai keterampilan proses IPA.

Keterampilan proses ini dianggap sangat penting untuk pembelajaran IPA karena alasan-alasan berikut. Wynnie Harlen (1992) mengemukakan beberapa alasan untuk itu, yaitu: (1) keterampilan-keterampilan proses; (2) pengembangan pemahaman dalam IPA tergantung kepada kemampuan melakukan keterampilan proses dalam perilaku ilmiah; dan (3) keterampilan proses memiliki peranan besar dalam pengembangan konsep-konsep ilmiah. Alasan yang dikemukakan oleh Carin (1992) adalah: (1) mengetahui IPA tidak hanya sekedar mengetahui materi ke-IPA an ketika terkait pula dengan prosedur pengumpulan fakta dan menghubungkan fakta untuk membuat suatu interpretasi; (2) keterampilan proses IPA merupakan keterampilan belajar sepanjang hayat, dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Sedangkan Semiawan dkk. (1992) mengemukakan alasan karena:

- a. Adanya perkembangan ilmu pengetahuan yang sangat cepat membuat para guru tidak mungkin lagi untuk mengajarkan semua fakta dan konsep yang ada kepada para muridnya.

- b. Anak-anak akan lebih mudah memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai contoh konkret.
- c. Untuk menanamkan sifat ilmiah dan melatih melakukan penyelidikan ilmiah.
- d. Merupakan wahana yang tepat untuk pengembangan konsep dan pengembangan serta nilai.

Pengertian keterampilan proses dikaitkan dengan keterampilan fisik dan mental yang terkait dengan kemampuan-kemampuan yang mendasar yang dimiliki, dikuasai dan diaplikasikan dalam suatu kegiatan ilmiah, sehingga para ilmuwan berhasil menemukan sesuatu yang baru (Semiawan dkk., 1992).

Menurut Esler dan Esler (1984) terdapat 8 keterampilan proses dasar sains, yaitu:

### **1. *Keterampilan Mengobservasi***

Keterampilan mengobservasi menurut Esler & Esler (1984) adalah keterampilan yang dikembangkan dengan menggunakan semua indra yang kita miliki untuk mengidentifikasi dan memberikan nama sifat-sifat dari objek-objek atau kejadian-kejadian. Defenisi serupa disampaikan oleh Abruscato (1988) yang menyatakan bahwa observasi artinya menggunakan segenap panca indra untuk memperoleh informasi atau data mengenai benda atau kejadian. Sejalan dengan Esler & Esler serta Abruscato, Carin (1992) mengemukakan bahwa mengobservasi adalah menjadi dasar akan suatu objek atau kejadian dengan menggunakan segenap panca indra (atau alat bantu dari panca indra) untuk mengidentifikasi sifat dan karakteristik. Mengobservasi merupakan keterampilan proses IPA yang paling dasar.



Observasi-observasi sederhana dapat mencetuskan hampir setiap inkuiri yang kita buat tentang lingkungan kita. Observasi yang terorganisasi merupakan dasar bagi penyelidikan yang lebih terarah. Memperoleh kemampuan untuk membuat observasi yang teliti akan dilatih untuk menentukan konsep, dilatih untuk mengembangkan ilmu pengetahuan. Anak-anak akan lebih mudah memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai contoh konkret, contoh yang sesuai situasi dan kondisi yang dihadapi, dengan mempraktekkan sendiri upaya menemukan konsep melalui kegiatan fisik dan mental.

Penemuan ilmu pengetahuan bersifat tentatif, jadi tidak mutlak benar seratus persen. Suatu teori bisa tidak berlaku lagi dengan adanya data baru yang mampu membuktikan bahwa teori tersebut keliru. Teori ini ditemukan melalui penyelidikan ilmiah yang sifat terbuka untuk dipertanyakan, dipersoalkan dan diperbaiki. Untuk memahamkan sifat ilmiah kepada siswa, maka perlu suatu latihan agar mempunyai kebiasaan selalu bertanya, berpikir kritis, dan mengusahakan kemungkinan berbagai alternatif jawaban untuk suatu masalah. Untuk melatih bagaimana melakukan penyelidikan ilmiah, maka siswa perlu dilatih untuk memiliki keterampilan proses yang akan membiasakannya untuk menyelenggarakan berbagai penyelidikan ilmiah.

Dalam pembelajaran, pengembangan konsep seharusnya tidak terlepas dari pengembangan sikap dan nilai. Pengembangan keterampilan berperan sebagai wahana untuk pengembangan konsep dan pengembangan sikap dan nilai. Selanjutnya apa keterampilan proses itu dan apa saja macam-macamnya? Menurut Semiawan dkk. (1992) keterampilan proses adalah keterampilan fisik dan mental terkait dengan kemampuan-kemampuan yang mendasar yang

dimiliki, dikuasai dan diaplikasikan dalam suatu kegiatan ilmiah, sehingga para ilmuwan menemukan sesuatu yang baru.

Keterampilan fisik dan mental yang mendasar ini ada beberapa macam seperti yang diungkapkan oleh beberapa ahli berikut. Esler & Esler (1984) mengutip “*definisi dari The Commission on Science Education of The American Association for The Advancement of Science*” bahwa keterampilan-keterampilan untuk melakukan kegiatan IPA dikategorikan menjadi 8 keterampilan proses dasar dan 5 keterampilan proses terpadu. Keterampilan proses dasar meliputi keterampilan mengobservasi, mengklasifikasi, mengukur, mengkomunikasikan, menginferensi, memprediksi, mengenal hubungan ruang dan waktu, serta mengenal hubungan-hubungan angka. Sedangkan keterampilan proses terpadu menjadi dasar yang benar dalam membuat inferensi (kesimpulan berdasarkan hasil observasi) atau membuat hipotesis yang akan diuji dengan observasi lain. contoh yang lebih konkret, seorang guru sering membuka pelajaran dengan melontarkan kalimat tanya seperti berikut. Apa yang engkau lihat? Atau Bagaimana rasa, bau, bentuk, atau tekstur? atau mungkin guru menyuruh siswa untuk menjelaskan suatu kejadian secara menyeluruh sebagai suatu pendahuluan dari suatu diskusi. Para siswa diingatkan untuk membedakan antara mengobservasi dan menginferensi.

Contoh kegiatan lain yang menekankan pada kegiatan mengobservasi adalah siswa mengobservasi bermacam-macam hewan yang memiliki cara berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya yang berlainan. Bath (1995) memberikan contoh suatu pembelajaran yang melatih keterampilan proses dengan menggunakan berbagai macam objek yang dikenal dan ditemukan oleh siswa dalam kehidupan sehari-hari, yaitu berbagai jenis buah-buahan. Kegiatan mengobservasi terkait

pula dengan kegiatan membandingkan dan membedakan serta melihat perubahan. Untuk itu coba saudara kembangkan pembelajaran yang melibatkan kegiatan tersebut.

## **2. Keterampilan Mengklasifikasi**

Keterampilan mengklasifikasi menurut Esler & Esler (1988) mengklasifikasi merupakan proses yang digunakan para ilmuwan untuk menentukan golongan benda-benda atau kegiatan-kegiatan. Sedangkan Carin (1992) menyatakan bahwa mengklasifikasi adalah mengatur atau membagi objek, kejadian, atau informasi tentang objek ke dalam kelas menurut metode atau sistem tertentu. Skema klasifikasi digunakan dalam IPA (juga pada ilmu-ilmu lainnya) untuk mengidentifikasi benda atau kejadian dan untuk memperlihatkan persamaan, perbedaan, dan hubungan-hubungannya.

Bentuk-bentuk yang dapat dilakukan untuk melatih keterampilan ini misalnya memilih bentuk-bentuk kertas, yang berbentuk kubus, gambar-gambar hewan, daun-daun, atau kacang-kacang berdasarkan sifat umumnya. Contoh konkretnya, guru dapat memberikan benda-benda untuk dikelompokkan berdasarkan sifat-sifat benda tersebut. Sistem-sistem klasifikasi berbagai tingkatan dapat dibentuk dari gambar-gambar hewan dan tumbuhan (yang digunting dari majalah) dan menempelkan pada papan buletin sekolah atau papan pajangan di kelas.

Mengelompokkan adalah suatu sistematika yang digunakan untuk menggolongkan sesuatu berdasarkan syarat-syarat tertentu. Proses mengklasifikasikan tercakup beberapa kegiatan seperti mencari kesamaan, mencari perbedaan, mengontraskan ciri-ciri, membandingkan, dan mencari dasar penggolongan.

### **3. Keterampilan Mengukur**

Keterampilan mengukur menurut Esler & Esler (1984) dapat dikembangkan melalui kegiatan-kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan satuan-satuan yang cocok dari ukuran panjang, luas, isi, waktu, berat, dan sebagainya. Abrucasto (1988) menyatakan bahwa mengukur adalah suatu cara yang kita lakukan untuk mengukur observasi.

Keterampilan dalam mengukur memerlukan kemampuan untuk menggunakan alat ukur secara benar dan kemampuan untuk menerapkan cara perhitungan dengan menggunakan alat-alat ukur. Pada langkah pertama proses mengukur lebih menekankan pada pertimbangan dan pemilihan instrumen (alat) ukur yang tepat untuk digunakan dan menentukan perkiraan suatu ukuran objek tertentu sebelum melakukan pengukuran dengan suatu alat ukur objek tertentu, sebelum melakukan pengukuran dengan suatu alat ukur untuk mendapatkan ukuran yang tepat. Misalkan, siswa diajarkan untuk mengetahui bahwa mengukur berat menggunakan timbangan dan mengukur panjang menggunakan mistar. Siswa diajarkan pula untuk memperkirakan ukuran suatu objek sebelum melakukan pengukuran dengan alat ukur tertentu.

Kebiasaan mengukur secara tepat dapat dikembangkan bila guru menunjukkan bahwa dia menghargai kebiasaan itu sebagai bagian dari sifatnya. Siswa dapat diajarkan bahwa rata-rata dari beberapa kali pengukuran merupakan cara terbaik untuk mengukur secara tepat. Bath (1992) telah mengembangkan berbagai contoh kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan keterampilan mengukur, seperti mengukur panjang, luas, volume, massa, dan suhu, serta mengukur cara kualitatif dan kuantitatif.

#### **4. Keterampilan Mengkomunikasikan**

Menurut Abruscato (1988) mengkomunikasikan adalah menyampaikan hasil pengamatan yang berhasil dikumpulkan atau menyampaikan hasil penyelidikan. Keterampilan mengkomunikasikan, menurut Esler & Esler (1984), dapat dikembangkan dengan menghimpun informasi dari grafik atau gambar yang menjelaskan benda-benda serta kejadian-kejadian secara rinci.

Mengapa keterampilan mengkomunikasikan perlu dikembangkan?. Telah kita ketahui bersama bahwa komunikasi merupakan hal yang penting untuk semua usaha manusia. Komunikasi yang jelas dan tepat merupakan dasar untuk semua kegiatan ilmiah. Ilmuan mengkomunikasikan sesuatu secara lisan ataupun secara tertulis, dapat dengan menggunakan diagram, peta, grafik, persamaan matematika, dan berbagai peragaan visual. Kemampuan untuk memilih penjelasan yang tepat tentang benda, organisme, dan kejadian merupakan dasar untuk komunikasi lisan dan tertulis secara efektif.

Kegiatan untuk keterampilan ini dapat berupa kegiatan membuat dan menginterpretasikan informasi dari grafik, charta, peta, gambar, dll. Misalkan, para siswa dilatih untuk mengembangkan keterampilan mengkomunikasikan deskripsi benda-benda dan kejadian-kejadian tertentu secara rinci. Penjelasan yang disampaikan oleh siswa haruslah cukup jelas dan dapat memungkinkan siswa lain (yang mendengar) dapat mengidentifikasi benda-benda atau kejadian-kejadian yang sedang dijelaskan.

Bagaimana mengembangkan suatu kegiatan pembelajaran yang melatih keterampilan mengkomunikasikan tentang objek atau kejadian?. Tentu dapat mengembangkannya dengan salah satu contoh kegiatan yang ditulis di atas,

terutama yang berkaitan dengan materi kurikulum di kelas berapa mengajar.

### **5. Keterampilan Menginferensi**

Keterampilan menginferensi dapat dikatakan sebagai keterampilan membuat kesimpulan sementara (Esler & Esler, 1984). Menurut Abruscato (1992) menginferensi/ menduga/ menyimpulkan secara sementara adalah menggunakan logika untuk membuat kesimpulan dari apa yang kita observasi. Carin (1992) mengemukakan bahwa menginferensi adalah membuat kesimpulan didasarkan pada alasan yang dijelaskan oleh observasi.

Inferensi adalah membuat kesimpulan sementara yang terkait dengan adanya dugaan-dugaan. Membuat dugaan-dugaan valid berdasarkan observasi yang didapat merupakan keterampilan penting untuk belajar secara inkuiri. Latihan inkuiri memerlukan siswa untuk memperhatikan sesuatu dibalik informasi yang tampak untuk menginferensi hubungan-hubungan baru.

Para ahli menekankan bahwa perlu pula memperhatikan kemampuan untuk membedakan antara observasi dan inferensi. Perlu diperhatikan bahwa observasi merupakan suatu pengalaman yang didapatkan melalui panca indra, sedangkan inferensi merupakan penjelasan dari suatu hasil observasi. Hendaknya kita yakin bahwa dapat membedakan antara mengobservasi dan menginferensi.

Cobalah kegiatan-kegiatan untuk mengembangkan keterampilan ini yaitu menginferensi bahwa embun yang terjadi pada sebuah gelas yang dingin berasal dari udara, menginferensi sifat-sifat seekor hewan, menginferensi melalui observasi bahwa suatu cairan jernih yang tidak berwarna adalah air, menginferensi penyebab habisnya sebatang lilin yang

dinyalakan. Satu contoh lagi yang cukup sederhana adalah dengan menyediakan es batu lalu siswa diminta untuk menyatakan penyebab (panas) mencairkan es batu yang ditaruh di dalam tempat yang berisi air.

Bagaimana mengembangkan suatu kegiatan pembelajaran yang melatih keterampilan menginferensi objek atau kejadian?. Tentu anda dapat mengembangkannya dengan salah satu contoh kegiatan yang ditulis di atas terutama yang berkaitan dengan materi kurikulum di kelas dimana mengajar.

## **6. Keterampilan Memprediksi**

Memprediksi adalah meramal secara khusus tentang apa yang akan terjadi pada observasi yang akan datang (Abruscato, 1988) atau membuat prakiraan kejadian atau keadaan yang akan datang yang diharapkan akan terjadi (Carin, 1992). Keterampilan memprediksi menurut Esler & Esler (1984) adalah keterampilan memperkirakan kejadian yang akan datang berdasarkan dari kejadian-kejadian yang terjadi sekarang, keterampilan menggunakan grafik untuk menyisipkan dan meramalkan terkaan-tekaan atau dugaan-dugaan.

Jadi dapatlah dikatakan bahwa memprediksi sebagai menyatakan dugaan beberapa kejadian mendatang atas dasar suatu kejadian yang telah diketahui. Perlu diperhatikan bahwa prediksi didasarkan pada observasi, pengukuran, dan informasi tentang hubungan-hubungan antara variabel yang diobservasi. Prediksi yang tidak didasarkan pada observasi hanya merupakan suatu *terkaan*, dan ini bukanlah yang diharapkan dalam kegiatan memprediksi pada keterampilan proses.

Pembelajaran-pembelajaran dengan metode inkuiri yang meminta siswa membuat dugaan-dugaan dan menguji dugaan-dugaan tersebut dengan eksperimen akan membantu mengembangkan keterampilan proses untuk memprediksi. Kegiatan lain untuk melatih kegiatan ini adalah memprediksi berapa lama (dalam menit atau detik) lilin yang menyala akan tetap menyala jika kemudian ditutup dengan toples (dalam berbagai ukuran) yang ditelungkupkan, memprediksi seberapa jauh (dalam meter, dm, dan cm) sebuah benda akan berhenti jika benda tersebut digelindingkan atau digerakkan dari berbagai ketinggian.

### **7. Keterampilan Mengenal Hubungan Ruang dan Waktu**

Keterampilan mengenal hubungan ruang dan waktu menurut Esler & Esler (1984) meliputi keterampilan menjelaskan posisi suatu benda terhadap benda lainnya atau terhadap waktu atau keterampilan mengubah bentuk dan posisi suatu benda setelah beberapa waktu. Sedangkan menurut Abruscato (1988) menggunakan hubungan ruang-waktu merupakan keterampilan proses yang berkaitan dengan penjelasan-penjelasan hubungan-hubungan tentang ruang dan waktu beserta perubahan waktu. Keterampilan ini penting karena semua benda menempati tempat dalam suatu ruang pada waktu tertentu.

Proses ini dapat dipecah ke dalam bermacam-macam kategori termasuk bentuk, arah, dan semua susunan yang berkaitan ruang-waktu, gerak dan kecepatan, kesimetrisan, dan kecepatan perubahan. Kegiatan untuk melatih keterampilan ini termasuk kegiatan manamakan dan mengidentifikasi gambar-gambar geometris dua dan tiga dimensi, mengenal bentuk-bentuk benda tiga dimensi dan



bayangannya, membuat pernyataan tentang simetri dari benda-benda. Selanjutnya untuk membantu mengembangkan pengertian siswa terhadap hubungan waktu-ruang, seorang guru dapat memberikan pelajaran tentang pengenalan dan persamaan bentuk-bentuk dua dimensi (seperti segi empat, segitiga, lingkaran) dan bentuk-bentuk tiga dimensi (seperti kubus, prisma, elips).

Seorang guru dapat menyuruh siswa menjelaskan posisinya terhadap sesuatu atau posisi orang lain atau posisi suatu benda. Seperti misalnya seorang siswa dapat menyatakan bahwa ia ada dalam baris ketiga bangku kedua dari kiri gurunya atau seorang siswa menyatakan bahwa sebuah lemari buku di dalam kelasnya terletak di bawah dan sekitar empat langkah ke kanan dari papan tulis. Seorang guru dapat menunjukkan kesimetrisan dari ruang (berdimensi tiga) dibagi oleh bidang datar. Untuk kategori yang berkaitan dengan waktu, siswa dapat diajarkan untuk menyebutkan waktu yang ditunjukkan oleh sebuah jam dan menjelaskan urutan-urutan waktu seperti siang atau malam. Contoh kegiatan lain dapat dengan meminta siswa untuk mencoba menggambar garis atau bidang melalui benda tertentu (yang belum diperagakan, seperti benda-benda berbentuk lingkaran, segiempat, segitiga, atau berbentuk bola) untuk memperlihatkan apakah bagian-bagian yang berlawanan identik. Haruslah diperhatikan bahwa salah satu aspek sifat simetris adalah pengulangan ukuran dan bentuk dari satu bagian benda pada arah yang berlawanan. Contoh lain, siswa disediakan cermin kecil dan sepotong buah apel atau jambu ketulak (jambu batu) yang dibelah membujur.

## **8. Mengenal Hubungan-hubungan Angka**

Keterampilan mengenal hubungan bilangan-bilangan menurut Esler & Esler (1984) meliputi kegiatan menemukan hubungan kuantitatif di antara data dan menggunakan garis bilangan untuk membuat operasi aritmatika. Carin (1992) mengemukakan bahwa menggunakan angka adalah mengaplikasikan aturan-aturan atau rumus-rumus matematika untuk menghitung jumlah atau menentukan hubungan dari pengukuran dasar. Abruscato (1988) menggunakan bilangan merupakan salah satu kemampuan dasar pada keterampilan proses. Kita memerlukan bilangan untuk menyatakan suatu ukuran, mengurutkan, dan mengklasifikasi benda-benda. Lamanya waktu pada kegiatan untuk menggunakan bilangan tergantung pada program matematika di sekolah. Perkembangan keterampilan siswa bertambah jika mereka bekerja pada proses ini yang mencakup mengidentifikasi pasangan dan bilangan, pengurutan, penghitungan, penambahan, perkalian, pembagian, penghitungan rata-rata, penggunaan desimal, dan penggunaan puluhan. Garis bilangan dapat digunakan sebagai suatu cara grafik untuk mengajarkan bilangan positif dan negatif.

Kegiatan yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan ini adalah menentukan nilai dengan mengukur suatu rangkaian silinder, menggunakan garis bilangan untuk operasi penambahan dan perkalian. Latihan-latihan yang mengharuskan siswa untuk mengurutkan dan membandingkan benda-benda atau data berdasarkan faktor numerik membantu untuk mengurutkan dan membandingkan benda-benda atau data berdasarkan faktor numerik membantu untuk mengembangkan keterampilan ini. Beberapa contoh pertanyaan yang membantu siswa agar mengerti tentang hubungan bilangan antara lain: “berapa lebih jauhnya benda A dibandingkan dengan benda B?” Berapa derajat

suhu tersebut turun dari  $100^{\circ}\text{C}$  ke  $200^{\circ}\text{C}$ . Contoh kegiatan lainnya, guru dapat mengajarkan perbandingan set (pasangan-pasangan) dengan menggunakan benda-benda asli, seperti batu. Atau mengajak siswa mencoba menghitung waktu rata-rata yang diperlukan 10 cc es (10 gram es) misalnya untuk mencair.

## **Tugas Rutin**

1. Sebutkan dan jelaskan jenis-jenis kegiatan praktik yang saudara ketahui!
2. Jelaskan pula peranan kegiatan praktik dalam pembelajaran IPA!
3. Mengapa kegiatan praktik dapat memotivasi siswa dalam belajar, jelaskan!
4. Sebutkan keterampilan proses apa saja yang diperoleh siswa setelah melakukan kegiatan praktik!
5. Jelaskan mengapa kegiatan praktik dapat meningkatkan kualitas belajar siswa!
6. Uraikan kaitan hakikat IPA dengan pembelajaran IPA!
7. Jelaskan alasan-alasan logis yang dikemukakan oleh para ahli tentang pentingnya keterampilan proses dalam pembelajaran IPA!
8. Menurut Esler terdapat 8 keterampilan proses dasar, sebutkan!
9. Jelaskan apa yang dimaksud keterampilan menginferensi!
10. Jelaskan perbedaan antara “prediksi” dengan “terkaan”!



**BAB IV**

**KETERKAITAN MATEMATIKA DALAM IPA**

## A. Pendahuluan

Sebelum kita memahami apa yang menjadi hubungan antara matematika dengan IPA, sebaiknya kita memahami apa itu matematika dan IPA. Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab sebelumnya, Matematika (dari bahasa Yunani: μαθηματικά-mathēmatiká) adalah studi besaran, struktur, ruang, dan perubahan. Menurut Sujono (1988), matematika diartikan sebagai cabang ilmu pengetahuan yang eksak dan terorganisasi secara sistematis. Selain itu, matematika merupakan ilmu pengetahuan tentang penalaran yang logis dan masalah yang berhubungan dengan bilangan. Bahkan beliau mendefinisikan matematika sebagai ilmu bantu dalam menginterpretasikan berbagai ide dan kesimpulan. Sementara Plato berpendapat, bahwa matematika adalah identik dengan filsafat untuk ahli pikir.

Objek matematika ada di dunia nyata, tetapi terpisah dari akal. Ia mengemukakan perbedaan aritmetika (teori bilangan) dengan logistik (teknik berhitung). Belajar aritmetika berpengaruh positif karena memaksa yang belajar untuk belajar bilangan-bilangan abstrak. Dengan demikian matematika ditingkatkan menjadi aktivitas mental abstrak pada objek-objek yang ada secara lahiriah, tetapi yang ada hanya mempunyai representasi yang bermakna. Plato dapat disebut sebagai seorang rasionalis. Sedangkan IPA diperoleh melalui kerja sama antara pengalaman empiris dan pemikiran teoritis rasional. Dari sudut pandang filsafat, IPA diperoleh melalui cara empirisme dan rasionalisme. Di dalam IPA kita menemukan banyak sekali besaran. Besaran ialah segala sesuatu yang dapat diukur atau yang dapat dihitung. Besaran-besaran itu selalu dapat dinyatakan dalam suatu kuantitas. Maka IPA tidak lepas dari persoalan mengukur dan menghitung.

## **B. Peranan Matematika dalam IPA**

Menurut sejarah, kemampuan manusia untuk dapat berhitung sama tuanya dengan kemampuan manusia untuk dapat menulis, yaitu sekitar 100 abad yang lalu. Pada awalnya manusia menggunakan kemampuan berhitungnya untuk mengetahui berapa jumlah barang-barang milik mereka. Misalnya untuk mengitung jumlah ternak yang mereka miliki, mereka mewakili sebuah batu untuk setiap ternak mereka masuk ke kandang. Misalnya untuk mengitung jumlah ternak yang mereka miliki, mereka mewakili sebuah batu untuk setiap ternak mereka masuk ke kandang. Dengan demikian mereka dapat mengetahui jumlah ternak mereka, yaitu sama dengan jumlah batu yang mereka dapat. Dengan memiliki kemampuan untuk berhitung ini mereka dapat mengetahui apakah ternak mereka masih utuh atau tidak. Begitu pula dalam hal-hal lain dalam kehidupan sehari-hari.

Dari keadaan tersebut dapat kita ketahui bahwa manusia tidak pernah lepas dari matematika, bahkan pada masa primitive sekalipun. Seiring dengan perkembangannya matematika selalu mendampingi ilmu-ilmu lain, tidak terkecuali ilmu pengetahuan alam. Matematika adalah ilmu pendukung IPA sebagai dasar perhitungan dan logika. Dalam perkembangannya IPA tidak pernah lepas dari matematika, bahkan IPA tidak akan bisa berkembang tanpa adanya matematika. Tanpa matematika manusia tidak dapat mengetahui jarak bumi ke bulan, manusia tidak dapat mengetahui jarak bumi ke matahari, dan berapa keliling bumi.

Berkat bantuan matematikalah Erathotenes (240 SM) dapat mengetahui berapa keliling dan diameter bumi. Pada tanggal 21 Juni di Syene (Mesir) pada tengah hari matahari berada tepat di atas kepala. Saat yang mana di kota Alexandria yang jauhnya 500 Mil tepat berada disebelah utara

Syene matahari jatuh dengan membentuk  $7,4^\circ$ . Ini dapat diukur melalui bayang-bayang sebuah tongkat. Dengan asumsi bahwa bumi ini bulat maka keliling bumi atau besarnya bumi dapat dihitung secara matematika. Dengan demikian Erathotenes dapat menghitung bahwa jari-jari bumi adalah sekitar 24.000 Mil dan diameter bumi sekitar 8.000 Mil.

Hipparchus (150 SM) dapat menghitung jarak bumi ke bulan. Perhitungannya diilhami oleh ajaran Aristoteles yang menyatakan bahwa bulan terletak di anatar bumi dan matahari, juga diilhami oleh gerhana bulan dimana bayang-bayang bumi pada bulan dipergunakan untuk memperkirakan besarnya bumi. Ia berkesimpulan bahwa jarak bumi ke bulan adalah sekitar 24.000 mil. Aristarchus secara matematika mencoba menghitung jarak bumi ke matahari. Namun karena kesalahan instrumen ia berkesimpulan bahwa jarak bumi ke matahari itu adalah 20 kali jarak bumi ke bulan, padahal jarak yang benar adalah 400 kali. Kesimpulan lain yang ia peroleh berdasarkan matematika adalah sinar matahari itu tentunya lebih besar dari bumi. Ia perkirakan sedikitnya tujuh kali lebih besar. Ia berpendapat tidak logis kalau matahari yang besar itu beredar mengelilingi bumi yang jauh lebih kecil. Mestinya sebaliknya bumilah yang mengelilingi matahari. Namun pendapatnya tak mendapat tanggapan oleh masyarakat, sampai pada zaman baru dimana Copernicus dengan bantuan teleskopnya serta perhitungan matematik mengumumkan prinsip heliosentrik.

Selain itu masih ada banyak sekali ahli-ahli matematika yang berjasa dalam IPA, beberapa diantaranya:

1. Pythagoras, ia mengadakan perhitungan pada benda-benda segi banyak.
2. Apollonius melakukan perhitungan terhadap benda-benda bergaris lengkung.



3. Kepler (1609) berjasa dalam perhitungan peredaran berbentuk elips dari planet-planet.
4. Huygnes (1695) dapat memecahkan teka-teki adanya cincin saturnus, perhitungan tentang kecepatan cahaya, yaitu 600.000 kali kecepatan suara (pada masa itu orang beranggapan bahwa cahaya tak membutuhkan waktu untuk memancar).
5. Galileo (1642) berjasa dalam menetapkan hukum lintasan peluru, gerak, dan percepatan.

Pada masa sekarang tentunya matematika pun akan semakin berguna di bidang-bidang lain. Pada zaman modern seperti saat ini, dalam pembuatan mesin-mesin, jembatan, bendungan, dan bahkan perjalanan ke luar angkasa pun tidak mungkin terlepas dari peranan matematika, termasuk ilmu pengetahuan alam yang akan selalu membutuhkan matematika di dalam perkembangannya.

Jadi, Matematika dalam Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) memiliki peran dan hubungan erat baik dalam hal bahasa maupun hitungan dan sebagainya. Matematika menjadi dasar perhitungan dan logika untuk mempelajari ilmu-ilmu lain. Sebagaimana yang telah kita dengar bahwa memang Ilmu Matematika adalah gudangnya ilmu dari semua bidang ilmu yang ada. Secara sederhana IPA adalah suatu kumpulan pengetahuan yang tersusun secara sistematis tentang gejala alam. Perkembangan IPA tidak hanya ditunjukkan oleh kumpulan fakta tetapi juga oleh timbulnya metode ilmiah dan sikap ilmiah.

Selain itu IPA juga tidak pernah terlepas dari matematika. IPA tidak akan bisa berkembang tanpa adanya matematika. Begitu juga matematika yang membutuhkan IPA dalam perkembangannya. Berulang kali pada abad kesembilan

belas dan kedua puluh muncul teori-teori yang lahir dari keterpaduan antara matematika dan IPA. Tanpa geometri yang didapat kanoleh C.F.B. Reimann pada tahun 1854, atau tanpa teori invarian yang dikembangkan oleh para matematikawan A. Cayley dan pengikut nyateori relativitas umum dan teori gravitasi Albert Einstein tidak dapat dinyatakan sebagaimana yang kita ketahui. Tanpa teori matematika tentang masalah harga batas yang bermula dengan J.C.F. Stern dan J. Lionville pada tahun 1830, mekanika gelombang dari atom yang dikembangkan sejak 1925 dan yang sangat jauh jangkauannya tidak akan tersusun.

Revolusi dalam fisika modern yang dimulai dengan karya W. Heisenberg dan P.A.M. Dirac dalam tahun 1925 dan akan dapat dimulakan tanpapenggunaan matriks-matriks yang didapatkan oleh Cayley dalam tahun 1858. Konsep invariant tentang hal-hal tetap tidak berubah dalam fluktuasi alam yang takhenti-hentinya, memasuki fisika modern. Konsep itu berasal dari karya yang murni matematika dari J.L. Lagrange pada abad ke delapan belas.

Hal-hal berikut merupakan beberapa contoh dari banyak kejadian-kejadian serupa. Dalam berpuluh-puluh harapan dan aplikasinya yang berhasil pada ilmu tidak ada pemikiran tentang apa yang mungkin dihasilkan oleh matematika murni. Dibimbing hanya oleh perasaan mereka akan simetri, kesederhanaan, gneralisasi dan keserasian benda-benda, para matemaikawan yang kreatif sekarang seperti halnya dengan pada masa yang silam sering diilhami oleh penggunaannya dalam ilmu pengetahuan alam dan teknologi. Masih banyak contoh peranan dari pada matematika. Matematika murni melayani terapanya, matematika terapan memberi imbalan berupa masalah-

masalah baru yang dapat menyibukkan yang murni dalam beberapa generasi.

Sebuah contoh dalam kehidupan modern terjadi sekitar tahun 1938. Perang dunia member tuntutan praktis pada matematika sehingga para matematikawan harus bekerja keras untuk member jawaban apa yang sangat dibutuhkan. Matematika tahun 1938 tidak selalu memadai untuk menyelesaikan masalah-masalah yang timbul selama tujuh tahun berikutnya. Penyelesaian-penyelesaian eksak untuk masalah-masalah yang kritis tidak mungkin bisa didapatkan dalam masa darurat. Oleh karena itu diperlukan pendekatan yang akurat untuk menghasilkan penyelesaian-penyelesaian yang berguna. Selanjutnya metode ini berbalik kepada matematika murni dalam bentuk masalah-masalah yang sebelumnya tidak menarik matematikawan.

Pendorong matematika adalah masalah. Masalah yang baik membuka pandangan yang baru. Semua masalah yang baik adalah sukar, tetapi masalah yang sukar belum tentu baik. Beberapa masalah matematika yang paling baik merupakan masalah yang paling sederhana. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa IPA memiliki peranan sebagai pemberi masalah pada matematika yang dapat membuat matematika terus berkembang, karena pendorong matematika adalah masalah dan IPA merupakan salah satu sumber masalah yang paling baik bagi matematika.

### **C. Data Kualitatif dan Kuantitatif**

Walau pun hampir tidak terhitung banyaknya gejala yang dapat diukur dalam sebuah penelitian, pada umumnya hasil pengukuran itu dapat dibedakan ke dalam satu di antara dua kelompok data, yaitu *data kuantitatif* dan *data kualitatif*. Data kuantitatif adalah hasil pengamatan yang diukur dalam

skala numerik (bilangan), misalnya rerata penjualan surat kabar setiap hari, persentase penganggur dalam sebuah kota, tingkat bunga deposito di bank, banyaknya kerusakan produksi barang tertentu setiap hari, dan banyaknya kwh (*kilo watt hour*) listrik terpakai setiap hari. Contoh lain dapat dilihat pada penjelasan tentang skala interval dan rasio. Selanjutnya, semua data yang bukan kuantitatif disebut *data kualitatif*. Jadi, data kualitatif adalah hasil pengamatan yang berbentuk kategori dan bukan bilangan. Dalam hal ini, setiap pengukuran sebuah data jatuh ke dalam satu dan hanya satu dari dua kategori atau kelompok data tersebut.

Beberapa contoh pengelompokan diberikan sebagai berikut.

1. Partai politik dari orang-orang eksekutif dalam sebuah perusahaan. Setiap eksekutif hanya mempunyai satu partai politik.
2. Jenis bahan bakar yang terakhir dibeli oleh seorang pengendara mobil pada hari itu di satu pompa bensin. Lagi, setiap pencatatan hanya jatuh dalam satu dan hanya satu kategori, misalnya, bensin, solar, atau jenis bahan bakar lainnya.
3. Daerah yang mempunyai hasil penjualan beras terbesar dalam tahun tertentu. Setiap daerah hanya bisa masuk ke dalam satu dari dua kelompok penjual beras terbesar atau kelompok bukan penjual beras terbesar.

Perhatikan bahwa semua contoh di atas memberikan data yang bukan bilangan, melainkan pengukuran kualitatif. Perbedaan intensitas dari sebuah peubah kualitatif disebut *level*, dan ini bukan bilangan. Level itu dapat digambarkan sebagai berikut.

1. Cara membungkus paket hadiah lebaran yang terdiri dari tiga jenis, yaitu A, B, dan C. Jadi peubah cara membungkus paket hadiah lebaran mempunyai tiga level.
2. Jenis kelamin adalah peubah kualitatif yang mempunyai dua level, karena hanya dapat dijelaskan dengan atribut *perempuan* dan *lelaki*.
3. Andaikan kita mengamati urutan (*ranking*) karyawan pada tiga level; *pengawas*, *pembantu pimpinan*, dan *pimpinan*. Karena kita tidak dapat memberikan sebuah ukuran realistis tentang pentingnya setiap posisi, urutan menjadi peubah kualitatif, walaupun skala pengukurannya ordinal.

Kalau kita merujuk kembali kepada skala pengukuran, data kualitatif terdiri dari skala nominal dan skala ordinal. Perlu ditekankan bahwa peubah kualitatif dan kuantitatif memiliki sifat dan diperlakukan berbeda dalam analisis regresi. Karena itu, interpretasi hasil keduanya menggunakan logika yang berbeda pula. Pembahasan berikut menyangkut wawasan umum tentang analisis regresi.

Pada uraian terdahulu telah diterangkan bahwa penemuan-penemuan yang didapat oleh Copernicus sampai Galileo pada awal abad 17 merupakan perintis ilmu pengetahuan. Artinya ialah bahwa penemuan-penemuan itu berdasarkan empirik dengan metode induksi yang objektif dan bukan atas dasar deduksi filosofik seperti zaman Yunani atau berdasar mitos seperti zaman Babylonia. Penemuan-penemuan itu misalnya saja bahwa di bulan terdapat gunung-gunung, Jupiter mempunyai empat buah bulan, di matahari terdapat bercak hitam yang dapat digunakan untuk mengukur percepatan rotasi matahari dan sebagainya. Penemuan-

penemuan seperti ini kita sebut sebagai ilmu pengetahuan alam yang sifatnya kualitatif. IPA yang kualitatif ini tidak dapat menjawab pertanyaan yang sifatnya kausal atau hubungan.

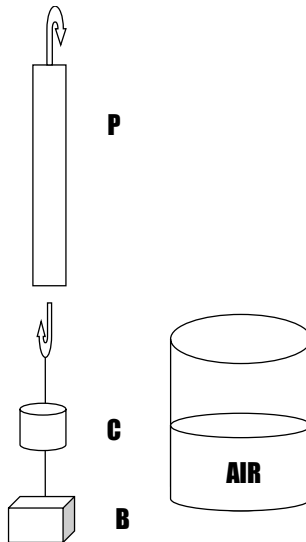
Mengukur dan menghitung suatu besaran berhubungan dengan harga atau besarnya besaran itu. Besaran yang hanya mempunyai harga saja disebut *besaran skalar*. Misalnya massa sepotong logam, jumlah mol suatu gas di dalam suatu botol tertutup, luas sebuah bidang. Ada lagi suatu besaran yang tidak hanya mempunyai harga tetapi juga mempunyai arah disebut *besaran vektor*, misalnya kecepatan, gaya, percepatan dan lain-lain. Itulah sebabnya matematika memegang peranan yang sangat penting dalam IPA terutama fisika. Hasil eksperimen yang mencari hubungan antara dua besaran dapat dirumuskan dalam bentuk matematik. Sebaliknya pembahasan suatu gejala alamiah secara teoritis matematik dapat menjelaskan fakta ilmiah. Di bawah ini diberikan beberapa contoh bagaimana eratnya hubungan antara IPA dan matematika.

### **1. Hukum Archimedes**

Archimedes seorang ahli matematik dan fisika Yunani yang hidup 287-212 SM. Ia menemukan perlakuan zat cair terhadap berat benda padat yang tercakup di dalamnya. Bahwa berat suatu benda padat yang tercelup di dalamnya berkurang sebesar zat cair yang dipindahkannya. Makin besar volume zat cair yang dipindahkan oleh suatu zat padat, makin besar pula gaya yang mengurangi beratnya dan gaya ini disebut gaya Archimedes. Perumusan seperti ini disebut perumusan secara kuantitatif sebab belum dapat diukur dan dihitung, hanya menyatakan bertambah, atau berkurang, naik atau turun atau sebagainya.

Salah satu hukum dalam ilmu ekonomi yang dirumuskan secara kualitatif dan sukar dinyatakan secara kumulatif adalah hukum penawaran dan permintaan. Setiap lebaran harga daging selalu naik sebab harga daging terbatas sedangkan pembelinya banyak. Umpamanya pada suatu hari harga daging Rp 8.000, tiap kg. Suatu ketika pembelinya menjad dua kali lipat dan suatu ketika lagi tiga kali lipat. Sukar sekali mencari kepastian harga, apakah harga daging menjadi Rp 12.000,- atau Rp 15.000,- tiap kg apabila pembelinya menjadi dua kali lipat dan tiga kali lipat. Hubungan antara persediaan barang dengan harga dan permintaan hanya dapat dinyatakan secara kualitatif, naik atau turun, bertambah atau berkurang.

Sediakan sebuah neraca pegas, cawan, beban yang volumenya tepat sama dengan volume cawan, sehelai benang dan sebuah ember berisi air.



Gambar 1. Percobaan Hukum Archimedes

Cawan C, beban B pada neraca pegas P, berat cawan beban misalnya dicatat 120g. Sekarang cawan C diisi tepat penuh dengan air dan berat cawan berisi air dan beban dicatat lagi misalnya 150g. Maka berat air yang mengisi cawan  $150g - 120g = 30g$ .

Kemudian beban dicelupkan seluruhnya ke dalam air. Catatlah berat cawan berisi air dan berat g. Berat cawan berisi air dan berat beban di udara yang tadinya 159 g ketika beban dicelupkan ke dalam air berkurang sebesar 30 g sebesar berat air yang mengisi penuh cawan. Oleh karena isi cawan sama dengan isi beban maka berat air yang mengisi penuh cawan sama dengan berat air yang dipindahkan oleh beban. Kalau volume benda  $V$  dan massa jenis zat zair  $\rho$  maka air yang dipindahkan oleh beban adalah  $\rho V$  dan gaya Archimedes besarnya.

$$F = \rho V g$$

## **2. Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku**

Air murni tanpa suatu zat yang larut di dalamnya, mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan membeku pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  bila tekanan di atas air itu 76 cm/Hg. Apabila suatu zat dilarutkan ke dalam air misalnya gula atau garam, maka larutan tidak akan mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  dan tidak akan membeku pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$ . Terjadi kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Berapa kenaikan titik didih dan penurunan titik beku bergantung pada jenis zat yang larut, dan jumlah massanya. Makin banyak jumlah zat yang larut, makin besar kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Hubungan ini dinyatakan dalam rumus matematik sebagai berikut:



$$\Delta T_d = K_d \times \frac{1000}{P} \times \frac{gr}{Mr}$$

$$\Delta T_b = K_b \times \frac{1000}{P} \times \frac{gr}{Mr}$$

Penjelasan arti huruf dalam rumus itu adalah:

$\Delta T_d$  = *penaikan titik didih*

$\Delta T_b$  = *penurunan titik beku*

$K_b$  = *tetapan titik beku molal suatu zat yang larut*

$P$  = *jumlah massa suatu zat*

$g$  = *jumlah massa zat yang larut*

Suatu zat yang larut mempunyai tekanan yang disebut tekanan osmotik. Besarnya tekanan osmotik dinyatakan dengan hubungan:

$\pi = C, R, T$  dengan

$\pi$  = *tekanan osmotik*

$C$  = *konsentrasi larutan*

$R$  = *konstanta Ridberg*

$T$  = *suhu (Kelvin)*

IPA selalu berhubungan dengan menghitung atau mengukur, sebab itu IPA dan Matematika mempunyai hubungan yang sangat erat. Suatu prinsip atau hukum IPA adakalanya dimulai dari eksperimen, baru kemudian disusun dalam rumus matematik tetapi adakalanya juga prinsip atau hukum IPA itu dimulai dari perumusan teoritis matematik dengan kemampuan daya nalar pikir manusia, sesudah itu dibuktikan dengan eksperimen.

IPA lebih cepat berkembang dibandingkan dengan ilmu pengetahuan yang lainnya sebab:

1. Objek IPA adalah benda, benda hidup atau benda mati yang mudah dikontrol, diukur dan diamati.
2. Prinsip atau hukum IPA biasanya selalu dapat dinyatakan dalam rumus kuantitatif matematik.
3. Penemuan IPA lebih cepat dimanfaatkan menjadi teknologi, mulai dari teknologi sederhana sampai teknologi canggih.

## Tugas Rutin

1. Jelaskan defenisi data kualitatif dan berikan contohnya dalam ilmu kimia!
2. Sebutkan beberapa tokoh yang menunjukkan peranan matematika dalam IPA!
3. Coba saudara jelaskan teori Aristarchus yang menunjukkan kaitan matematika dengan IPA!
4. Dari sudut pandang filsafat, IPA diperoleh melalui cara empirisme dan rasionalisme, jelaskan!
5. Jelaskan bagaimana keterkaitan matematika dalam IPA .
6. Bedakan antara kecepatan, gaya dan percepatan serta berikan contohnya.
7. Jelaskan bunyi hukum Archimedes!
8. Uraikan penyebab mengapa IPA lebih cepat berkembang dibanding ilmu pengetahuan lainnya!



**BAB V**

**KETERKAITAN IPA DALAM TEKNOLOGI  
DAN KEHIDUPAN MANUSIA**

## **A. Pendahuluan**

Manusia (*Homo sapiens*) diciptakan oleh Tuhan YME menjadi makhluk yang paling sempurna, karena dapat menggunakan otaknya untuk perubahan hidupnya dari waktu ke waktu. Ilmu pengetahuan dan teknologi sangat erat hubungannya, bisa dikatakan teknologi adalah terapan dari ilmu pengetahuan untuk memenuhi suatu kebutuhan. Ilmuwan mencari landasan hukum alam, insinyur yang menerjemahkan ilmu pengetahuan menjadi bentuk yang berguna (desain), teknisi yang menerapkan desain, membentuk bahan dan alat yang ditentukan dalam desain.

Teknologi adalah keseluruhan sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Hasil teknologi bagi kehidupan manusia dapat berupa (1) kemudahan hidup, seperti alat komunikasi, alat transportasi, alat informasi atau alat hitung seperti komputer, pemanfaatan energi sinar matahari untuk listrik atau pemanas, dan lain-lain; dan (2) pemerataan kenikmatan, seperti media elektronik, media percetakan, dan lain-lain.

Dengan memperhatikan masalah lingkungan dan masalah yang dihadapi bangsa Indonesia pada masa depan, ada tiga teknologi yang perlu dikembangkan antara lain (i) teknologi maju, yaitu teknologi yang memiliki tingkat kerumitan dan kecanggihannya lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi biasa, seperti pengembangan energi alternatif; (ii) teknologi adaptif, yaitu teknologi yang dapat menyesuaikan kebutuhan manusia, seperti masalah pangan, papan dan sandang; dan (iii) teknologi protektif, yaitu teknologi yang mampu melindungi manusia, seperti masalah lingkungan dan konservasi.

## **B. Keterkaitan IPA dengan Teknologi**

Hubungan IPA dengan teknologi boleh dikatakan hubungan langsung dan bisa juga tidak langsung. Hubungan langsung seperti: Dengan berkembangnya pengetahuan tentang inti atom yang dapat menghasilkan sumber energi yang kemudian dilanjutkan penggunaannya untuk listrik yang dikenal sebagai pusat listrik tenaga nuklir (PLTN). Dengan ditemukannya gelombang elektron, penemuan ini dikembangkan dalam pembuatan mikroskop elektron yang mempunyai daya pembesaran 20.000-30.000 kali, sehingga virus dan unsur kimia yang mikro dapat dilihat. Berkembangnya biologi dan ilmu kimia dapat memanfaatkan organisme dalam industri, seperti industri minuman yoghurt, bir, tempe, anggur, sumber energi dari limbah (biogas). Sedangkan hubungan tidak langsung seperti: teknologi arsitektur piramid di Mesir, teknologi arsitektur Candi Borobudur di Indonesia, tembok raksasa di Cina, Taj Mahal di India, dan Menara Eiffel di Prancis.

IPA mempunyai peranan penting dalam perkembangan teknologi. Dalam berbagai masalah, pada teknologi terdapat unsur yang tidak dijumpai dalam IPA, yaitu masalah pengambilan keputusan atau pembuatan suatu desain. Persyaratan pengambilan suatu keputusan mengandung unsur-unsur sebagai berikut:

1. Model: rencana, representasi, atau deskripsi yang menjelaskan suatu objek, sistem, atau konsep, yang seringkali berupa penyederhanaan atau idealisasi. Ada tiga hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan model: (a) *realisme*, yaitu model tersebut bila dinyatakan dalam kalimat, harus sesuai dengan konsep yang diwakilinya; (b) *general*, yaitu dapat digunakan dalam situasi berbeda; dan (c) *kemampuan*, yaitu mampu meramal perubahan yang terjadi.

2. Kriteria: ukuran yang menjadi dasar penilaian atau penetapan sesuatu.
3. Kendala: faktor atau keadaan yang membatasi, menghalangi, atau mencegah pencapaian sasaran yang harus diperhitungkan dalam mengambil keputusan.
4. Optimasi: suatu proses untuk mencapai hasil yang ideal atau terbaik.

Dalam keadaan krisis berkepanjangan, maka kita harus pandai memilih teknologi apa yang sesuai untuk kepentingan masyarakat. Teknologi yang dapat menjangkau sampai ke rakyat pedesaan dikenal dengan teknologi tepat guna (TTG). TTG adalah cara untuk memecahkan masalah pokok yang mendesak dan menciptakan lapangan kerja dengan keterampilan serta pengambilan bahan dari lingkungan sekitarnya. TTG juga dapat diartikan sebagai sebuah teknologi yang ditemukan atau diciptakan dengan tujuan untuk semakin meningkatkan atau membuat pekerjaan manusia semakin lancar. Ciri-ciri TTG adalah efisiensi dan epektifitas tinggi. Efisiensi tinggi berarti harus selalu dikaitkan dengan kemampuan teknologi, sedangkan epektifitas tinggi berarti harus terjangkau oleh masyarakat pedesaan yang belum terjangkau oleh teknologi maju. Beberapa pertimbangan yang perlu diambil dalam TTG antara lain: (i) bentuk teknologi yang digunakan diputuskan oleh masyarakat pemakainya sendiri; (ii) perlu pertimbangan adat, kebiasaan, agama, tradisi, dan sosial budaya setempat; (iii) terjamin kelengkapan, perawatan dan penyediaan suku cadang mesin yang digunakan; (iv) keselamatan kerja; dan (v) keadaan lingkungan masyarakat.

### **C. Iptek dan Perkembangannya**

Menurut Adolf Portman, secara biologis manusia dipandang sebagai *premature*, karena manusia tidak memiliki daya penyesuaian terhadap lingkungan secara alami. Pada saat manusia baru lahir, tanpa perlindungan orang tua atau lingkungannya, manusia tidak dapat bertahan hidup. Tetapi kekurangan ini diganti dengan kemampuan manusia untuk menciptakan suatu lingkungan tiruan yang bentuknya beraneka ragam. Dalam hal ini, manusia dibekali teknik untuk membuat lingkungan menjadi cocok dengan dirinya, sehingga muncul kebudayaan manusia sebagai hasil abstraksi manusia terhadap lingkungan dan permasalahannya. Makin tinggi tingkat kemampuan berabstraksi, makin tinggi pula kebudayaan orang atau bangsa tersebut.

Ada tiga bidang teknologi yang sangat cepat berkembang yaitu (i) mikroelektronika; (ii) teknologi bahan; dan (iii) bioteknologi. Ketiga teknologi tersebut mempunyai pengaruh yang dominan dalam kehidupan.

#### **1. Mikroelektronika**

Fisika zat padat telah menyebabkan perubahan drastis dalam bidang elektronika. Rangkaian tabung diganti dengan rangkaian transistor. Pada tahun 1990 an, satu chip yang berukuran  $12 \times 12 \text{ mm}^2$  dapat memuat ratusan ribu komponen distrit. Chip tersebut dapat menyimpan 1 *megabit* (1 *megabit* setara 1 juta digit biner) RAM (*random acces memory*) yang equivalen dengan 125.000 huruf atau 50-60 tulisan cetak. Kemampuan simpan tersebut terus meningkat menjadi kira-kira dua kali lipat setiap tahun.

#### **2. Teknologi bahan**



Bahan yang kuat dan tahan panas, bahan campuran antara serat karbon, plastik, logam dan keramik. Contoh lain adalah super konduktor penghantar listrik tanpa menyebabkan panas. Superkonduktor adalah bahan penghantar listrik tanpa rugi yang disebabkan panas. Secara konduktivitas, maksimumnya dapat dicapai pada suhu  $-273^{\circ}\text{C}$ .

### **3. *Bioteknologi***

Bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Ruang lingkup bioteknologi mencakup rekayasa fermentasi, rekayasa enzim, kultur jaringan, dan rekayasa genetika. Fermentasi merupakan proses produksi suatu bahan melalui reaksi kimia dengan bantuan jasad renik. Rekayasa enzim, enzim berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat reaksi kimia dalam menyamakan kulit dan industri logam. Sedangkan rekayasa genetika diartikan sebagai teknik-teknik yang memungkinkan materi genetika suatu organisme hidup dimodifikasi, sehingga bisa terbentuk sifat baru. Gen adalah partikel kecil yang terkandung dalam kromosom, dan menentukan karakteristik setiap makhluk hidup yang divariasikan dari tetuanya. Rekayasa genetika memungkinkan untuk menciptakan kombinasi-kombinasi baru dari material genetik.

## **D. *Fase-fase Proses Teknik***

### **1. *Fase Teknik Destruktif***

Pada fase ini, untuk memecahkan segala permasalahan dan kebutuhannya, manusia langsung mengambil dari alam dan tidak ada usaha untuk mengembalikannya ke alam.

## **2. Fase Teknik Konstruktif**

Masyarakat pada fase ini telah mampu melakukan penciptaan, sehingga menghasilkan kebudayaan baru yang sebelumnya tidak terdapat di alam. Dengan penciptaan baru ini, sedikit manusia telah menciptakan lingkungan baru yang selalu bermodalkan alam sekitar sehingga merupakan “*the second nature*” atau “alam kedua”.

## **3. Fase Modren**

Fase ini merupakan puncak perkembangan teknik yang telah dicapai manusia. Teknik modren ini bertitik tolak dari analisa matematis alam, sehingga manusia mampu membangun suatu peradaban baru, yaitu peradaban mesin. Ciri peradaban mesin diantaranya adalah kesatuan bahasa internasional sebagai pengantar dan diciptakannya bahasa simbol yang satu, seragam, dan internasional yaitu bahasa “matemetika”.

## **E. Tingkatan Teknologi Berdasarkan Penerapannya**

### **1. Teknologi Tinggi (Hi-Tech)**

Suatau jenis teknologi mutakhir yang dikembangkan dari hasil penerapan ilmu pengetahuan. Contoh: komputer, laser, bioteknologi, satelit komunikasi, dan sebagainya. Ciri-ciri teknologi tinggi ini adalah padat modal, didukung rasilitas riset dan pengembangan, biaya perawatan tinggi, keterampilan operatornya tinggi, dan masyarakat penggunaannya ilmiah.

### **2. Teknologi madya**

Suatu jenis teknologi yang dapat dikembangkan dan didukung masyarakat yang lebih sederhana dan dapat digunakan dengan biaya dan kegunaan yang paling

menguntungkan. Ciri teknologi Madya ialah tidak memerlukan modal yang terlalu besar dan tidak memerlukan pengetahuan baru, karena telah bersifat rutin. Penerapan teknologi madya ini bersifat setengah padat modal dan padat karya. Unsur-unsur yang mendukung industrinya biasanya dapat diperoleh di dalam negeri dan keterampilan pekerjanya tidak terlalu tinggi.

### **3. *Teknologi Tepat Guna***

Pada umumnya sebagai teknologi madya dengan tingkatan yang lebih sederhana. Teknologi ini dicirikan dengan skala modal kecil, peralatan yang digunakan sederhana, dan pelaksanaannya bersifat padat karya. Biasanya dilakukan di negara-negara berkembang, karena dapat membantu perekonomian di pedesaan, mengurangi urbanisasi dan menciptakan tradisi teknologi dari tingkat paling sederhana. Teknologi tepat guna ini sering disebut juga teknologi pedesaan (*rural technology*) atau teknologi pribumi (*indigeneus technology*).

## **F. Dampak IPA dan Teknologi Terhadap Kehidupan Manusia**

Kemajuan IPA dan teknologi telah menghasilkan beberapa hal yang baik terhadap peningkatan taraf hidup manusia. Namun demikian, usaha pengembangan dari aplikasi teknologi tersebut juga menimbulkan persoalan baru yang cukup serius bagi manusia.

### **1. *Penemuan Kebutuhan Primer***

Kebutuhan Primer adalah kebutuhan yang tidak dapat ditawar dan wajib dipenuhi.

#### **a. Dalam Bidang Sandang**

Manusia sebagai makhluk susila memerlukan pakaian. Mula-mula pakaian yang dikenakan hanya untuk menutupi auratnya saja, kemudian pakaian juga berfungsi untuk melindungi diri dari sengatan panas dan udara dingin. Sekarang pakaian mempunyai fungsi yang lebih luas lagi, yakni untuk kenyamanan dengan menciptakan jenis pakaian yang sesuai dengan kebutuhan, misalnya pakaian tidur, pakaian olahraga, pakaian kerja dan sebagainya, bahkan sekarang orang beranggapan bahwa dapat menunjukkan status sosial pemakainya.

Dampak positif IPA dan teknologi terhadap pemenuhan sandang manusia, antara lain: diciptakannya serat sintetik yang lebih baik kualitasnya dibandingkan dengan kapas dan harganya tidak lebih mahal. Dampak negatifnya antara lain: adanya sisa serat sintetik yang tidak bisa diuraikan sehingga menimbulkan polusi.

#### b. Dalam Bidang Pangan

Pangan merupakan kebutuhan pokok manusia untuk dapat bertahan hidup. Kebutuhan pangan ini terus meningkat baik kualitas maupun kuantitasnya, sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Usaha untuk memenuhi kebutuhan pangan biasanya dilakukan dengan cara *ekstensifikasi* yaitu dengan memperluas lahan pertanian, dan *intensifikasi* yaitu dengan meningkatkan mutu melalui pemilihan bibit unggul, cara penggarapan yang lebih baik, pemeliharaan tanaman yang lebih teliti dan pengolahan pasca panen yang lebih sempurna.

Dengan memanfaatkan IPA dan teknologi yang makin berkembang, manusia dapat menciptakan bibit unggul dengan teknik radiasi, rekayasa genetika, dan sebagainya. Penggunaan hormon tumbuhan yang mampu memacu

tumbuhnya daun, bunga atau buah lebih lebat atau lebih cepat. Penggunaan mekanisasi pertanian juga membantu manusia dalam mengolah lahan dan memungut hasil panen dengan lebih cepat. Disamping keuntungan yang diperoleh akibat penggunaan teknologi untuk pengolahan lahan pertanian, ada pula dampak negatif yang perlu diwaspadai, yaitu penggunaan racun pemberantas hama tanaman. Racun pembasmi hama ini ternyata dapat pula membunuh hewan ternak, meracuni hasil panen dan akhirnya meracuni manusia itu sendiri.

c. Dalam Bidang Papan

Dalam masa yang masih tradisional, pembuatan rumah sangat tergantung pada bahan-bahan yang ada di sekitarnya. Misalnya di daerah pegunungan, atap dibuat dari ijuk, di daerah pantai dari daun rumbia, di daerah yang kaya akan kayu seperti di Kalimantan, orang membuat atap dari pirap, di Toraja memakai bambu, sedangkan di Nusa Tenggara menggunakan ilalang.

Sejalan dengan makin meningkatnya kebutuhan manusia akan tempat tinggal, terutama di kota-kota besar, dimana lahan untuk pembangunan rumah semakin sempit, maka manusia berusaha membuat rumah bertingkat dan menggunakan bahan-bahan bangunan yang makin ditingkatkan kualitasnya. Fungsi rumah juga tidak lagi hanya sekedar untuk bertahan diri dari cuaca yang tidak menguntungkan dan berlindung dari serangan hewan buas, tetapi sudah merupakan tempat tinggal yang memenuhi rasa kenyamanan dan keindahan. Dampak negatifnya berupa terjadinya penebangan hutan yang tidak terkendali yang dapat mengakibatkan tanah longsor dan banjir, juga terjadinya efek rumah kaca akibat pemanasan global.

## **2. Pemenuhan Kebutuhan Sekunder**

Kebutuhan sekunder adalah kebutuhan yang pemenuhannya setelah kebutuhan primer terpenuhi. Kebutuhan sekunder manusia timbul setelah kebutuhan primernya terpenuhi, terutama berupa kebutuhan akibat manusia makin memerlukan hubungan dengan manusia lain.

## **3. Kebutuhan akan Pendidikan**

Kebutuhan manusia terhadap pendidikan merupakan kebutuhan asasi dalam rangka mempersiapkan setiap insan sampai pada suatu tingkat di mana mereka mampu menunjukkan kemandirian yang bertanggung jawab, baik terhadap dirinya maupun terhadap lingkungannya. Dalam konteks ini, pendidikan melatih manusia untuk memiliki tingkat penyesuaian diri yang baik dalam berinteraksi dengan lingkungan (baik dengan sesama manusia maupun dengan lingkungan alam). Pendidikan dapat diartikan sebagai suatu proses penyesuaian diri secara timbal balik dari seseorang dengan manusia lainnya dan dengan lingkungannya.

Anak manusia lahir dengan bermacam-macam potensi. Agar potensi sebagai modal dasar dapat berkembang maka perlu bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari orang-orang yang bertanggungjawab. Pendidikan bertujuan membantu mengembangkan potensi kearah yang lebih baik. Pendidikan tidak hanya berarti penyampaian pengetahuan tetapi merekomendasikan nilai-nilai. Contoh lainnya adalah kebutuhan manusia akan pariwisata dan rekreasi.

## **4. Pemenuhan Kebutuhan Tersier**

Kebutuhan tersier adalah kebutuhan yang dipenuhi setelah kebutuhan primer dan sekunder terpenuhi.

### **a. Bidang Industri**

Teknologi merupakan cara yang harus dilakukan manusia dalam usaha untuk memenuhi kebutuhannya yang makin meningkat baik kualitas maupun kuantitasnya. Secara positif, industri memang memberikan kegunaan besar pada manusia, tetapi dampak negatifnya berupa limbah industri yang dapat menimbulkan gangguan bagi penduduk yang bertempat tinggal di sekitar kawasan industri. Juga berdampak bagi kehidupan sosial.

b. Bidang Transportasi

Penemuan roda memegang peranan penting dalam transportasi, karena dengan roda yang bentuknya bundar dapat diperoleh gerakan yang mudah, kemudian lebih dipermudah lagi dengan digunakannya binatang ternak, sehingga beban manusia makin ringan. Setelah ditemukannya mesin yang dapat menggerakkan roda, maka transportasi bukan hanya telah lebih ringan, tetapi juga lebih cepat. Bersamaan dengan kemajuan dibidang transportasi ini muncul pula dampak-dampak negatif, seperti tercemarnya udara oleh banyaknya kendaraan bermotor, tercemarnya lautan, dan tercemarnya udara oleh sisa pembakaran pesawat udara yang jumlahnya setiap hari terus bertambah.

c. Bidang Komunikasi

Sebagai makhluk sosial manusia perlu berkomunikasi dengan sesamanya. Cara yang paling sederhana ialah dengan bertatap muka secara langsung, tetapi bila jaraknya jauh tentu diperlukan alat komunikasi. Kemajuan di bidang komunikasi ini dimulai dengan ditemukannya telegraph yang masih menggunakan kawat oleh Samuel Morse (1832), kemudian disempurnakan oleh Marconi tanpa menggunakan kawat (1895). Pada tahun 1872, Alexander Abraham Bell

menemukan pesawat telepon, mula-mula masih menggunakan kawat, kemudian digantikan dengan gelombang radio. Untuk keperluan kantor, sekarang orang dapat menggunakan telex (*teleprintex exchange*). Dengan ditemukannya satelit komunikasi, kebutuhan manusia semakin terpenuhi untuk mengadakan hubungan secara lebih cepat, mudah dan murah.

Salah satu akibat positif dengan majunya komunikasi adalah terjadinya deurbanisasi, karena manusia walaupun tinggal di pedesaan, namun tidak lagi merasakan ketinggalan bila dibandingkan dengan tinggal di kota. Dapat pula dikatakan dengan lajunya komunikasi dan teknologi lainnya, desa-desa menjadi kota dalam pengertian bukan geografis, tetapi teknis sosial, sehingga perbedaan antara desa dan kota makin lama makin kecil.

#### d. Bidang Kesehatan

Kebutuhan akan kesehatan makin dirasakan oleh manusia, sehingga usaha untuk memerangi penyakit yang menjadi sumber malapetaka makin giat dilakukan. Dengan biologi sebagai ilmu dapat diketahui struktur tubuh, organ-organ, dan cara bekerjanya organ untuk menunjang kehidupan manusia. Dari biologi, berkembang ilmu terapan yang secara praktis berguna bagi kesejahteraan manusia.

Sementara itu manusia di bumi yang jumlahnya di kota-kota besar semakin banyak, mulai timbul penyakit baru yang sifatnya psikis, antara lain kekalutan mental yang dapat berkembang menjadi frustrasi. Kehidupan kita yang keras, tidak mengenal toleransi, sedangkan manusia sendiri makin serakah dan individual, maka gangguan kesehatan yang dikenal dengan stress makin berkembang dalam masyarakat.



## **5. Ekonomi, Sosial dan Budaya**

### **a. Ekonomi**

Masalah kebutuhan primer, sekunder, tertier maupun masalah sumber daya alam, sebenarnya secara tidak langsung sudah mengemukakan masalah ekonomi. Sebab sebagai *Homo economicus*, dalam segala tindakannya, manusia selalu memperhitungkan untung rugi atau dalam bahasa teknik disebut sebagai dampak positif dan negatif.

Ekonomi adalah kebutuhan manusia, maka siapa yang dapat menguasai perekonomian dialah yang memegang kekuasaan. Pada saat mata pencaharian utama manusia masih menyangkut soal tanah, kaum feodal yang memegang kekuasaan. Sedangkan ketika industri memegang peranan penting dalam ekonomi maka kaum kapitalislah yang memegang peranan utama dalam penyediaan segala kebutuhan manusia. Sekarang ini kaum kapitalis industrialis telah banyak mengembangkan usahanya hingga melampaui batas negara yang disebut *Multi National Corporation*. Kadang-kadang perusahaan multi nasional ini di negara-negara berkembang ikut serta dalam menentukan politik pemerintahan. Perusahaan besar semacam itu tidak mungkin berkembang tanpa dukungan teknologi tinggi serta modal besar.

Walaupun sebagian penduduk dunia masih hidup dibawah garis kemiskinan namun sebagian besar sudah dapat merasakan manfaat teknologi modren, karena kebutuhan hidupnya dapat dengan mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah. Cara pembayaran pun dapat dilakukan dengan tunai dan kredit.

### **b. Sosial**

Dengan berkembangnya industri dan kegiatan ekonomi, maka memungkinkan orang hidup dalam lapangan pekerjaan tersebut dapat dilihat dari angka-angka yang menunjukkan, bahwa pekerja di pabrik atau perusahaan terus meningkat, sedangkan yang bekerja di sektor pertanian makin menurun. Nilai sosial juga berubah. Pada masa lalu orang merasa bahwa menjadi pegawai negeri dinilai lebih tinggi status sosialnya dibandingkan dengan para pedagang atau pengusaha. Sekarang menjadi pengusaha atau karyawan pabrik, dianggap sebagai tenaga profesional yang mempunyai nilai status yang tinggi. Makin berkembangnya teknologi menyebabkan industri yang memproduksi barang secara massal juga makin meningkat. Tetapi sering kali juga dimanfaatkan untuk kepentingan yang negatif, seperti peniruan atau pemalsuan merek dagang, dan sebagainya.

c. Budaya

Budaya dapat berwujud tiga hal, yaitu ide atau gagasan, tingkah laku atau tindakan, dan benda atau barang yang dihasilkan oleh manusia. Jadi budaya mempunyai pengertian yang luas. Seperti telah diuraikan di atas, teknologi dan industri mempunyai dampak positif dan negatif. Karena itu hendaknya teknologi secara efektif mampu memerangi kemiskinan, keterbelakangan dan menjamin kemajuan bagi manusia. Manusia juga perlu sadar bahwa orang menciptakan sesuatu bukan untuk menghancurkan, melainkan untuk kesejahteraan umat.

## Tugas Rutin

1. Ada tiga teknologi yang perlu dikembangkan saat ini, sebutkan dan jelaskan!
2. Sebutkan beberapa contoh yang menggambarkan bahwa IPA dan teknologi berhubungan langsung!
3. Ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam TTG, sebutkan dan jelaskan!
4. Coba saudara uraikan perkembangan teknologi dalam bidang bioteknologi!
5. Apa keunggulan dari adanya rekayasa genetika!
6. Uraikan dampak positif dan negatif dari perkembangan teknologi dalam bidang kebutuhan primer dan sekunder!
7. Uraikan dampak positif dan negatif dari perkembangan teknologi dalam bidang ESOSBUD!
8. Mengapa teknologi dikatakan sebagai terapan dari ilmu pengetahuan!
9. Uraikan sejarah perkembangan bidang komunikasi!
10. Coba saudara uraikan keterkaitan IPA dalam teknologi dan kehidupan manusia!



## **MELEK IPA DAN MELEK TEKNOLOGI**

## **A. Pendahuluan**

Literasi berarti kemampuan membaca dan menulis atau melek aksara. Dalam konteks sekarang, literasi memiliki makna yang luas, yaitu melek teknologi, politik, berfikir kritis dan peka terhadap lingkungan sekitar (Bukhori, 2005), sedangkan kata sains merupakan serapan dari Bahasa Inggris, yaitu science yang diambil dari bahasa latin *sciencia* dan berarti pengetahuan. Sains dapat berarti ilmu pada umumnya, tetapi juga berarti ilmu pengetahuan alam (Poedjadi, 2005).

## **B. Melek IPA**

Melek IPA atau literasi sains menurut *National Science Education Standards* (1995) adalah *Scientific literacy is knowledge and understanding of scientific concepts and processes required for personal decision making, participation in civic and cultural affairs, and economic productivity. It also includes specific types of abilities.* Yaitu suatu ilmu pengetahuan dan pemahaman mengenai konsep dan proses sains yang akan memungkinkan seseorang untuk membuat suatu keputusan dengan pengetahuan yang dimilikinya, serta turut terlibat dalam hal kenegaraan, budaya dan pertumbuhan ekonomi, termasuk di dalamnya kemampuan spesifik yang dimilikinya. Widyatiningtyas (2008), mendefinisikan melek IPA sebagai pemahaman atas sains dan aplikasinya bagi kebutuhan masyarakat. Literasi Sains didefinisikan sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti dalam rangka memahami serta membuat keputusan berkenaan dengan alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia (Firman, 2007).

Literasi IPA (*scientific literacy*) didefinisikan sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta untuk memahami alam semesta dan membuat keputusan dari perubahan yang terjadi karena aktivitas manusia (OECD, 2003). Menurut Yusuf (2003), literasi sains penting untuk dikuasai oleh siswa dalam kaitannya dengan bagaimana siswa dapat memahami lingkungan hidup, kesehatan, ekonomi, dan masalah-masalah lain yang dihadapi oleh masyarakat moderen yang sangat bergantung pada teknologi dan kemajuan serta perkembangan ilmu pengetahuan.

### **1. Ciri-ciri Melek IPA**

- a. Memiliki pengetahuan mengenai konsep, prinsip, hukum dan teori utama dalam IPA dan mampu menggunakannya secara tepat atau menggunakan proses IPA untuk memecahkan keputusan, membuat keputusan dan hal-hal lain, dengan cara-cara yang tepat.
- b. Memiliki pengetahuan mengenai konsep, prinsip, hukum dan teori utama dalam IPA dan mampu menggunakannya secara tepat atau menggunakan proses IPA untuk memecahkan keputusan, membuat keputusan dan hal-hal lain, dengan cara-cara yang tepat.
- c. memiliki sikap dan nilai yang selaras dengan konsep, prinsip, hukum, dan nilai IPA dan nilai masyarakat luas.
- d. Mengembangkan minat terhadap kita yang akan membawanya ke kehidupan yang lebih kaya dan lebih

memuaskan, yaitu kehidupan yang memanfaatkan IPA dan konsep belajar seumur hidup.

## **2. *Dinamika Melek IPA***

Menurut Shen (1975) dalam Bybee (1986), ada 3 bentuk melek IPA yang berbeda, namun berkaitan yaitu: Praktis, bersifat kewarganegaraan, dan bersifat kultural.

- a. Melek IPA Praktis ditandai dengan dimilikinya pengetahuan ilmiah dan pengetahuan teknis yang juga dapat digunakan untuk membantu memecahkan kebutuhan manusia yang paling dasar dalam bidang kesehatan dan kelangsungan hidup.
- b. Melek IPA yang bersifat kewarganegaraan ditandai dengan adanya kesadaran bahwa Sains dan teknologi itu berkaitan dengan masalah-masalah sosial, yang memungkinkan warga negara dan wakil-wakilnya menerapkan isu-isu sosial.
- c. Melek IPA yang bersifat kultural ditandai dengan pemahaman bahwa Sains dan teknologi merupakan hasil kerja manusia yang utama. Melek Sains secara kultural tidak hanya memecahkan masalah praktis atau memecahkan isu-isu kewarganegaraan tetapi menjembatani kesenjangan antara kedua kebudayaan ini.

Antara ilmu pengetahuan IPA dan teknologi IPA ada hubungan yang erat. Pertanyaan yang muncul sekarang adalah mana milik IPA dan mana milik Teknologi IPA? IPA sesungguhnya terbagi menjadi ilmu Kimia, biologi, dan fisika. Maksud pertanyaan disini adalah apa yang menjadi bahasan dalam IPA dan apa bahasan dalam teknologi. Apa milik IPA artinya apa yang menjadi bagian dari IPA sebagai ilmu.

Antara ilmu dan filsafat ada hubungan. Filsafat adalah induk ilmu pengetahuan. Ada tiga tiang penyangga filsafat, yakni *ontologi*, *epistemologi* dan *axiologi*. *Ontologi* membahas tentang hakikat sesuatu. Membahas tentang hakikat sesuatu objek yang ingin diketahui atau hakikat yang ditelaah, jenis, dan ciri-cirinya. *Epistemologi* membahas tentang proses, *langkah-langkah*, *prosedur*, untuk memperoleh sesuatu produk. *Axiologi* membahas tentang *nilai*, atau kegunaan dan manfaat sesuatu ditelaah. Filsafat diartikan sebagai suatu cara berpikir yang radikal dan menyeluruh, suatu cara berpikir yang mengupas sesuatu sedalam–dalamnya. Lalu apa hubungan ilmu dengan filsafat? Ilmu adalah merupakan kumpulan pengetahuan ilmiah yang mempunyai ciri-ciri tertentu yang membedakan ilmu dengan pengetahuan lainnya. Untuk memperoleh ilmu pengetahuan adalah melalui penerapan epistemologi filsafat, yang memiliki metode berpikir menggunakan *ontologi*, *epistemologi*, dan *axiologi* (Suriasumantri, 1998).

IPA adalah ilmu. Sebagai ilmu ia memiliki ciri-ciri ilmu pengetahuan yang disebut sebagai ilmu. Bidang yang dapat ditelaah ilmu adalah dunia empirik. Objek masalah dari ilmu adalah hal-hal yang nyata yang dapat diamati secara nyata. Ciri pertama dari ilmu adalah mempunyai objek dunia nyata. Ciri kedua, untuk memperoleh ilmu pengetahuan membuat asumsi. Asumsi inilah pemberi arah dan langkah yang akan dilakukan untuk melakukan penelaahan.

Ilmu dalam mengkaji masalah menetapkan lebih dahulu asumsinya. Asumsi *pertama*, mengenai dunia empirik ini mengatakan bahwa benda memiliki keserupaan, ini dilihat dari bentuk, struktur, dan sifat-sifat dan sebagainya. Setiap dunia empirik mempunyai kesamaan atau keserupaan satu sama lain. Asumsi *kedua* bahwa suatu objek tetapi tidak



berubah pada kurun waktu tertentu, yang memungkinkan kita melakukan penelaahan pada objek tersebut. Asumsi *ketiga*, adalah determinasi yang menganggap bahwa sesuatu objek berubah bukan karena berubah sendiri, akan tetapi ada yang membuat ia berubah. Gunung mengeluarkan asap, pasti ada yang menyebabkannya.

Pola berpikir untuk memperoleh ilmu pengetahuan ada dua, yakni pola rasional dan empirik (deduktif-induktif) yang disebut metode ilmiah. Pada awalnya, orang menemukan ilmu pengetahuan metode rasional, mengandalkan rasionalnya berdasarkan teori-teori yang ada sebelumnya, disusun satu hipotesa secara rasional. Namun logika berpikir deduktif ini tidak selamanya benar. Kemudian berkembang teori penemuan ilmu berdasarkan data empirik (induktif). Para ahli menemukan ilmu berdasarkan data empirik, seperti Darwin, selanjutnya menggeneralisasikan data-data empirik, dan ia mengemukakan teori bahwa manusia diasumsikan berasal dari kera. Pola berpikir deduktif dan induktif masing-masing memiliki kelemahan dan keunggulan, sehingga para ahli menggabungkannya menjadi pola berpikir ilmiah yang disebut metode ilmiah atau metode deduktif-induktif.

Objek telaah dari IPA adalah dunia empirik. IPA berkembang sangat pesat, sehingga IPA akhirnya menjadi tiga disiplin ilmu tersendiri (Fisika, Biologi, dan Kimia). Ketiga ilmu IPA ini pun berkembang pesat. Ilmu Kimia menyangkut : Kimia Organik, Anorganik, Kimia Fisika, Kimia Analitik, dan Biokimia, dll. Fisika berkembang menjadi Mekanika, Listrik, Magnet, Cahaya, Bunyi, dan Fisika Modern, dll. Biologi berkembang menjadi: Botani, Zoologi, Mikrobiologi, Taksonomi, Fisiologi, Ekologi, dll. Disiplin ilmu ini berkembang menjadi multidisiplin ilmu seperti Kimia-Matematika: Kimia Teoritis, Chemometric. Antara Kimia-Fisika-Biologi :

Bioteknologi dan Rekayasa Genetika. Bidang kajian ketiga ilmu ini adalah masalah alam, proses alam, perubahan yang ada didalamnya (Amin, 1987).

Berdasarkan uraian di atas, bahwa milik IPA adalah pengetahuan berkaitan dengan dunia empirik. Bertujuan untuk menjelaskan dan mengontrol, serta memprediksi variabel yang akan datang berdasarkan data empirik. Bidang garapan IPA adalah penjelasan alam, proses dan mekanisme kejadian alam, penemuan, dan pengembangan ilmu pengetahuan alam dengan menerapkan metode ilmiah yang memiliki ciri tertentu. Milik IPA adalah abstraksi konsep teori-teori, hukum, dan prinsip tentang pengetahuan alam.

### **C. Melek Teknologi**

Teknologi Pendidikan Internasional Association (ITEA) mendefinisikan melek teknologi sebagai kemampuan untuk “menggunakan, mengelola, menilai dan mengerti teknologi” Menurut Widyawatiningtyas (2008), melek teknologi dapat diartikan sebagai kemampuan melaksanakan teknologi yang didasari kemampuan identifikasi, sadar akan efek hasil teknologi dan mampu bersikap serta mampu menggunakan alat secara aman, tepat, efisien dan efektif”.

#### **1. Ciri-ciri Melek Teknologi**

- a. Memahami beberapa konsep dasar mengenai mesin/engineering, yaitu menenai apa sistem itu, bagaimana kembali mempengaruhi sistem, apa yang dimaksud dengan probabilitas, dan bagaimana menggunakan model-model.
- b. Memiliki pemahaman mengenai bagaimana cara kerja teknologi tertentu dan apakah kemampuan dan keterbatasannya.

- c. Menyadari bahwa teknologi itu dikembangkan sesuai orang yang menggunakannya.
- d. Memiliki kepercayaan diri untuk mempelajari teknologi, walaupun tidak memiliki latar belakang teknik.

Teknologi adalah penerapan praktis dari ilmu pengetahuan untuk memperoleh alat atau produk. Antara ilmu pengetahuan dan teknologi ibarat pisau bermata dua, sehingga perkembangan teori IPA selalu diikuti perkembangan teknologi IPA. Berkembangnya ilmu pengetahuan alam secara terus menerus mengakibatkan volume ilmu pengetahuan IPA makin besar. Bertambahnya ilmu pengetahuan dengan ciri-ciri tertentu mengakibatkan munculnya disiplin ilmu baru. Munculnya multidisiplin mengakibatkan makin berkembang ilmu dan berbagai teknologi. Untuk mengembangkan teknologi perlu dipahami apa ciri-cirinya dan dampaknya ke lingkungan sehingga dalam pengembangan itu tidak merusak alam.

## **2. Ciri-ciri Teknologi**

Apakah ciri-ciri teknologi? Secara umum teknologi memiliki ciri-ciri tertentu, yakni:

- a. Sebagai tangan menjalankan apa yang ada dalam ilmu.
- b. Sifatnya dialektik, artinya dalam memecahkan masalah selalu ada kemungkinan memunculkan masalah baru.
- c. Memiliki kecenderungan MIPA dengan memunculkan teknorasi.
- d. Berkorelasi dengan energi.
- e. Memiliki masalah adanya ketak-Esaan, artinya ada pernyataan yang tidak murni.

- f. Memiliki sifat adanya kemampuan melampaui batas ilmu, sehingga memerlukan pertimbangan nilai dan norma.

Pengembangan teknologi modern dewasa ini tidak seperti dahulu. Teknologi berkembang memiliki daur inovasi yang semakin pesat, selalu dikembangkan secara berkelompok bukan individual, dengan pendekatan secara sistem dan secara multi disipliner, dan ada pertimbangan aspek lingkungan hidup (Timoteus, 1992).

Teknologi adalah penerapan dari ilmu pengetahuan, maka makin berkembang ilmu, makin berkembang pula teknologi untuk memproduksi alat kebutuhan manusia. Dahulu kala ada dikembangkan teknologi sederhana adalah untuk memproduksi alat untuk perang. Selanjutnya ia berkembang untuk memenuhi kebutuhan alat perang/ mempertahankan diri dan kebutuhan sehari-hari mempertahankan diri. Dewasa ini teknologi dibutuhkan bukan hanya untuk memperoleh alat, tetapi sudah menjadi sarana untuk mengembangkan IPTEK itu sendiri dan untuk komunikasi. Produk teknologi sudah digunakan manusia untuk banyak kegunaan yang berfungsi untuk berbagai alat dan untuk berbagai sarana komunikasi.

Apabila disimpulkan semua pembahasan di atas, bahwa milik teknologi adalah disain dan memproduksi alat dan sarana untuk berbagai kebutuhan manusia. Disain dan memproduksi sarana pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi itu sendiri.

## Tugas Rutin

1. Ada tiga tiang penyangga ilmu filsafat. Sebutkan dan jelaskan!
2. Ada beberapa asumsi yang perlu diperhatikan dalam melakukan penelaahan. Sebutkan dan jelaskan!
3. Sebutkan ciri-ciri teknologi secara umum!
4. Sebutkan pula ciri-ciri teknologi berkembang!
5. Bedakan antara melek IPA dengan melek teknologi!
6. Jelaskan ciri-ciri melek IPA!
7. Jelaskan pula ciri-ciri melek teknologi!
8. Ada tiga dinamika melek IPA, sebutkan dan jelaskan!
9. Mengapa sejak dini, masyarakat harus melek IPA dan melek teknologi, uraikan dengan jelas!
10. Buatlah definisi melek IPA menurut saudara!



## **KOMPETENSI GURU**

## **A. Pendahuluan**

Kompetensi adalah seperangkat pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang harus dimiliki, dihayati, dan dikuasai oleh guru atau dosen dalam melaksanakan tugas keprofesionalan. Kompetensi guru dapat dimaknai sebagai kebulatan pengetahuan, keterampilan dan sikap yang berwujud tindakan cerdas dan penuh tanggung jawab dalam melaksanakan tugas sebagai agen pembelajaran. Sedangkan guru merupakan seorang pendidik profesional yang bertugas mengajar, mendidik, membimbing dan mengarahkan peserta didiknya melalui jalur formal pendidikan anak usia dini, pendidikan dasar dan pendidikan menengah ke atas. Adapun tujuan standar kompetensi guru ialah untuk mendapatkan jaminan kualitas guru demi meningkatkan kualitas proses pembelajaran. Dengan adanya standar kompetensi guru, maka tujuan pembelajaran dapat mudah diterapkan dan sesuai dengan apa yang diharapkan.

## **B. Standar Kompetensi Guru IPA**

Standar kompetensi guru sebagai agen pembelajar dikembangkan secara utuh dari empat kompetensi utama, yaitu kompetensi pedagogik, kepribadian, sosial, dan profesional. Keempat kompetensi tersebut terintegrasi dalam kinerja guru. Standar kompetensi guru diatur dalam Permendiknas No. 16 Tahun 2017.

### **1. *Kompetensi Pedagogik***

- a. Menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
- b. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.

- c. Mengembangkan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran/bidang pengembangan yang diampu.
- d. Menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik.
- e. Memanfaatkan teknologi in-formasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran.
- f. Memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki.
- g. Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik.
- h. Menyelenggarakan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
- i. Memanfaatkan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran.
- j. Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran.

## 2. ***Kompetensi Kepribadian***

- a. Bertindak sesuai dengan norma agama, hukum, sosial, dan kebudayaan nasional Indonesia.
- b. Menampilkan diri sebagai pribadi yang jujur, berakhlak mulia, dan teladan bagi pe-rserta didik dan masyarakat.
- c. Menampilkan diri sebagai pribadi yang mantap, stabil, dewasa, arif, dan berwibawa.
- d. Menunjukkan etos kerja, tanggung jawab yang tinggi, rasa bangga menjadi guru, dan rasa percaya diri.
- e. Menjunjung tinggi kode etik profesi guru.

## 3. ***Kompetensi Sosial***

- a. Bersikap inklusif, bertindak objektif, serta tidak diskriminatif karena pertimbangan jenis kelamin, agama,



- ras, kondisi fisik, latar belakang keluarga, dan status sosial ekonomi.
- b. Berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan sesama pendidik, tenaga kependidikan, orang tua, dan masyarakat.
  - c. Beradaptasi di tempat bertugas di seluruh wilayah Republik Indonesia yang memiliki keragaman sosial budaya.
  - d. Berkomunikasi dengan komunitas profesi sendiri dan profesi lain secara lisan dan tulisan atau bentuk lain.

#### **4. *Kompetensi Profesional***

- a. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.
- b. Menguasai standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran/bidang pengembangan yang diampu.
- c. Mengembangkan materi pembelajaran yang diampu secara kreatif.
- d. Mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan tindakan reflektif.
- e. Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk berkomunikasi dan mengembangkan diri.

Standar kompetensi lulusan program pendidikan guru dipakai sebagai rujukan nasional (Depdiknas, 2002). Khusus bagi LPTK, standar kompetensi digunakan sebagai rujukan dalam penyelenggaraan program. Merujuk pada standar kompetensi tersebut memperjelas arah dan upaya menuju peningkatan mutu guru SMP. Demikian pula, dengan standar kompetensi mempersempit perbedaan mutu proses

pendidikan sekolah di Indonesia, sehingga perbedaan mutu pendidikan di atasnya berkurang pula.

Standar kompetensi untuk guru sekolah dalam program pendidikan calon guru, mengupayakan pencapaian empat rumpun kompetensi. Keempat rumpun kompetensi tersebut (Depdiknas, 2002) adalah:

1. Menguasai bidang studi,
2. Memahami peserta didik,
3. Menguasai pembelajaran yang mendidik, dan
4. Mengembangkan kepribadian dan keprofesionalan.

Rumpun kompetensi penguasaan bidang studi mencakup dua hal, yaitu penguasaan disiplin ilmu dan penguasaan kurikuler. Penguasaan disiplin ilmu berkaitan dengan substansi dan metodologi dasar keilmuan dari materi lima bidang studi yang diajarkan di sekolah. Pengalaman belajar yang harus diberikan untuk menguasai bidang studi IPA dalam proses pendidikan prajabatan guru SD (Depdiknas, 2002) dimuat dalam kurikulumnya. Penguasaan kurikuler berhubungan dengan pemilihan, penataan, pengemasan, dan representasi materi bidang studi IPA sesuai dengan kebutuhan belajar peserta didik di SMP. Pengalaman belajar yang harus diusahakan agar kemampuan mahasiswa calon guru dalam memilih, menata, mengemas, dan merepresentasi materi bidang studi IPA terwujud dalam proses pendidikan calon guru, harus:

1. Mengkaji substansi, cakupan, dan tata urut materi ajar IPA untuk setiap tingkatan kelas dalam Kurikulum SMP,
2. Mengkaji buku-buku teks mata pelajaran IPA SMP,
3. Berlatih memilih, menata, mempresentasikan materi ajar IPA dalam kurikulum SMP sesuai dengan tujuan

- pembelajaran, tingkat kelas, dan kebutuhan pembelajaran peserta didik,
4. Berlatih merancang dan mengembangkan materi ajar IPA dalam Kurikulum SMP sesuai dengan tujuan pembelajaran, tingkatan kelas, dan kebutuhan pembelajaran peserta didik dalam konteks pencapaian tujuan utuh pendidikan, dan
  5. Berlatih mengaitkan materi mata pelajaran IPA dengan yang lain serta mengaitkan mata pelajaran IPA dengan kehidupan sehari-hari (Depdiknas, 2002).

Dalam *National Science Education Standards pada National Academy of Science* (1996) kedua rumpun kompetensi itu disebut kompetensi keilmuan dan kompetensi pedagogi. Penguasaan kedua rumpun kompetensi tersebut untuk menggambarkan kualitas guru dalam bidang ilmu pengetahuan yang diajarkan dan bidang pengajaran atau pedagogi.

Penguasaan guru pada ilmu yang diajarkan dan bagaimana mengajarkannya menjadi indikator guru profesional. Semiawan mengemukakan bahwa “Pemenuhan persyaratan guru profesional akan mengubah peran guru yang semula sebagai orator yang verbalistis menjadi yang berkekuatan dinamis dalam menciptakan suatu suasana dan lingkungan belajar yang kondusif” (Hasan, 2003). Untuk itu, dalam upaya memenuhi tuntutan standar kompetensi lulusan dan secara terus menerus dengan semangat yang sama berupaya meningkatkan kualitas lulusannya maka diperlukan pula standar pengembangan profesi.

Menurut *National Academy of Science* (1996) standar pengembangan profesi mencakup beberapa perubahan dan penekanan pada:

1. Belajar IPA melalui investigasi dan inkuiri,
2. Perpaduan IPA dan mengajarkan pengetahuan,
3. Perpaduan teori dan praktek dalam situasi sekolah,
4. Berbagai macam aktivitas pengembangan profesi, dan
5. Guru sebagai anggota komunitas profesinya.

### **C. Kelemahan Guru dalam Pembelajaran IPA di Sekolah dan Upaya Mengatasi**

Suatu studi permulaan menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru sekolah sangat lemah dalam penguasaan materi maupun dalam keterampilan-keterampilan mengajar (Hinduan *et al.*, 2001). Mereka mengalami kesulitan dalam memilih model mengajar yang tepat untuk mengajarkan topik-topik IPA. Mereka membutuhkan contoh bagaimana menerapkan teori mengajar ke dalam praktek. Informasi studi permulaan tersebut, memperkuat uraian dalam pendahuluan bahwa selama ini pendidikan calon guru didominasi ceramah. Dominasi yang menyebabkan kesempatan bagi mahasiswa menerapkan teori mengajar ke dalam praktek jarang atau tidak dilaksanakan. Oleh karena itu, wajar jika mahasiswa calon guru lemah dalam penguasaan materi maupun keterampilan mengajar dibandingkan dengan jika mereka sering melakukan praktek.

Suatu upaya harus ditempuh untuk mengurangi dominasi ceramah dalam pendidikan guru. Upaya yang mampu mengubah peran guru sebagai orator yang verbalistis menjadi guru yang memiliki kemampuan menciptakan suasana dan lingkungan belajar yang kondusif. Upaya yang dapat meningkatkan kompetensi mahasiswa calon guru dalam bidang keilmuan dan pedagogi. Upaya yang harus ditempuh agar mereka mahir memilih model mengajar yang tepat untuk mengajarkan topik-topik IPA di sekolah. Joyce, Weil &

Showers (1992), mengemukakan bahwa upaya yang dapat ditempuh agar mahasiswa calon guru berkompeter menggunakan strategi mengajar secara tepat dan efektif memerlukan banyak belajar dan latihan. Untuk itu, mereka menyarankan dalam mengajar materi bidang studi termasuk IPA hendaknya terpadu dengan cara-cara mengajarkannya.

Huinker (1997) dalam suatu penelitian untuk mempersiapkan mahasiswa calon guru mengajarkan IPA di sekolah, melakukannya dengan memberi treatment berupa *integrated course*, yaitu memadukan *Subject Matter* dalam *Methods Courses*. Hasil penelitian itu, menunjukkan bahwa model mengajar dalam bentuk perkuliahan terpadu mampu meningkatkan kemampuan mahasiswa calon guru mengajarkan science di sekolah. Perkes (Dickinson, 1997) ketika melakukan hal serupa menemukan pula, bahwa “Melalui integrasi ini mereka merasa lebih siap dan percaya diri ketika mengajar IPA di sekolah”.

#### **D. Karakteristik Model Pembelajaran IPA**

Hinduan *et al.* (2001) mengacu pada saran-saran tersebut mengembangkan dan menguji beberapa model mengajar untuk program pendidikan calon guru. Model mengajar itu memiliki empat karakteristik yaitu:

1. Model mengajar memadukan matakuliah IPA dengan matakuliah metodologi,
2. Staf pengajar pendidikan guru (dosen) mendemonstrasikan cara mengajar di sekolah menerapkan prinsip-prinsip atau teori-teori yang akan didiskusikan,
3. Staf pengajar pendidikan guru memberi kesempatan kepada mahasiswa untuk berlatih,

4. Memberikan pengayaan untuk memperkuat/mengkaji lebih dalam penguasaan mahasiswa tentang IPA. Pengayaan diharapkan menjadi latar belakang pengetahuan yang berkaitan langsung bagi kebutuhan pengajaran IPA di sekolah dan tidak terlalu berorientasi akademis.

Model mengajar dengan empat karakteristik tersebut, dalam penerapannya di program pendidikan calon guru dilaksanakan melalui lima komponen utama (Hinduan, 2001), yaitu:

1. Demonstrasi dilakukan dosen tentang bagaimana mengajar topik-topik IPA di sekolah dengan menerapkan prinsip-prinsip atau teori-teori yang akan didiskusikan,
2. Mendiskusikan dengan mendalam tentang teori-teori dan prinsip-prinsip, dan metode-metode perencanaan dan penerapan model mengajar yang didemonstrasikan,
3. Memberi kesempatan pada mahasiswa untuk merencanakan model mengajar,
4. Memberi kesempatan pada mahasiswa mempraktekkan model mengajar rancangannya dalam *peer-teaching*, dan
5. Memberi pengayaan yang tepat untuk membantu mereka menguasai materi IPA. Pengayaan hendaknya tidak terlalu berorientasi akademis. Bahkan sebaliknya, pengayaan hendaknya melatarbelakangi pengetahuan yang berkaitan langsung bagi kebutuhan pengajaran IPA di sekolah.

## Tugas Rutin

1. Apa yang dimaksud kompetensi!
2. Apa yang dimaksud dengan kompetensi guru!
3. Standar kompetensi guru sebagai agen pembelajar dikembangkan secara utuh dari empat kompetensi utama, sebutkan!
4. Apa-apa saja yang termasuk dalam kompetensi paedagogik!
5. Sebutkan standar kompetensi untuk guru yang harus dimiliki seorang calon pendidik!
6. Ada beberapa pengalaman belajar yang harus diusahakan agar kemampuan mahasiswa calon guru dalam memilih, menata, mengemas, dan merepresentasi materi bidang studi IPA terwujud dalam proses pendidikan calon guru. Sebutkan.
7. Model mengajar memiliki empat karakteristik, sebutkan dan jelaskan!
8. Menurut *National Academy of Science* bahwa standar pengembangan profesi guru mencakup beberapa perubahan dan penekanan. Sebutkan!



## **PENDEKATAN-PENDEKATAN PENGAJARAN IPA**



## **A. Mengajar IPA di Sekolah**

Berdasarkan kecenderungan yang ditemukan McDermott (1990) pada para guru bahwa “apabila mereka belajar melalui kuliah didominasi ceramah, walaupun bentuk perkuliahan ini tidak tepat, mereka akan ceramah pula pada siswa mereka”, maka model mengajar dalam perkuliahan mereka harus diberikan yang lebih tepat dan bervariasi. Mengajar bidang studi termasuk IPA, menurut Joyce *et al.* (1992) hendaknya terpadu dengan mengajar berpikir dan keterampilan-keterampilan.

Oleh karena itu, perkuliahan bidang studi IPA pada pendidikan calon guru sewajarnya menghindari dominasi ceramah dan menggunakan variasi cara-cara mengajarkan IPA yang tepat lainnya. Cara-cara mengajar, termasuk IPA di SMP yang tepat seperti disarankan Joyce dkk tersebut telah tercakup dalam beberapa sub topik itu antara lain: siklus belajar IPA, pendekatan terpadu/tematik, proses, *discovery*-inkuiri, pemecahan masalah, dan konstruktivistik.

## **B. Siklus Belajar**

Siklus belajar pertama kali dikenalkan oleh Karplus dan Their (Lawson, 1995) dalam buku panduan guru pada program *Science Curriculum Improvement Study* di sekitar awal Tahun 1970. Siklus belajar ini dilakukan melalui tiga fase, yaitu *exploration*, *invention*, dan *discovery*. Siklus belajar ini semula dikembangkan untuk mengajar fisika terutama bagi peserta didik yang kemampuan berpikirnya berada pada tahap operasional konkret.

Tahap *exploration* dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada peserta didik melakukan eksplorasi bahan-bahan atau ide-ide baru dengan bimbingan atau harapan minimal terhadap prestasi tertentu. Pada tahap ini, peserta didik bisa belajar melalui reaksi spontan mereka sendiri tentang topik baru. Teori Piaget tentang pengembangan

kognitif menunjukkan bahwa pada tahap operasional konkret peserta didik dapat dengan lebih mudah mempelajari hal-hal abstrak apabila dimulai dengan hal-hal yang kongkret.

Dalam tahap *invention*, guru mengenalkan konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan teori-teori baru. Untuk menjelaskan hal-hal tersebut guru hendaknya merujuk pada aktivitas dalam tahap eksplorasi. Guru hendaknya juga menjelaskan penerapan gagasan baru untuk mengembangkan pengetahuan, pikiran dan keterampilan-keterampilan peserta didik. Beberapa buku rujukan menyebut tahap ini sebagai tahap pengenalan konsep.

Tahap *discovery* dimaksudkan untuk memberi kesempatan pada peserta didik menerapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan teori-teori dalam situasi baru. Aktivitas-aktivitas peserta didik dalam tahap ini hendaknya juga memasukkan analisis teoritik konsep konsep, prinsip-prinsip, atau teori-teori untuk memperkuat pemahaman mereka. Dalam beberapa buku rujukan, tahap *discovery* disebut tahap *application*.

### **C. Pendekatan Terpadu/Tematik**

Peserta didik, khususnya anak kecil cenderung melihat obyek atau peristiwa di sekeliling mereka secara menyeluruh. Hal demikian sulit bagi mereka untuk memahami mengapa gejala-gejala didiskusikan dalam disiplin-disiplin yang berbeda. Kini teori-teori pendidikan menyarankan kurikulum terpadu atau pembelajaran terpadu khusus bagi peserta didik di kelas rendah.

Pembelajaran terpadu sebagai suatu konsep dapat didefinisikan sebagai pendekatan proses belajar-mengajar yang melibatkan beberapa mata pelajaran untuk memberikan pengalaman bermakna bagi peserta didik. Sebagai suatu pendekatan, pembelajaran terpadu juga ditujukan kepada

proses belajar-mengajar yang tepat bagi kebutuhan pengembangan peserta didik.

Pelaksanaan pembelajaran terpadu dimulai dari topik atau tema yang dipilih atau ditentukan bersama oleh peserta didik dan guru. Tujuan ditentukannya topik atau tema ini tidak hanya untuk membentuk konsep, tetapi konsep-konsep dari mata pelajaran yang berbeda juga digunakan sebagai alat untuk mempelajari topik atau tema.

Berdasarkan diskusi tersebut, pembelajaran terpadu dapat dipandang sebagai:

1. Pembelajaran yang dimulai dari tema tertentu sebagai sentral pembicaraan yang digunakan untuk memahami gejala-gejala atau konsep-konsep dari mata pelajaran lain terkait dengan tema atau mata pelajaran lain,
2. Suatu pendekatan proses belajar-mengajar yang menghubungkan beberapa mata pelajaran,
3. Suatu metode untuk membangun pengetahuan dan keterampilan-keterampilan peserta didik secara simultan, dan
4. Suatu cara untuk menggabungkan sejumlah konsep dari mata pelajaran yang berbeda, sehingga peserta didik dapat belajar lebih baik dan lebih bermakna.

#### **D. Pendekatan Keterampilan Proses**

Pendekatan proses adalah suatu pendekatan yang didesain untuk anak-anak dalam belajar IPA. Pendekatan ini, bermula dari istilah “SAPA (*Science–A Process Approach*)” yang muncul dari inisiatif Komisi Pendidikan IPA pada tahun 1962 di bawah bimbingan *American Association for the Advancement of Science* (Neuman, 1993).

##### **1. Keterampilan Proses IPA Dasar**

Pendekatan proses disusun secara cermat urutannya untuk menampilkan keterampilan inkuiri anak-anak. Digunakan materi IPA untuk mendemonstrasikan penerapan setiap proses inkuiri. Dengan demikian, seorang anak yang berhasil menyelesaikan seluruh program SAPA di TK hingga SD kelas 3 telah dikenalkan dan memperoleh keterampilan-keterampilan proses IPA dasar (Ostlund, 1992; Howe, 1993), yaitu: observasi, komunikasi, menaksir, mengukur, mengumpulkan data, mengelompokkan, menyimpulkan, meramalkan, dan membuat model.

## **2. Keterampilan Proses IPA Terpadu/Lanjut**

Demikian pula, program tersebut di kelas 4 sampai dengan 6 SD menekankan keterampilan-keterampilan proses IPA terpadu/lanjut yaitu: menginterpretasi data, membuat grafik, merumuskan hipotesis, mengontrol variabel, menyusun definisi secara operasional, dan melakukan investigasi (Ostlund, 1992; Howe, 1993; Neuman, 1993). Keterampilan-keterampilan proses IPA lanjut adalah keterampilan-keterampilan yang membawa peserta didik untuk melakukan eksperimen (Rezba *et al.*, 1995).

Guru dalam mengajar IPA di sekolah dengan pendekatan proses, untuk membantu peserta didik memperoleh keterampilan-keterampilan tersebut, hendaknya menempuh langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Keterampilan-keterampilan diambil sebagai contoh terhadap materi dalam IPA. Keterampilan-keterampilan yang akan dikembangkan peserta didik adalah yang digunakan melalui praktek seperti ilmuwan.
- b. Keterampilan-keterampilan disusun dalam suatu urutan logis, yaitu keterampilan A diperlukan untuk menguasai keterampilan B, keterampilan A dan B pasti

- menjadi keterampilan yang diperlukan untuk menampilkan keterampilan C, dan seterusnya serta.
- c. Peran guru dapat ditentukan secara cermat. Perilaku tujuan yang dikemukakan dapat dikenali untuk setiap pelajaran. Dengan cara itu, guru akan mengetahui dengan pasti perilaku fisik peserta didik yang hendaknya dimunculkan pada setiap akhir suatu pelajaran. Guru akan mempersiapkan bahan-bahan, mengenalkan setiap aktivitas.
  - d. mengulang beberapa aktivitas untuk membawa peserta didik membuat penemuan (dan melanjutkan beberapa aktivitas untuk membawa peserta didik ke arah tujuan yang telah ditentukan), dan melaksanakan evaluasi pelajaran menggunakan berbagai metode penilaian.

Menurut Howe (1993) “Kurikulum modern untuk sekolah-sekolah memasukkan apa yang dilakukan para ilmuwan (process) dan apa yang mereka hasilkan (*content*)”. Keduanya, *content* dan *processes*, kemudian, menjadi penting dalam kurikulum *science modern*. Proses *science* kadang-kadang disebut *inquiry skills* karena proses *science* adalah peralatan untuk menemukan dunia sekeliling kita.

Peserta didik harus mempelajari bagaimana mengerjakan *science* seperti para ilmuwan mempelajari segala sesuatu yang ditemukan mereka. Seperti yang dikemukakan McCormack (1992), peserta didik harus mempelajari bagaimana mengerjakan *science* dengan keterampilan-keterampilan yang digunakan para ilmuwan menemukan pengetahuan baru. Pendekatan keterampilan proses adalah pendekatan dimana guru dalam proses belajar

mengajar berusaha untuk menumbuhkan dan mengembangkan keterampilan-keterampilan berproses dalam bekerja ilmiah untuk menemukan sendiri fakta-fakta dan konsep tertentu.

Keterampilan-keterampilan berproses dalam kerja ilmiah dimaksud antara lain:

- a. Mengobservasi
- b. Menghitung
- c. Mengukur
- d. Mengklasifikasi
- e. Mencari hubungan
- f. Membuat hipotesis
- g. Merencanakan penelitian
- h. Mengendalikan variabel
- i. Menafsirkan data
- j. Menyusun kesimpulan sementara (inferensi)
- k. Meramalkan
- l. Menerapkan
- m. Mengkomunikasikan.

Pendekatan ketampilan proses dalam kegiatan belajar mengajar adalah:

- a. Keinginan ilmu pengetahuan yang berlangsung cepat,
- b. Pendapat ahli psikologi, bahwa anak mudah memahami konsep jika disertai contoh-contoh konkrit yang wajar (sesuai) yang dipraktekkan sendiri melalui perlakuan/penanganan terhadap benda konkrit tersebut,
- c. Guru bukanlah pemberi pengetahuan, melainkan fasilitator, menggiring anak untuk bertanya, mengamati, mengadakan eksperimen, serta menemukan fakta dan konsep sendiri, dan

- d. Penemuan ilmu pengetahuan tidak bersifat mutlak benar. Anak dilatih untuk berpikir kritis dan logis.
- e. Pengembangan sikap dimulai dari diri anak.

### **E. Pendekatan Induktif**

Pendekatan induktif pada awalnya dikemukakan oleh filosof Inggris Perancis Bacon yang menghendaki agar penarikan kesimpulan didasarkan pada fakta-fakta yang konkrit sebanyak mungkin, sistem ini dipandang sebagai sistem yang paling baik pada abad pertengahan yaitu cara induktif disebut juga sebagai dogmatif artinya bersifat mempercayai begitu saja tanpa diteliti secara rasional. Pada dasarnya berpikir induktif ialah suatu proses dalam berpikir yang berlangsung dari khusus menuju ke yang umum. Pendekatan deduktif adalah pendekatan yang dimulai dengan defenisi (hal-hal yang bersifat umum) dan diikuti oleh contoh-contoh (hal-hal yang bersifat khusus). Yamin (2008) menyatakan bahwa: Pendekatan induktif dimulai dengan pemberian kasus, fakta, contoh, atau sebab yang mencerminkan suatu konsep atau prinsip. Kemudian siswa dibimbing untuk berusaha keras mensintesis, menemukan, atau menyimpulkan prinsip dasar dari pelajaran tersebut. Mengajar dengan pendekatan induktif adalah cara mengajar dengan cara penyajian kepada siswa dari suatu contoh yang spesifik untuk kemudian dapat disimpulkan menjadi suatu aturan prinsip atau fakta yang pasti.

Menurut Yamin (2008) pendekatan induktif tepat digunakan manakala:

1. Siswa telah mengenal atau telah mempunyai pengalaman yang berhubungan dengan mata pelajaran tersebut,

2. Yang diajarkan berupa keterampilan komunikasi antara pribadi, sikap, pemecahan, dan pengambilan keputusan,
3. Pengajar mempunyai keterampilan fleksibel, terampil mengajukan pertanyaan terampil mengulang pertanyaan, dan sabar,
4. Waktu yang tersedia cukup panjang.

Menurut Sagala (2010) langkah-langkah yang harus ditempuh dalam model pembelajaran dengan pendekatan induktif yaitu:

1. Memilih dan menentukan bagian dari pengetahuan (konsep, aturan umum, prinsip dan sebagainya) sebagai pokok bahasan yang akan diajarkan.
2. Menyajikan contoh-contoh spesifik dari konsep, prinsip atau aturan umum itu sehingga memungkinkan siswa menyusun hipotesis (jawaban sementara) yang bersifat umum.
3. Kemudian bukti-bukti disajikan dalam bentuk contoh tambahan dengan tujuan membenarkan atau menyangkal hipotesis yang dibuat siswa.
4. Kemudian disusun pernyataan tentang kesimpulan misalnya berupa aturan umum yang telah terbukti berdasarkan langkah-langkah tersebut, baik dilakukan oleh guru atau oleh siswa.

Adapun kelebihan dari pendekatan induktif dibandingkan dengan pendekatan lain adalah:

1. Memberikan kesempatan pada siswa untuk berusaha sendiri atau menemukan sendiri suatu konsep sehingga akan diingat dengan lebih baik.



2. Murid memahami sifat atau rumus melalui serangkaian contoh. Kalau terjadi keraguan mengenai pengertian dapat segera diatasi sejak masih awal.
3. Dapat meningkatkan semangat belajar siswa.

Sedangkan kelemahan dari pendekatan induktif antara lain:

1. Memerlukan banyak waktu.
2. Kadang-kadang hanya sebagian siswa yang terlibat secara aktif.
3. Sifat dan rumus yang diperoleh masih memerlukan latihan atau aplikasi untuk memahaminya.
4. Secara matematik (formal) sifat atau rumus yang diperoleh dengan pendekatan induktif masih belum menjamin berlaku umum.

#### **F. Pendekatan Deduktif**

Pembelajaran dengan pendekatan deduktif terkadang sering disebut pembelajaran tradisional yaitu guru memulai dengan teori-teori dan meningkat ke penerapan teori. Dalam bidang ilmu sains dijumpai upaya mencoba pembelajaran dan topik baru yang menyajikan kerangka pengetahuan, menyajikan teori-teori dan rumus dengan sedikit memperhatikan pengetahuan utama siswa, dan kurang atau tidak mengkaitkan dengan pengalaman mereka. Pembelajaran dengan pendekatan deduktif menekankan pada guru mentransfer informasi atau pengetahuan. Menurut Setyosari (2010) menyatakan bahwa “Berpikir deduktif merupakan proses berfikir yang didasarkan pada pernyataan-pernyataan yang bersifat umum ke hal-hal yang bersifat khusus dengan menggunakan logika tertentu”. Dalam pendekatan deduktif menjelaskan hal yang berbentuk teoritis

kebetuk realitas atau menjelaskan hal-hal yang bersifat umum ke yang bersifat khusus. Disini guru menjelaskan teori-teori yang telah ditemukan para ahli, kemudian menjabarkan kenyataan yang terjadi atau mengambil contoh-contoh. Dari penjelasan beberapa teori dapat diambil kesimpulan bahwa pendekatan deduktif adalah cara berfikir dari hal yang bersifat umum ke hal-hal yang bersifat khusus. Gambaran umum pendekatan deduktif dan induktif ditunjukkan pada Gambar 2.

Menurut Yamin (2008) pendekatan deduktif dapat dipergunakan apabila:

1. Siswa belum mengenal pengetahuan yang sedang dipelajari,
2. Isi pelajaran meliputi terminologi, teknis dan bidang yang kurang membutuhkan proses berfikir kritis,
3. Pengajaran mengenai pelajaran tersebut mempunyai persiapan yang baik dan pembicaraan yang baik,
4. Waktu yang tersedia sedikit.

Menurut Sagala (2010) langkah-langkah yang dapat digunakan dalam pendekatan deduktif dalam pembelajaran adalah:

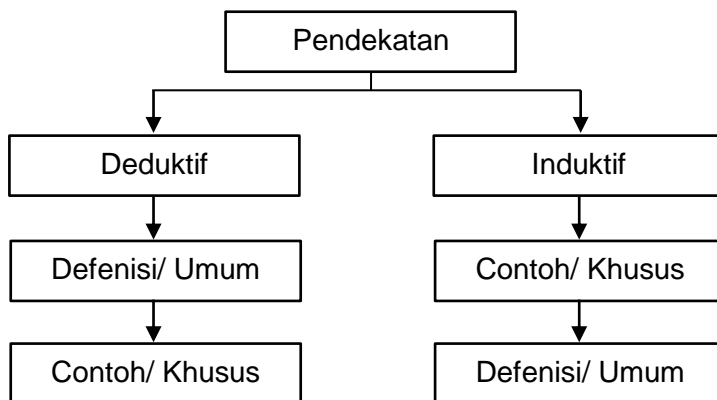
1. Guru memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan deduktif,
2. Guru menyajikan aturan, prinsip yang bersifat umum, lengkap dengan definisi dan contoh-contohnya,
3. Guru menyajikan contoh-contoh khusus agar siswa dapat menyusun hubungan antara keadaan khusus dengan aturan prinsip umum,
4. Guru menyajikan bukti-bukti untuk menunjang atau menolak kesimpulan bahwa keadaan khusus itu merupakan gambaran dari keadaan umum.

Adapun kelebihan dari pendekatan deduktif dibandingkan dengan pendekatan lain adalah:

1. Tidak memerlukan banyak waktu.
2. Sifat dan rumus yang diperoleh dapat langsung diaplikasikan kedalam soal-soal atau masalah yang konkrit.

Sedangkan kelemahan pendekatan deduktif antara lain:

1. Siswa sering mengalami kesulitan memahami makna matematika dalam pembelajaran. Hal ini disebabkan siswa baru bisa memahami konsep setelah disajikan berbagai contoh.
2. Siswa sulit memahami pembelajaran matematika yang diberikan karna siswa menerima konsep matematika yang secara langsung diberikan oleh guru.
3. Siswa cenderung bosan dengan pembelajaran dengan pendekatan deduktif, karna disini siswa langsung menerima konsep matematika dari guru tanpa ada kesempatan menemukan sendiri konsep tersebut.



Gambar 2. Gambaran umum pendekatan deduktif dan induktif dalam kegiatan mengajar.

Pendekatan ini dapat digunakan secara terpisah dan dapat pula digabungkan. Pemilihan pendekatan ini didasarkan atas pertimbangan dari segi waktu dan hasil yang diinginkan (Tabel 2). Pendekatan deduktif paling tepat digunakan apabila waktu pengajaran yang tersedia terbatas. Dengan pendekatan deduktif, siswa dapat mempelajari suatu konsep secara lebih cepat daripada dengan menggunakan pendekatan induktif. Hasil belajar siswa akan mengendap (retensi) lebih lama. Pendekatan induktif dalam penerapannya memerlukan waktu yang lebih banyak. Namun hasil belajar yang dicapai akan mengarah kepada “*learn howto learn*”, artinya siswa dalam menemukan suatu definisi atau hal yang umum, terlibat dalam proses penemuan tersebut.

Tabel 2. Pertimbangan pemilihan pendekatan deduktif dan induktif dalam kegiatan mengajar

<b>Pendekatan</b>	<b>Pertimbangan</b>
Deduktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengajaran yang terbatas</li> <li>• Hasil belajar akan mengendap lebih lama</li> </ul>
Induktif	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu pengajaran yang relatif banyak</li> <li>• Siswa terlibat dalam proses penemuan</li> </ul>

### **G. Pendekatan *Discovery***

Menurut Sund, *discovery* adalah proses mental dimana siswa mampu mengasimilasikan suatu konsep atau prinsip. Yang dimaksudkan dengan proses mental tersebut antara lain ialah: mengamati, mencerna, mengerti, menggolong-golongkan, membuat dugaan, menjelaskan, mengukur, membuat kesimpulan dan sebagainya. Dalam teknik ini siswa dibiarkan menemukan sendiri atau mengalami proses mental itu sendiri, guru hanya membimbing dan

memberikan intruksi. Pendekatan discovery atau discovery approach adalah pendekatan yang dipopulerkan pertama kali oleh Jerome Bruner. Pendekatan discovery merupakan pendekatan mengajar yang memerlukan proses mental, seperti mengamati, mengukur, menggolongkan, menduga, menjelaskan, dan mengambil kesimpulan. Pada kegiatan discovery guru hanya memberikan masalah dan siswa disuruh memecahkan masalah melalui percobaan. Keterampilan mental yang dituntut lebih tinggi dari pada *discovery* antara lain: merancang dan melakukan percobaan, mengumpulkan dan menganalisis data, dan mengambil kesimpulan.

Kelebihan Pendekatan *Discovery (Discovery Approach)*.

- a. pengetahuan yang diperoleh dapat bertahan lebih lama dalam ingatan, atau lebih mudah diingat, dibandingkan dengan cara-cara lain,
- b. dapat meningkatkan penalaran siswa dan kemampuan untuk berpikir, karena mereka harus menganalisis dan memanipulasi informasi untuk memecahkan permasalahan,
- c. dapat membangkitkan keingintahuan siswa, memotivasi siswa untuk bekerja terus sampai mereka menemukan jawabannya. Pendekatan *discovery (discovery approach)* sebagai sebuah teori belajar yang dapat didefinisikan sebagai belajar, yang terjadi bila pelajar tidak disajikan dengan pelajaran dalam bentuk finalnya, tetapi diharapkan untuk mengorganisasikan sendiri.

## **1. Implementasi Discovery Approach**

Apabila dalam suatu proses pembelajaran digunakan pendekatan penemuan, berarti dalam kegiatan belajar mengajar siswa diberi kesempatan untuk menemukan sendiri fakta dan konsep tentang fenomena ilmiah. Penemuan tidak terbatas pada menemukan sesuatu yang benar-benar baru. Pada umumnya materi yang akan dipelajari sudah ditentukan oleh guru, demikian pula situasi yang menunjang proses pemahaman tersebut. Siswa akan melakukan kegiatan secara langsung berhubungan dengan hal yang ditemukan. Dengan pendekatan penemuan ini dibedakan menjadi penemuan terpimpin (*guided discovery*) dan penemuan terpimpin yang kurang terstruktur (*less structured guided discovery*), dan penemuan bebas (*free discovery*).

Pada penemuan terbimbing guru mengemukakan masalah, memberi pengarahan mengenai pemecahan, dan membimbing siswa dalam hal mencatat data. Sebagai contoh dalam proses memahami struktur tubuh serangga, guru menyiapkan kaca pembesar dan sejenis kumbang. Siswa diminta mengamati kumbang dengan menggunakan kaca pembesar tersebut. Setelah beberapa lama mengamati, siswa diminta melaporkan kesimpulan dan hasil pengamatannya. Jika ditemukan perbedaan kesimpulan antara beberapa kelompok, dilakukan diskusi bersama untuk membahas permasalahan tersebut. Siswa diberi kesempatan untuk mengulangi pengamatan secara lebih teliti sehingga pada akhirnya dapat dicapai kesepakatan mengenai penemuan mereka. Pada penemuan terpimpin yang kurang terstruktur guru mengemukakan masalah, siswa diminta mengamati, mengeksplorasi dan melakukan kegiatan untuk memecahkan masalah. Sedangkan pada penemuan bebas, dari memunculkan masalah sampai pemecahan masalahnya dilakukan sendiri oleh siswa. Penemuan bebas ini pada

umumnya diarahkan bagi siswa yang lebih tua usianya dan lebih berpengalaman.

Ada lima tahapan yang harus ditempuh dalam melaksanakan pendekatan *discovery* (penemuan) yakni: (a) perumusan masalah untuk dipecahkan siswa. (b) menetapkan jawaban sementara atau lebih dikenal dengan istilah hipotesis. (c) siswa mencari informasi, data, fakta yang diperlukan untuk menjawab permasalahan/hipotesis. (d) menarik kesimpulan jawaban atau generalisasi, dan (e) mengaplikasikan kesimpulan/generalisasi dalam situasi baru.

## **2. Langkah-langkah Pembelajaran dengan Pendekatan Discovery Learning**

- a. Tahap 1. Persiapan  
Guru Menentukan tujuan pembelajaran, identifikasi karakteristik peserta didik (kemampuan awal, minat, gaya belajar, dan sebagainya).
- b. Tahap 2. Stimulasi/pemberian rangsangan  
Guru dapat memulai kegiatan PBM dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi bahan.
- c. Tahap 3. Identifikasi masalah  
Guru mengidentifikasi sumber belajardan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis.

- d. Tahap 4. Mengumpulkan data  
Guru membantu peserta didik mengumpulkan dan mengeksplorasi data.
- e. Tahap 5. Pengolahan data  
Guru membimbing peserta didik dalam kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya
- f. Tahap 6. Pembuktian  
Guru membimbing peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil
- g. Tahap 7. Menarik kesimpulan  
Guru membimbing peserta didik merumuskan prinsip dan generalisasi hasil penemuannya.

#### **H. Pendekatan Inkuiri**

Menurut Piaget, inkuiri merupakan pendekatan yang mempersiapkan peserta didik pada situasi untuk melakukan eksperimen sendiri secara luas agar melihat apa yang terjadi, ingin melakukan sesuatu, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari jawabannya sendiri, serta menghubungkan jawaban yang satu dengan yang lain, membandingkan apa yang ditemukannya dengan yang ditemukan peserta didik yang lain.

Kuslan dan Stone (dalam Iskandar, 1997) mendefinisikan “pendekatan inkuiri sebagai pengajaran dimana guru dan murid mempelajari peristiwa-peristiwa ilmiah dengan pendekatan dan jiwa para ilmuwan”. Hinrichsen (1999) juga menambahkan bahwa inkuiri mengandung dua makna utama yaitu inkuiri sebagai inti dari usaha ilmiah dan inkuiri



sebagai strategi untuk belajar mengajar IPA, sebagai strategi mengajar IPA inkuiri merupakan metode yang mengharuskan siswa untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuannya melalui pertanyaan mereka tentang suatu hal, kemudian merencanakan dan melakukan investigasi untuk menjawab pertanyaan tersebut, melakukan analisis dan mengkomunikasikan hasil penemuan mereka.

Proses-proses inkuiri adalah menemukan masalah, menyusun hipotesis, merencanakan eksperimen, melaksanakan eksperimen untuk menguji hipotesis, mensintesis pengetahuan, mengembangkan beberapa sikap yaitu sikap objektif, ingin tahu, terbuka dan bertanggung jawab. Pendekatan inkuiri merupakan pendekatan penemuan yang menuntut pengetahuan yang lebih kompleks dibandingkan pendekatan discovery. Pada pendekatan inkuiri siswa dengan proses mentalnya sendiri dapat menemukan suatu konsep, sehingga dalam menyusun rancangan percobaan dilakukan atas kemampuannya sendiri. Pada pendekatan inkuiri, permasalahan dilontarkan oleh guru, cara pemecahan masalah ditentukan oleh siswa, penemuan kesimpulan juga dilakukan oleh siswa.

Berdasarkan beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa pendekatan inkuiri sebagai suatu model pembelajaran yang terpusat pada siswa, yang mana siswa didorong untuk terlibat langsung dalam melakukan inkuiri, yaitu bertanya, merumuskan permasalahan, melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, berdiskusi dan berkomunikasi. Dengan demikian, siswa menjadi lebih aktif dan guru hanya berusaha membimbing, melatih dan membiasakan siswa untuk terampil berfikir (*minds-on activities*) karena mereka mengalami keterlibatan secara mental dan terampil secara fisik (*hands-on*

*activities*) seperti terampil merangkai alat percobaan dan sebagainya. Defenisi operasional dari pendekatan inkuiri adalah pendekatan yang mempersiapkan anak untuk melakukan eksperimen sendiri. Dalam arti luas, anak (siswa) dilatih untuk: (1) melihat apa yang terjadi; (2) melakukan sesuatu; (3) menggunakan simbol-simbol; (4) mengajukan pertanyaan dan mencari jawaban; dan (5) menghubungkan penemuan-penemuan yang satu dengan yang lain.

Bruner menyebutkan beberapa keunggulan pendekatan inkuiri antara lain: (1) dapat meningkatkan potensi intelektual siswa; (2) hasil penemuan membuat siswa puas (intelektual, intrinsik); (3) memperpanjang proses ingatan atau ingatan siswa lebih lama; dan (4) melatih siswa melakukan proses penemuan.

### **1. Tahapan Inkuiri**

Inkuiri terdiri dari 5 tahap yaitu fase bertanya (*Ask*), fase penyelidikan (*investigate*), menghasilkan (*create*), diskusi (*discuss*), dan refleksi (*reflect*). Sintaks proses inkuiri disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sintaks Proses Inkuiri

---

#### **Tahapan Proses Inkuiri**

---

##### **2. Fase bertanya (*Ask*)**

Siswa:

- Berkeinginan untuk menemukan sesuatu. Mulai bertanya tentang apa yang hendak diketahui (yang menjadi fokus pada tahap ini adalah munculnya pertanyaan atau masalah).
- Mulai untuk menggambarkan dan menguraikan apa artinya.

##### **3. Fase penyelidikan (*Investigate*)**

Siswa:

- Apa yang dipikirkannya itu diwujudkan dalam tindakan.
  - Mulai untuk mengumpulkan informasi, meneliti, mempelajari, bereksperimen, dan mengobservasi (langkah mengumpulkan informasi menjadi suatu proses memotivasi diri yang secara keseluruhan dimiliki oleh siswa yang terlibat).
4. Fase menghasilkan (*Create*)
- Siswa:
- Informasi yang telah didapat, pada tahap ini digabungkan. Siswa mulai membuat hubungan. (kemampuan pada tahap ini adalah untuk mensintesis pemahaman yang merupakan percikan kreativitas yang membentuk semua pengetahuan baru).
  - Melakukan tugas yang kreatif membentuk pemahaman baru, gagasan, dan teori yang signifikan diluar pengalaman utamanya.
5. Fase diskusi (*Discuss*)
- Siswa:
- Mulai berbagi gagasan baru mereka dengan orang lain.
  - Mulai untuk bertanya pada yang lain tentang investigasi dan pengalaman mereka sendiri. (bertukar pikiran, mendiskusikan kesimpulan, dan berbagai pengalaman merupakan semua contoh tindakan dalam proses ini).
6. Fase refleksi (*Reflect*)
- Siswa:
- Menggunakan waktunya untuk melihat kembali permasalahan awal atau permasalahan baru.
  - Pada tahap ini memungkinkan untuk kembali pada tahap 1 dan selanjutnya hingga didapatkan penyelesaian yang lebih berarti.
- 

## **I. Pendekatan Sejarah (IPA)**

Mengajar dengan pendekatan sejarah berarti menyampaikan materi ajar dengan memberikan uraian tentang pribadi para ahli dalam mengadakan penelitian-penelitian, sehingga teori-teori atau hukum-hukum diketahui sekarang ini. Urutan penyampaian bahan adakalanya dilaksanakan atas dasar perkembangan secara rekapitulasi sejarah (seperti konsep atom).

Dengan pendekatan sejarah, siswa ditunjukkan bahwa segala pemecahan masalah dalam alam ini berlambat-lambat, bertahap-tahap, sering memerlukan ketekunan, ada pengorbanan. Disamping itu tidak keberatan yang mutlak sifatnya di dunia ini. Implikasinya, guru harus kaya bahan bacaan, tentang sejarah para ahli dan penemuannya.

## **J. Pendekatan Pemecahan Masalah**

Isu paling penting yang dikemukakan Bruner dialamatkan pada bagaimana menstimulasi dan mendorong siswa di kelas untuk berpikir (Howe, 1993). Pemecahan masalah, *problem solving*, merupakan satu cara nyata untuk mendorong mereka berpikir.

Menurut Killen (1998) pemecahan masalah digunakan sebagai strategi mengajar yang esensinya adalah:

1. Peserta didik bekerja secara individu atau dalam kelompok kecil,
2. Tugas belajar mereka adalah satu yaitu memerlukan beberapa masalah nyata untuk dipecahkan, mereka lebih menyukai suatu masalah yang mempunyai berbagai kemungkinan penyelesaian,
3. Peserta didik menggunakan bermacam-macam pendekatan belajar,
4. Hasil pemecahan masalah disebarluaskan di antara peserta didik.

Peran utama guru dalam belajar berbasis masalah tersebut adalah:

1. Membatasi situasi permasalahan sehingga peserta didik memahami apa yang harus mereka kerjakan,
2. Mengarahkan peserta didik pada sumber-sumber yang akan membantu mereka untuk menyelesaikan masalah,
3. Memfasilitasi proses sehingga peserta didik bekerja pada permasalahan,
4. Mendorong partisipasi peserta didik,
5. Membantu peserta didik tetap pada permasalahan yang ditentukan, dan
6. Memberikan umpan balik yang membangun untuk memeriksa sejumlah alasan siswa.

#### **K. Pendekatan Konstruktivistik**

Pendekatan konstruktivisme merupakan proses pembelajaran yang menerangkan bagaimana pengetahuan disusun dalam pemikiran pelajar. Pengetahuan dikembangkan secara aktif oleh pelajar itu sendiri dan tidak diterima secara pasif dari orang disekitarnya. Hal ini bermakna bahwa pembelajaran merupakan hasil dari usaha pelajar itu sendiri dan bukan hanya ditransfer dari guru kepada pelajar. Hal tersebut berarti siswa tidak lagi berpegang pada konsep pengajaran dan pembelajaran yang lama, dimana guru hanya menuangkan atau mentransfer ilmu kepada siswa tanpa adanya usaha terlebih dahulu dari siswa itu sendiri.

Di dalam kelas konstruktivisme, para siswa diberdayakan oleh pengetahuannya yang berada dalam diri mereka. Mereka berbagi strategi dan penyelesaian, debat antara satu dengan lainnya, berpikir secara kritis tentang cara terbaik menyelesaikan setiap masalah. Dalam kelas

konstruktivis seorang guru tidak mengajarkan kepada anaknya bagaimana menyelesaikan persoalan, namun mempresentasikan masalah dan mendorong (*encourage*) siswa untuk menemukan cara mereka sendiri dalam menyelesaikan permasalahan. Pada saat siswa memberikan jawaban, guru mencoba untuk tidak mengatakan bahwa jawabannya benar atau tidak benar. Namun guru mendorong siswa untuk setuju atau tidak setuju kepada ide seseorang dan saling tukar menukar ide sampai persetujuan dicapai tentang apa yang dapat masuk akal siswa (Suherman, 2003).

Woolfolk (2005) mengemukakan definisi pendekatan konstruktivistik sebagai “pembelajaran yang menekankan pada peran aktif siswa dalam membangun pemahaman dan memberi makna terhadap informasi dan peristiwa yang dialami”. Definisi lain yang dikemukakan oleh Gagnon dan Collay (2001) bahwa “pendekatan konstruktivistik merujuk kepada asumsi bahwa manusia mengembangkan dirinya dengan cara melibatkan diri baik dalam kegiatan secara personal maupun sosial dalam membangun ilmu pengetahuan”. Konstruktivisme memiliki keterkaitan yang erat dengan metode pembelajaran penemuan (*discovery learning*), dan konsep belajar bermakna (*meaningful learning*). Kedua metode belajar ini berada dalam konteks teori belajar kognitif.

Merrill mengemukakan asumsi-asumsi konstruktivisme adalah sebagai berikut: (1) Pengetahuan dikonstruksi dari pengalaman; (2) Pembelajaran adalah sebuah interpretasi personal terhadap dunia; (3) Pembelajaran adalah sebuah proses aktif yang di dalamnya makna dikembangkan atas dasar pengalaman; (4) Pertumbuhan konseptual datang dari negosiasi makna, pembagian perspektif ganda, dan perubahan bagi representasi internal kita melalui pembelajaran kolaboratif; dan (5) Pembelajaran harus

disituasikan dalam setting yang realistis; pengujian harus diintegrasikan dengan tugas dan bukan sebuah aktivitas yang terpisah.

Steffe dan Kieren (1995) mengungkapkan beberapa prinsip pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme diantaranya bahwa observasi dan mendengar aktivitas serta pembicaraan matematika siswa adalah sumber yang kuat dan petunjuk untuk mengajar, untuk kurikulum, dan untuk cara-cara dimana pertumbuhan pengetahuan siswa dapat dievaluasi.

Ciri-ciri dan Karakteristik Pendekatan Konstruktivisme. Dalam konstruktivisme proses pembelajaran senantiasa “*problem centered approach*” dimana guru dan siswa terikat dalam pembicaraan yang mempunyai makna matematika. Ciri-ciri tersebutlah yang akan mendasari pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme. (Suherman, 2003).

Menurut Hudojo (Hermayani, 2008), ada empat ciri yang harus dimunculkan dalam proses pembelajaran matematika menurut pandangan konstruktivisme yaitu sebagai berikut:

1. Pembelajar harus terlibat secara aktif dalam belajarnya.
2. Pembelajar belajar materi matematika secara bermakna dengan bekerja dan berpikir;
3. Informasi baru harus diikutsertakan dengan informasi lama sehingga menyatu dengan struktur kognitif yang dimiliki oleh pembelajar;
4. Orientasi pembelajarannya berdasarkan pemecahan masalah.

## **L. Pendekatan Kontekstual**

### **1. Hakekat Pembelajaran Kontekstual**

Pembelajaran *contextual teaching and learning* (CTL) adalah suatu konsepsi yang membantu guru mengaitkan konten mata pelajaran dengan situasi dunia nyata, dan memotivasi siswa membuat hubungan antara pengetahuan atau penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat (Trianto, 2009). Dengan pendekatan kontekstual proses pembelajaran diharapkan berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan siswa bekerja dan mengalami, bukan transfer pengetahuan dari guru ke siswa (Nurdin, 2009). Strategi pembelajaran lebih dipentingkan dari pada hasil.

Dalam konteks ini siswa perlu mengerti apa makna belajar, apa manfaatnya, dalam status apa mereka, dan bagaimana mencapainya. Mereka sadar bahwa yang mereka pelajari berguna bagi kehidupannya nanti. Dengan begitu mereka memosisikan sebagai diri sendiri yang memerlukan suatu bekal untuk hidupnya kemudian. Mereka mempelajari apa yang bermanfaat bagi dirinya dan berupaya menggapainya. Dalam upaya itu, mereka memerlukan guru sebagai pengarah dan pembimbing.

Dalam kelas kontekstual, tugas guru adalah membantu siswa mencapai tujuannya. Maksudnya, guru lebih banyak berurusan dengan strategi dari pada memberi informasi. Tugas guru mengelola kelas sebagai sebuah tim yang bekerja bersama untuk menemukan sesuatu yang baru bagi anggota kelas atau siswa. Sesuatu yang baru (pengetahuan dan keterampilan) datang dari “menemukan sendiri”, bukan dari “apa kata guru”. Begitulah peran guru di kelas yang dikelola dengan pendekatan kontekstual.

Belajar dan pembelajaran kontekstual adalah sebuah pendekatan yang sangat bagus untuk pendidikan keterampilan kehidupan. Pendidikan keterampilan dalam



kehidupan berfokus pada memberikan siswa keterampilan berbeda yang mereka perlukan dalam hidup. Pembelajaran kontekstual membantu siswa menghubungkan isi pelajaran yang sedang mereka pelajari di kelas pada kehidupan nyata dan membantu mereka menemukan makna dan relevansi pembelajaran. Pendekatan tersebut juga membantu mereka melihat hubungan antara sekolah dan kehidupan mereka sebagai anggota keluarga, pembelajaran seumur hidup, warga negara dan pekerja keluarga (Trianto, 2009).

Kontekstual hanya sebagai sebuah pendekatan. Seperti pendekatan pembelajaran yang lain, makna kontekstual dikembangkan dengan tujuan agar pembelajaran lebih produktif dan bermakna. Pendekatan kontekstual dapat dijalankan tanpa harus merubah kurikulum dan tatanan yang ada.

## **2. *Komponen Pendekatan Kontekstual***

Pembelajaran kontekstual CTL terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu

- a. Konstruktivisme (*contrucvism*) yaitu pengetahuan yang dibangun oleh manusia sedikit demi sedikit, yang hasilnya diperluas melalui konteks yang terbatas dan tidak sekonyong-konyong. Pengetahuan bukanlah seperangkat fakta-fakta, konsep, atau kaidah yang siap untuk diambil dan diingat dan mengkonstruksi pengetahuan itu dan memberi makna melalui pengalaman nyata;
- b. Inkuiri (*inkuir*) merupakan bagian inti dari kegiatan pembelajaran berbasis kontekstual. Pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh siswa diharapkan bukan hasil mengingat seperangkat fakta-fakta, tetapi hasil dari menemukan sendiri. Guru harus selalu merancang

- kegiatan yang merujuk pada kegiatan menemukan, apapun materi yang diajarkannya;
- c. Bertanya (*questioning*) merupakan strategi utama yang berbasis kontekstual. Bertanya dalam pembelajaran dipandang sebagai kegiatan guru untuk mendorong, membimbing, dan menilai kemampuan berfikir siswa. Kegiatan bertanya merupakan bagian paling penting dalam melaksanakan pembelajaran yang berbasis inkuiri, yaitu menggali informasi, mengkonfirmasi apa yang sudah diketahui, dan mengarahkan perhatian pada aspek yang belum diketahuinya;
  - d. Masyarakat belajar (*learning community*). Dalam prosesnya, masyarakat belajar bisa terjadi apabila ada proses komunikasi dua arah. Seorang guru yang mengajari siswanya bukan contoh masyarakat belajar karena komunikasi hanya terjadi satu arah yaitu informasi hanya datang dari guru kearah siswa, tidak ada arus informasi yang perlu dipelajari guru yang datang dari arah siswa;
  - e. Pemodelan (*modeling*). Dalam pembelajaran kontekstual, guru bukan satusatunya model. Pemodelan dapat dirancang dengan melibatkan siswa. Seseorang bisa ditunjuk untuk memodelkan sesuatu berdasarkan pengalaman yang diketahuinya. Model dapat juga didatangkan dari luar yang ahli bidangnya, misalnya mendatangkan seseorang perawat untuk memodelkan cara menggunakan termometer untuk mengukur suhu tubuh pasien;
  - f. Refleksi (*reflection*), adalah cara berfikir tentang apa yang baru dipelajari atau berfikir kebelakang tentang apa-apa yang sudah kita lakukan dimasa yang lalu. Siswa mengendapkan apa yang baru dipelajarinya

sebagai struktur pengetahuan yang baru, yang merupakan pengayaan atau revisi dari pengetahuan sebelumnya. Refleksi merupakan respons terhadap kejadian, aktivitas, atau pengetahuan yang baru diterima; dan

- g. Penilaian sebenarnya (*authentic assessment*) adalah proses pengumpulan berbagai data yang bisa memberikan gambaran perkembangan belajar siswa (Trianto, 2009).

Gambaran perkembangan belajar siswa perlu diketahui guru agar bisa memastikan bahwa siswa mengalami proses pembelajaran dengan benar. Penilaian autentik menilai pengetahuan dan keterampilan (*performance*) yang diperoleh siswa. Penilai tidak hanya guru, tetapi bisa juga teman lain atau orang lain. Karakteristik penilaian autentik antara lain: dilaksanakan selama dan sesudah proses pembelajaran berlangsung; bisa digunakan untuk formatif maupun sumatif; yang diukur keterampilan dan performansi, bukan mengingat fakta; berkesinambungan; terintegrasi; dan dapat digunakan sebagai *feedback*. Dalam penerapannya, pembelajaran dengan pendekatan CTL harus menerapkan seluruh komponen tersebut (Trianto, 2009).

## Tugas Rutin

1. Siklus belajar terdiri dari tiga fase, sebutkan dan jelaskan ketiga fase tersebut!
2. Secara filosofi, pembelajaran terpadu dapat dipandang sebagai, sebutkan!
3. Uraikan apa saja yang menjadi kajian keterampilan-keterampilan berproses dalam kerja ilmiah.
4. Bedakan langkah-langkah model pembelajaran antara pendekatan deduktif dengan pendekatan induktif!
5. Apa yang dimaksud dengan pendekatan induktif dan deduktif!
6. Uraikan dasar pertimbangan pemilihan pendekatan induktif dan deduktif!
7. Uraikan langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan *discovery learning*!
8. Uraikan langkah-langkah pembelajaran dengan pendekatan inkuiri!
9. Uraikan perbedaan pendekatan *discovery* dengan pendekatan inkuiri!
10. Jelaskan keunggulan dari pendekatan kontekstual!



**BAB IX**

**METODE-METODE MENGAJAR IPA**

## **A. Pendahuluan**

Metode dapat dianggap suatu prosedur atau proses yang teratur, suatu jalan atau cara yang teratur untuk melakukan segala sesuatu. Atau suatu rencana menyeluruh bagi penyampaian bahan pelajaran yang bagian-bagiannya tak kontradiksi dan semuanya berdasarkan pendekatan terpilih. Kalau pendekatan bersifat aksiomatis maka metode bersifat prosedural. Ada pendapat yang menyatakan jika kita akan menghitung berapa metode mengajar yang ada, maka kita akan berada pada satu bilangan yang fantastis. Bahwa ada pula pendapat yang menyatakan bahwa metode mengajar dengan berbagai variasi itu akan sama banyaknya jumlah guru yang ada. Walaupun demikian kita mengenal adanya penggolongan metode-metode mengajar.

## **B. Metode Ceramah**

Metode ceramah disebut metode memberitahukan atau metode kuliah (*lecture method*) karena banyak dipergunakan di perguruan tinggi. Sebenarnya bukan hanya menyampaikan fakta-fakta tetapi menguraikan mengenai suatu masalah. Mendengar ceramah dapat merupakan suatu pengalaman yang berharga, dengan itu siswa dapat ide atau pengetahuan yang kadang-kadang tidak diperoleh dengan cara lain. Ceramah memerlukan kompetensi intelektual yang tinggi baik di pihak siswa maupun guru yang terus menerus mempunyai kontak dengan siswa.

Metode ceramah memiliki kelebihan, antara lain: (1) sejumlah besar bahan pelajaran dapat diselesaikan dalam waktu singkat; (2) untuk menyampaikan sesuatu yang sulit disampaikan dengan cara yang lain umpama di sekolah yang kurang lengkap alat-alat dan buku perpustakaan; (3) baik untuk apersepsi, yaitu untuk memulai pelajaran guru

menyegarkan kembali apa yang telah dipahami; (4) lebih membangkitkan minat, hasrat, antusiasme, emosi, dan apersepsi pada anak untuk sesuatu hal; dan (5) memberikan keterangan kepada anak untuk memecahkan suatu masalah jika mengalami kesulitan dan baik sebagai penutup pada akhir pelajaran dengan membuat rangkuman dan kesimpulan-kesimpulan.

Metode ini juga memiliki beberapa kelemahan, seperti (1) pengajaran berpusat pada guru (*teacher centre*). Sedangkan pada pendidikan sekarang ditekankan pada belajar aktif dengan semboyan "*learning by doing*"; (2) timbulnya bahaya verbalisme, penyakit terbesar yang dihadapi sekolah, dimana orang dapat mengucapkan sesuatu tapi tak pernah melihat atau memahami apa yang diucapkannya, akibatnya pelajarannya terpisah dari dunia nyata; (3) tidak memberi kesempatan berbuat dan berpikir untuk memecahkan masalah. Anak dipaksa mengikuti jalan pikiran guru; (4) kurang memberikan kesempatan kepada anak untuk mengembangkan kecakapan mengeluarkan kecakapannya sendiri; dan (5) kurang memberikan kesan konkrit.

### **C. Metode Diskusi**

Diskusi adalah perundingan untuk bertukar pikiran (bahas membahas) dalam suatu masalah. Suatu pembicaraan dapat disebut diskusi apabila paling sedikit ada dua orang yang terlibat dalam membahas suatu masalah sehingga terjadi komunikasi dua arah atau lebih.

Metode diskusi memiliki kelebihan seperti, (1) terjadi proses belajar individual yang baik; (2) dapat menumbuhkan dan meningkatkan rasa kesetiakawanan dalam membahas suatu topik; (3) adanya peningkatan penguasaan topik dari

yang didiskusikan; (4) adanya kemampuan bicara, mengemukakan pendapat yang logis dan sistematis; dan (5) mengembangkan rasa kemampuan diri, karena setidaknya pendapatnya diperhatikan forum.

Metode ini juga memiliki kelemahan-kelemahan, antara lain: (1) tidak baik bila dipakai untuk memulai pokok bahasan baru; (2) bagi anggota didkusi yang kemampuannya minim dimungkinkan kemampuan dirinya tidak berkembang; dan (3) memperbesar peluang titik pusat perhatian yang tidak sesuai dengan pokok permasalahan.

#### **D. Metode Tanya Jawab**

Metode bertanya lebih bersifat aktivitas verbal pada kebanyakan kelas guru mendominasi aktivitas verbal itu. Kita mengenal tiga strategi bertanya yaitu: (1) pertanyaan untuk meningkatkan peran serta verbal pada siswa, sementara pembicaraan guru dikurangi; (2) pertanyaan tertutup dan pertanyaan terbuka; dan (3) pertanyaan untuk meratakan peran serta siswa.

Metode bertanya memiliki keunggulan, antara lain: (1) pertanyaan baik dapat merangsang daya siswa; (2) pertanyaan yang dapat menyentuh struktur kognitif mulai dari taraf ingatan sampai taraf evaluasi, sehingga daya nalar dapat terlatih; dan (3) guru dapat menentukan dengan tepat konsep dasar anak yang menjadi prasyarat penguasaan materi tertentu.

Metode ini juga memiliki kelemahan, seperti: (1) penggunaan waktu untuk tanya jawab yang lama diragukan dapat memberi manfaat lebih dibandingkan metode lain, dan (2) tidak akan berjalan efektif kalau latar belakang siswa kurang terbiasa mengajukan pertanyaan.

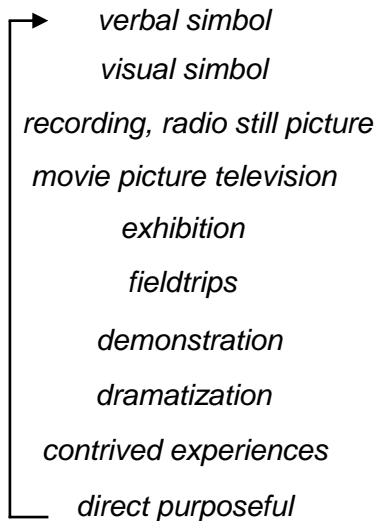


## **E. Metode Demonstrasi**

Demonstrasi adalah metode yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti papan tulis, papan panel, dan sebagainya. Guru memperlihatkan bagaimana sesuatu itu berlangsung, misalnya pembuatan es, membuat hitungan aljabar. Alat demonstratif yang sangat penting dalam pengajaran adalah papan tulis. Demonstratif adalah suatu metode yang dapat diefektifkan untuk menjembatani pengalaman konkrit ke-arah pengalaman yang abstrak. Pembagian pengalaman menurut tingkat abstraknya dan alat-alat yang berhubungan, dikemukakan dalam bentuk “kerucut pengalaman”.

Metode demonstrasi mempunyai kelebihan, antara lain: (1) menambah kegiatan belajar murid yang aktif; (2) menghemat waktu belajar; (3) hasil belajar lebih permanen; (4) membantu anak-anak yang ketinggalan pelajaran; (5) memberi alasan yang wajar untuk belajar karena membangkitkan minat, perhatian, aktivitas murid; (6) membantu anak memperhatikan kelangsungan proses; (7) dapat mengarahkan pusat perhatian pada suatu lajur cerita; (8) dapat menghindari bahaya yang mungkin akan terjadi bila dilakukan oleh siswa; dan (9) dapat mengatur persiapan yang memadai.

Sementara kelemahan dari metode ini antara lain: (1) peran serta siswa terbatas, (2) siswa kurang akrab dengan apa yang didemonstrasikan, (3) terkadang siswa tidak mengikuti jalannya demonstrasi dengan baik, dan (4) terkadang menyebabkan siswa terlalu yakin akan kebenaran yang tak dapat dibantah.



Keterangan: 1-5 berbuat, 6-8 mengamati, dan 9-10 menggunakan lambang.

#### **F. Metode *Discovery***

Metode penemuan mementingkan pengajaran seseorang, manipulasi objek, percobaan sebelum sampai kepada regeneralisasi. Sebelum siswa sadar akan pengertian, guru tidak menjelaskan dengan kata-kata. Siswa dituntut dapat mengasimilasikan suatu konsep atau prinsip. Metode penemuan berkembang dari gerakan pendidikan progresif dan pendekatan yang berpusat pada anak.

Metode *discovery* mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Dapat membantu siswa mengembangkan penguasaan keterampilan dan proses kognitifnya andaikan terus dalam penemuan; (2) Pengetahuan yang diperoleh sangat pribadi sifatnya dan merupakan suatu pengetahuan yang sangat

kukuh; (3) Membnagkitkan gairah para siswa dengan jerih payahnya pendidikan; (4) Memberi kesempatan kepada siswa untuk berbuat sesuai dengan kemampuannya; (5) Menyebabkan siswa mengarahkan sendiri cara belajarnya sehingga ia lebih termotivasi; (6) Dapat membantu memperkuat pribadi siswa dengan bertambahnya kepercayaan pada dirinya sendiri malalui prosespenemuan; (7) Memungkinkan siswa sanggup mengatasi kondisi yang mengecewakan; (8) Memberi kesempatan kepada anak dan guru berpartisipasi sebagaisesama dalam mengecek ide dalam arti guru menjadi teman belajar; dan (9) Membantu perkembangan siswa menuju skeptisisme yang sehat.

Sementara kelemahan metode ini adalah: (1) Dipersyaratkan keharusan adanya persiapan mental yang baik untuk belajar ini, (2) Kurang berhasil untuk mengajar kelas besar, (3) Mungkin dapat mengecewakan guru dan siswa yang sudah biasa dengan perencanaan dan pengajaran secara tradisional, (4) Dipandang terlalu mementingkan pengertian dan kurang memperhatikan diperolehnya sikap dan keterampilan, (5) Dalam beberapa ilmu (misalnya IPA) fasilitas yang dibutuhkan untuk mencoba ide yang mungkin tidak ada, dan (6) Tidak memberikan kesempatan untuk berpikir kreatif kalau pengertian yang akan ditemukan telah diseleksi lebih dahulu oleh guru.

### **G. Metode Penugasan**

Metode penugasan adalah pemberian tugas yang menyebabkan siswa melakukan kegiatan di luar jadwal tatap muka di sekolah. Pengajaran harus dibangun atas pengetahuan yang telah ada.

Metode penugasan mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Memungkinkan siswa mendapatkan dan kecepatannya

sendiri untuk memperoleh pengertian; (2) Menitikberatkan tanggung jawab; (3) Memberi kesempatan untuk mendalami lebih intensif suatu problema; (4) Siswa dapat tidak hanya di sekolah tetapi dimana saja yang mungkin; (5) Setiap siswa mendapatkan kesempatan untuk ikut mencari dan mengolah bahan pelajaran; dan (6) Hubungan sosial siswa dapat berkembang.

Sementara kelemahan metode ini adalah: (1) Hanya dapat dikerjakan dengan baik oleh siswa yang mampu mengarahkan sendiri kegiatan belajar mereka, (2) Menjadikan siswa dan guru menganggap dengan melaksanakan tugas mudah menguasai materi tersebut, dan (3) Siswa dapat mencontoh tugas temannya tanpa dapat memahami isinya.

#### **H. Metode *Expository***

Metode *expository* hampir sama dengan *discovery* dalam hal tujuan, isi, dan prosedur seperti yang dikemukakan dalam *method for teaching:.... expository and discovery, and Procedures...* (David Jacobsen, 1989). *Discovery* lebih berpusat pada siswa sedangkan *expository* lebih berpusat pada guru.

Metode *expository* mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Lebih efisien dalam waktu; (2) Memungkinkan guru menyelesaikan materi lebih banyak untuk suatu topik; dan (3) Bagi guru pengalaman kekuatan memfokuskan pelajaran sering menjadi sumber keberhasilan.

Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Kemungkinan bisa berubah menjadi ceramah dalam komunikasi yang satu arah yang dapat mematikan perhatian siswa, dan (2) memungkinkan siswa banyak menghafal tanpa memahami konsep.

## **I. Metode Eksperimen**

Dalam arti luas, banyak aktifitas yang dapat digolongkan sebagai eksperimen. Eksperimen kerja dan eksperimen kerja laboratorium (alam dan ruangan) adalah bagian yang tak terpisahkan dari ilmu pengetahuan alam. Eksperimen yang sebenarnya bersangkutan dengan pemikiran yang cukup lanjut, dimana siswa berlatih mengenali dan merumuskan masalah, mereka berkesempatan bekerja sendiri secara bebas yang pada akhirnya mereka mungkin mampu pula melakukan penelitian orisinal.

Metode eksperimen mempunyai kelebihan, antara lain:

(1) Menghindari bahaya verbalisme dalam belajar; (2) Memberikan tantangan yang kompleks pada siswa untuk memecahkan masalah; (3) Memberikan peluang lebih besar dalam melatih daya nalar, imajinasi, dan berpikir orisinal dalam mencari kebenaran; (4) Siswa menyadari kemampuan dirinya secara nyata dan mengetahui taraf kemajuan bidang ilmu yang dipelajarinya; (5) Menumbuhkan kemampuan memahami interdisipliner berbagai bidang ilmu; (6) Menumbuhkan sikap ilmiah yang tinggi; dan (7) Dapat menunjukkan hasil belajar yang lebih kompleks dalam aspek kognitif, afektif, dan psikomotor.

Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Diperyaratkan keharusan adanya persiapan mental dan pengetahuan yang cukup, (2) Tidak setiap materi bisa dieksperimenkan, (3) Memerlukan waktu persiapan yang relatif lama, (4) Hanya dapat dilakukan pada tempat dan objek tertentu saja, dan (5) Memerlukan peralatan dan bahan yang relatif mahal.

## **J. Metode *Problem Solving***

Metode ini banyak digunakan dalam masalah IPA. Dapat diterapkan misalnya pada laboratorium, kerja lapangan, demonstrasi, dan eksperimen. Dalam pemecahan masalah ini guru perlu mentoleransikan jika ada siswa yang menyimpang dari tugas yang diberikan mengingat siswa sering menemukan masalah lain yang menarik dan ia ingin menelusurinya.

Metode *problem solving* mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Siswa lebih leluasa menerapkan prinsip dan cara-cara seperti trial dan error, induktif, deduktif, eksperimen, observasi, dan sebagainya; (2) Dalam mencari jawaban siswa tak terikat dengan prosedur atau langkah-langkah yang sudah ada; (3) Merangsang panalaran yang lebih kritis; dan (4) Guru tak perlu banyak mendampingi siswa sehingga siswa lebih menumbuhkan kemandirian siswa.

Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Memungkinkan adanya siswa yang menyimpang dari topik tugas yang diberikan, dan (2) Siswa yang kurang kreatif akan sangat banyak ketinggalan dengan teman-temannya.

## **K. Metode Karyawisata**

Metode karyawisata adalah suatu rencana keseluruhan dalam mengunjungi suatu objek wisata yang bertujuan untuk memperluas cakrawala pengetahuan siswa terhadap beberapa topik permasalahan yang telah dirumuskan oleh guru dan siswa.

Metode karyawisata mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Siswa relatif bebas menentukan objek yang dianggapnya menarik untuk dipelajari; (2) Suasana belajar lebih alami dan menyenangkan baik bagi guru maupun bagi siswa; (3) Siswa dapat dengan mudah memahami suatu konsep atau prinsip karena mengamati langsung fenomena masalah yang sedang

dipelajari; (4) Guru mampu memahami kemampuan pemahaman siswa terhadap sesuatu konsep atau prinsip lebih lengkap; dan (5) Guru dapat dengan jelas memahami kesulitan belajar siswa terhadap suatu masalah siswa relatif bebas menunjukkan penghayatannya terhadap suatu objek masalah.

#### **L. Metode Proyek**

Metode proyek adalah penugasan pemecahan masalah yang temanya ditetapkan bersama oleh guru dan siswa. Suatu proyek dimulai dengan sesuatu yang ingin dikerjakan oleh siswa tetapi secara global sebelumnya sudah direncanakan guru. Metode proyek mendorong siswa menghubungkan sebanyak mungkin pengetahuannya dari berbagai mata pelajaran untuk membahas suatu tema. Sehingga dapat memantapkan dan memperluas pengetahuan yang telah dipelajari dengan menerapkannya pada berbagai aspek kebudayaan.

Metode proyek mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih berarti karena berlangsung dapat mengapresiasi lingkungannya; (2) Memungkinkan penyaliran minat dan bakat siswa sehingga lebih terdorong untuk belajar; (3) Kegiatan proses belajar lebih bervariasi; (4) Mendorong siswa berpikir bebas; dan (5) Membuat prinsip-prinsip ilmiah lebih bermakna.

Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Baru berjalan baik, bila dengan perencanaan yang sangat terinci dan matang, (2) Memerlukan waktu yang relatif lama, (3) Diperlukan guru yang benar-benar mendalami ilmu dan mengenali interaksi belajar mengajar, dan (4) Siswa banyak memerlukan bantuan dan bimbingan guru.

## **M. Metode Pameran**

Metode pameran adalah suatu rencana tukar menukar informasi (berbagai pengalaman) dengan memamerkan suatu karya ilmiah atau hasil kerja proyek belajar.

Metode pameran mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Memberikan kesempatan langsung pada siswa untuk mengobservasi hasil kerja siswa lainnya atau para ilmuwan dewasa; (2) Merancang minat para siswa untuk terus mengembangkan bakatnya terhadap suatu objek pengetahuan; (3) Menumbuhkan persaingan sehat antara sesama siswa atau peserta pameran; dan (4) Memberikan tanggapan yang meluas terhadap karya yang dipamerkan.

Sementara kelemahan dari metode ini antara lain: (1) Relatif memerlukan waktu yang lama, (2) Menumbuhkan motif ekstrinsik lebih besar dari motif intrinsik bila pameran tersebut semata-mata memenangkan hadiah, dan (3) Tidak setiap materi bahasan dapat dipamerkan.

## **N. Metode *Team Teaching***

Metode *team teaching* adalah sistem penyampaian materi pelajaran yang dilakukan oleh beberapa orang narasumber yang tergabung dalam satu team. Perumusan tujuan, penilaian metode, penentuan waktu, alat, dan sampai rencana evaluasi dilakukan oleh team.

Metode *team teaching* mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Memberikan cakrawala yang luas pada siswa tentang ilmu yang dipelajari; (2) Suatu kondisi yang baik untuk memadukan konsep ilmu yang mungkin terjadi perbedaan antar sesama guru; dan (3) Materi yang diajarkan mencakup semua bahan. Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Memerlukan waktu relatif lama dan kematangan yang tinggi dalam perencanaan pengajaran, dan (2) Dapat



menimbulkan kesulitan dalam membuat perencanaan pangkaran yang baik.

## **O. Metode Simulasi**

*Simulate* artinya pura-pura atau seolah-olah. Jadi metode simulasi adalah proses belajar mengajar dengan melakukan proses kegiatan atau latihan dalam situasi tiruan terhadap fenomena kehidupan sehari-hari. Dengan demikian individu yang bersangkutan diharapkan mampu menghadapi kenyataan permasalahan hidup sehari-hari.

Metode simulasi mempunyai kelebihan, antara lain: (1) Aktifitas simulasi menyenangkan dan mendorong untuk berprestasi; (2) Memungkinkan eksperimen berlangsung tanpa memerlukan lingkungan yang sebenarnya; (3) Tidak memerlukan skill yang pelik; (4) Menimbulkan respon yang positif dari siswa yang kurang motivasinya; (5) Memungkinkan guru bekerja dengan tingkat abilitas siswa yang berbeda-beda; (6) Variasi interaksi yang ada dapat menimbulkan keutuhan yang sehat antarasesama siswa; (7) Mendatangkan berpikir kritis; dan (8) Mengurangi hal-hal yang terlalu abstrak, sebab walaupun mengenai abstraksi tapi muncul dalam bentuk aktifitas.

Sementara kelemahan dari metode ini adalah: (1) Epektifitas dalam memajukan belajar belum bisa dilaporkan oleh riset, (2) Berbiaya tinggi, (3) Validitasnya diragukan sebab sering tidak diikuti oleh elemen-elemen yang penting, (4) Menghendaki pengelompokan siswa yang fleksibel, begitu ruang kelas dari gedung, dan (5) Menghendaki banyak imajinasi dari guru dan siswa.

## Tugas Rutin

- 1 Uraikan kelebihan dan kelemahan metode ceramah!
- 2 Jelaskan syarat metode diskusi!
- 3 Ada tiga strategi bertanya dalam metode tanya jawab, sebutkan!
- 4 Uraikan kelebihan dan kelemahan metode demonstrasi!
- 5 Bedakan antara metode *Discovery* dengan metode *expository*!
- 6 Uraikan kelemahan metode eksperimen!
- 7 Apa yang dimaksud dengan metode karyawisata!
- 8 Apa yang dimaksud dengan metode *team teaching* dan apa kelebihanannya!
- 9 Uraikan kelebihan dan kelemahan metode *problem solving*!
- 10 Uraikan kelebihan dan kelemahan metode eksperimen!



**BAB X**

**TAKSONOMI PENDIDIKAN IPA DAN  
IMPLEMENTASINYA**

## A. Taksonomi Pendidikan IPA

Pembelajaran sains (IPA), termasuk bagi peserta didik sewajarnya dilaksanakan dengan cara khusus, sehingga mampu menampilkan pembelajaran sains yang efektif. Selama ini, sebagian besar dari berbagai pembelajaran termasuk sains didasarkan pada tiga ranah taksonomi Bloom, yaitu:

### a. Kognitif

Yaitu kawasan yang berkaitan aspek-aspek intelektual atau berfikir/nalar, di dalamnya mencakup: pengetahuan (*knowledge*), pemahaman (*comprehension*), penerapan (*application*), penguraian (*analysis*), memadukan (*synthesis*), dan penilaian (*evaluation*). Ranah kognitif mengurutkan keahlian berpikir sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Proses berpikir menggambarkan tahap berpikir yang harus dikuasai oleh siswa agar mampu mengaplikasikan teori kedalam perbuatan.

### b. Affektif

Yaitu kawasan yang berkaitan aspek-aspek emosional, seperti perasaan, minat, sikap, kepatuhan terhadap moral dan sebagainya, di dalamnya mencakup: penerimaan (*receiving/attending*), sambutan/tanggapan (*responding*), penilaian (*evaluating*), pengorganisasian (*organization*), dan karakterisasi (*characterization*).

### c. Psikomotorik

Yaitu kawasan yang berkaitan dengan aspek-aspek keterampilan yang melibatkan fungsi sistem syaraf dan otot (*neuronmuscular system*) dan fungsi psikis.

Dalam pelaksanaannya, pembelajaran berbasis ranah Bloom pun tidak seimbang dan tidak holistik yaitu umumnya hanya menitikberatkan pada tujuan ranah kognitif dan menghindari tujuan ranah afektif (Collete-Chiapetta, 1994). Sebagai akibatnya, pembelajaran berlangsung: (1) tidak menyenangkan, menimbulkan sikap negatif terhadap mata pelajaran sains; (2) pasif, didominasi ceramah guru; (3) monoton, tidak memberi peluang pengembangan kreatifitas; dan (4) tidak efektif, jumlah waktu yang disediakan belum maksimal termanfaatkan bagi pencapaian kompetensi peserta didik.

Allan J. MacCormack & Robert E. Yager (Prasetyo, 1998) sejak Tahun 1989 mengembangkan a new “*Taxonomy for Science Education*”: Lima ranah dalam taksonomi untuk pendidikan sains ini dipandang merupakan perluasan, pengembangan dan pendalaman tiga ranah Bloom, yang mampu meningkatkan aktifitas pembelajaran sains di kelas dan mengembangkan sikap positif terhadap mata pelajaran itu (Loucks-Horsley *et al.*, 1990). Lima ranah pendidikan sains tersebut adalah: (1) *knowledge domain*; (2) *process of science domain*; (3) *creativity domain*; (4) *attitudinal domain*; dan (5) *application and connection domain*.

Oleh karena itu, lima ranah untuk pendidikan sains perlu dikembangkan sebagai acuan pelaksanaan pembelajaran sains di sekolah-sekolah, walaupun sampai saat ini untuk ketiga ranah Bloom saja belum optimal dimunculkan dalam setiap kebanyakan pembelajaran. Melalui mata pelajaran sains berbasis lima ranah pendidikan sains peserta didik diharapkan tidak saja dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga berkembang sikap positif terhadap sains itu sendiri maupun dengan lingkungannya, serta menerapkan dan menghubungkannya

dalam kehidupan sehari-hari secara lebih aktif. Mengacu pada lima ranah tersebut, *attitudinal* domain merupakan ranah yang paling relevan dalam upaya pengembangan moral peserta didik. Melalui domain ini, rasa kemanusiaan, nilai-nilai, dan keterampilan mengambil keputusan dapat diperoleh dan dikembangkan.

*Attitudinal domain* mencakup: pengembangan sikap positif terhadap sains secara umum, sains di sekolah, dan para guru sains; pengembangan sikap positif terhadap diri sendiri, misalnya ungkapan yang mencerminkan rasa percaya diri "*I can do it!*"; pengembangan kepekaan, dan penghargaan, terhadap perasaan orang lain; dan pengambilan keputusan tentang masalah-masalah sosial dan lingkungan yang adil. *Attitudinal domain*, mampu mewujudkan *nurturant effect* (dampak pengiring) yang diyakini lahir dan berkembang dari scientific attitude (sikap ilmiah) Sikap ilmiah, menurut Collette (Sukarni, 2007) di antaranya adalah: rasa ingin tahu, tidak dapat menerima kebenaran tanpa bukti, terbuka, toleran, skeptis, optimistis, kreatif, berani, dan jujur.

Nilai-nilai ilmiah, dalam usaha membaca alam untuk menjawab hubungan sebab akibat, sains memiliki potensi pengembangan nilai-nilai individu. Pengkajian terhadap keteraturan sistem alam mendorong peningkatan kekaguman, keingintahuan terhadap alam, dan kekaguman akan kebesaran Tuhan yang menciptakannya. Nilai-nilai etika dan moral yang terpatri pada pembacaan alam ini akan berkembang dari dampak pengiring oleh sikap ilmiah di atas yang dibiasakan dan terbiasa penerapannya dalam perilaku keseharian *student as a scientist*.

## **B. Implementasi Taksonomi Pendidikan Sains dalam Pembelajaran**

Banyak teori belajar tidak cukup spesifik dan tidak memberi petunjuk untuk proses belajar mengajar. Kebanyakan teori belajar tidak spesifik membahas cara belajar sains (Berg, 1991). Akan tetapi, menurut Berg kemudian, sejak hampir 30 tahun lalu melalui salah satu mazhab psikologi kognitif yaitu *constructivism*, para ahli pendidikan mulai memanfaatkannya secara spesifik dalam proses belajar mengajar sains.

Horsley dan kawan-kawan menanamkan kelima domain dalam taksonomi pendidikan sains pada suatu model pembelajaran. Model pembelajaran mereka dipandang sebagai salah satu model pembelajaran berorientasi konstruktivistik yang bagus. Penerapannya di sekolah dapat meningkatkan kemampuan pengajaran konstruktivistik maupun lima ranah dalam taksonomi pendidikan sains. Model ini merefleksikan keunikan kualitas sains dan teknologi secara bersamaan melalui empat tahap pembelajaran yaitu: Tahap 1, peserta didik dipersilahkan untuk belajar. Tahap 2, kesempatan peserta didik menjawab pertanyaan mereka sendiri melalui observasi, pengukuran atau eksperimen. Tahap 3, peserta didik menyiapkan penjelasan dan penyelesaian, serta melaksanakan apa yang mereka pelajari. Tahap 4, memberi kesempatan peserta didik mencari kegunaan temuan mereka, dan menerapkannya dari apa yang telah mereka pelajari.

Disamping itu, MacCormack & Yager (1992) juga memberi contoh untuk masing-masing domain tersebut dalam berbagai aktifitas pembelajaran di kelas. Contoh khusus, aktivitas yang sarat dengan muatan etika dan moral terdapat dalam *attitudinal* domain sebagai berikut. Kepada peserta didik disajikan salah satu berita hangat di surat kabar yang memuat kasus Proyek Pembangunan PLTN di suatu daerah

di belahan bumi Nusantara ini. Beberapa orang anak berpendapat seharusnya pembangunan itu dihentikan saja, karena mencemari lingkungan dan bahaya akibat limbah nuklir yang digunakan bagi masyarakat sekitarnya. Beberapa yang lain menyetujui karena proyek itu menjadi salah satu solusi pasokan energi listrik yang akhir-akhir ini mulai berkurang. Sisanya berpendapat, bahwa pengadaan energi listrik upayakan melalui program *Solar Energy* atau *Energy Alternatives* lainnya. Peserta didik bekerja menghadapi dilema ini dalam diskusi kelompok, mempertimbangkan prokontra, moral dan etika dalam diskusi ini. Dengan melakukan kerja ini, peserta didik menyadari adanya beberapa tingkah laku atau sikap pribadi masing-masing dan teman mereka se kelas.



## Tugas Rutin

1. Sebutkan dan jelaskan tiga ranah pendidikan sains menurut taksonomi Bloom!
2. Menurut Allan J. MacCormack & Robert E. Yager, ada lima ranah pendidikan sains yang dapat dikembangkan. Sebutkan!
3. Dalam model pembelajaran berorientasi konstruktivistik, dikenal 4 tahap pembelajaran. Sebutkan!
4. Coba saudara jelaskan, bagaimana cara mengimplementasikan taksonomi pendidikan sains dalam pembelajaran!
5. Uraikan dampak yang muncul apabila hanya menitikberatkan pada tujuan ranah kognitif!



BAB XI

**PENDIDIKAN KARAKTER DAN  
PENGINTEGRASIANNYA DALAM  
PEMBELAJARAN IPA**

## **A. Pendidikan Karakter**

Uforia pendidikan karakter yang muncul akhir-akhir ini bukan tanpa sebab. Disadari, bahkan mungkin telah berpuluh tahun lalu Bangsa Indonesia resah memikirkan masyarakatnya yang makin hari makin merosot nilai karakternya. Oleh karena itu, wajar jika pendidikan karakter menjadi bagian penting dalam Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yaitu pada Pasal 3 menyatakan bahwa “Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab”.

Pun demikian, dalam rangka mengimplementasikan Undang-undang tersebut, di tingkat institusional seperti UNIMED telah berupaya pula mengusung pendidikan karakter ini. Adapun dalam tataran instruksional ini di setiap program studi berupaya untuk menginternalisasikan pendidikan karakter ke dalam setiap mata kuliah. Tentu, seperti layaknya “domino” secara teoritis upaya tersebut akan berdampak pada upaya khusus internalisasi pendidikan karakter ini ke dalam pelaksanaan pembelajaran sains (dan rumpun-rumpunnya). Sebab, sains diyakini berperan penting dalam pengembangan karakter warga masyarakat dan negara karena kemajuan produk sains yang amat pesat, kemampuan proses sains yang dapat ditransfer pada berbagai bidang lain, dan kekentalan muatan nilai, sikap, dan moral di dalam sains. Oleh karena itu, penting bagi kita, memfasilitasi peserta didik suatu proses

penanaman dan pembiasaan pendidikan karakter dalam pembelajaran sains. Maryati (2010) mengutip Hill (2002) bahwa "*Character determines someone's private thoughts and someone's actions done. Good character is the inward motivation to do what is right, according to the highest standard of behaviour, in every situation*".

Istilah *karakter* dihubungkan dan dipertukarkan dengan istilah etika, ahlak, dan atau nilai dan berkaitan dengan kekuatan moral, berkonotasi positif, bukan netral. Sedangkan Karakter menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008) merupakan sifat-sifat kejiwaan, akhlak atau budi pekerti yang membedakan seseorang dari yang lain. Dengan demikian karakter adalah nilai-nilai yang unik-baik yang terpatneri dalam diri dan terejawantahkan dalam perilaku.

Karakter juga sering diasosiasikan dengan istilah apa yang disebut dengan temperamen yang lebih memberi penekanan pada definisi psikososial yang dihubungkan dengan pendidikan dan konteks lingkungan. Sedangkan karakter dilihat dari sudut pandang behaviorial lebih menekankan pada unsur somatopsikis yang dimiliki seseorang sejak lahir. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa proses perkembangan karakter pada seseorang dipengaruhi oleh banyak faktor yang khas yang ada pada orang yang bersangkutan yang juga disebut faktor bawaan (*nature*) dan lingkungan (*nurture*) dimana orang yang bersangkutan tumbuh dan berkembang. Faktor bawaan boleh dikatakan berada di luar jangkauan masyarakat dan individu untuk mempengaruhinya. Sedangkan faktor lingkungan merupakan faktor yang berada pada jangkauan masyarakat dan individu. Jadi usaha pengembangan atau pendidikan karakter seseorang dapat dilakukan oleh masyarakat atau

individu sebagai bagian dari lingkungan melalui rekayasa faktor lingkungan.

Pendidikan karakter mengajarkan kebiasaan cara berpikir dan perilaku yang membantu individu untuk hidup dan bekerja bersama sebagai keluarga, masyarakat, dan bernegara dan membantu mereka untuk membuat keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan. Karakter yang menjadi acuan seperti yang terdapat dalam *The Six Pillars of Character* yang dikeluarkan oleh *Character Counts! Coalition* (a project of *The Joseph Institute of Ethics*).

### **1. Faktor Pendidikan Karakter**

Faktor lingkungan dalam konteks *pendidikan karakter* memiliki peran yang sangat penting karena perubahan perilaku peserta didik sebagai hasil dari proses pendidikan karakter sangat ditentukan oleh faktor lingkungan ini. Dengan kata lain pembentukan dan rekayasa lingkungan yang mencakup diantaranya lingkungan fisik dan budaya sekolah, manajemen sekolah, kurikulum, pendidik, dan metode mengajar. Pembentukan karakter melalui rekayasa faktor lingkungan dapat dilakukan melalui strategi:

1. Keteladanan
2. Intervensi
3. Pembiasaan yang dilakukan secara konsisten
4. Penguatan.

Dengan kata lain perkembangan dan pembentukan karakter memerlukan pengembangan keteladanan yang ditularkan, intervensi melalui proses pembelajaran, pelatihan, pembiasaan terus-menerus dalam jangka panjang yang dilakukan secara konsisten dan penguatan serta harus dibarengi dengan nilai-nilai luhur.

## **2. Pilar-pilar Pendidikan Karakter**

Pendidikan karakter didasarkan pada enam nilai-nilai etis bahwa setiap orang dapat menyetujui nilai-nilai yang tidak mengandung politis, religius, atau bias budaya. Beberapa hal di bawah ini yang dapat kita jelaskan untuk membantu mahasiswa memahami Enam Pilar Pendidikan Berkarakter, adalah sebagai berikut:

- a. *Trustworthiness* (kepercayaan)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang menjadi: berintegritas, jujur, dan loyal
- b. *Fairness* (keadilan)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang memiliki pemikiran terbuka serta tidak suka memanfaatkan orang lain.
- c. *Caring* (peduli)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang memiliki sikap peduli dan perhatian terhadap orang lain maupun kondisi sosial lingkungan sekitar.
- d. *Respect* (respek)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang selalu menghargai dan menghormati orang lain (toleran).
- e. *Citizenship* (kewarganegaraan)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang sadar hukum dan peraturan serta peduli terhadap lingkungan alam.
- f. *Responsibility* (tanggungjawab)  
Yaitu bentuk karakter yang membuat seseorang bertanggung jawab, disiplin, dan selalu melakukan sesuatu dengan sebaik mungkin.

## **3. Tujuan, Fungsi dan Media Pendidikan Karakter**

Pendidikan karakter pada intinya bertujuan membentuk bangsa yang tangguh, kompetitif, berakhlak mulia, bermoral, bertoleran, bergotong royong, berjiwa patriotik, berkembang dinamis, berorientasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang semuanya dijiwai oleh iman dan takwa kepada Tuhan yang Maha Esa berdasarkan Pancasila.

Pendidikan karakter berfungsi untuk:

- a. mengembangkan potensi dasar agar berhati baik, berpikiran baik, dan berperilaku baik
- b. memperkuat dan membangun perilaku bangsa yang multikultur
- c. meningkatkan peradaban bangsa yang kompetitif dalam pergaulan dunia.

Pendidikan karakter dilakukan melalui berbagai media yang mencakup keluarga, satuan pendidikan, masyarakat sipil, masyarakat politik, pemerintah, dunia usaha, dan media massa.

#### **4. Nilai-nilai Pembentuk Karakter**

Selama ini, satuan pendidikan secara umum sudah mengembangkan dan melaksanakan nilai-nilai pembentuk karakter melalui program operasional satuan pendidikan masing-masing. Hal ini merupakan prakondisi pendidikan karakter pada satuan pendidikan yang untuk selanjutnya diperkuat dengan 18 nilai hasil kajian empirik Pusat Kurikulum. Nilai prakondisi (*the existing values*) yang dimaksud antara lain takwa, bersih, rapih, nyaman, dan santun.

Dalam rangka lebih memperkuat pelaksanaan pendidikan karakter, telah teridentifikasi 18 nilai yang

bersumber dari agama, Pancasila, budaya, dan tujuan pendidikan nasional.

<b>Nilai-nilai Karakter Berlandaskan Budaya Bangsa</b>	
Jujur	Cinta tanah air
Toleransi	Menghargai prestasi
Disiplin	Bersahabat/ komunikatif
Kerja keras	Cinta damai
Kreatif	Gemar membaca
Mandiri	Peduli lingkungan
Demokratis	Peduli sosial
Rasa ingin tahu	Tanggung jawab
Semangat kebangsaan	Religius

## **B. Mengintegrasikan Pendidikan Karakter Melalui Pembelajaran**

Pendidikan yang diterapkan di sekolah-sekolah juga menuntut untuk memaksimalkan kecakapan dan kemampuan kognitif. Dengan pemahaman seperti itu, sebenarnya ada hal lain dari anak yang tak kalah penting yang tanpa kita sadari telah terabaikan, yaitu memberikan pendidikan karakter pada anak didik. Pendidikan karakter penting artinya sebagai penyeimbang kecakapan kognitif. Beberapa kenyataan yang sering kita jumpai bersama, seorang pengusaha kaya raya justru tidak dermawan, seorang politikus malah tidak peduli pada tetangganya yang kelaparan, atau seorang guru justru tidak prihatin melihat anak-anak jalanan yang tidak mendapatkan kesempatan belajar di sekolah. Itu adalah bukti tidak adanya keseimbangan antara pendidikan kognitif dan pendidikan karakter.

Ada sebuah kata bijak mengatakan “ ilmu tanpa agama buta, dan agama tanpa ilmu adalah lumpuh”. Sama



juga artinya bahwa pendidikan kognitif tanpa pendidikan karakter adalah buta. Hasilnya, karena buta tidak bisa berjalan, berjalan pun dengan asal nabrak. Kalaupun berjalan dengan menggunakan tongkat tetap akan berjalan dengan lambat. Sebaliknya, pengetahuan karakter tanpa pengetahuan kognitif, maka akan lumpuh sehingga mudah disetir, dimanfaatkan dan dikendalikan orang lain. Untuk itu, penting artinya untuk tidak mengabaikan pendidikan karakter anak didik.

Pendidikan karakter adalah pendidikan yang menekankan pada pembentukan nilai-nilai karakter pada anak didik. Ada empat ciri dasar pendidikan karakter yang dirumuskan oleh pencetus pendidikan karakter berkebangsaan Jerman yang bernama FW Foerster, yaitu:

1. Pendidikan karakter menekankan setiap tindakan berpedoman pada nilai normatif. Anak didik menghormati norma-norma yang ada dan berpedoman pada norma tersebut.
2. Adanya koherensi atau membangun rasa percaya diri dan keberanian. Dengan begitu anak didik akan menjadi pribadi yang teguh pendirian dan tidak mudah terombang-ambing dan tidak takut resiko setiap kali menghadapi situasi baru.
3. Adanya otonomi, yaitu anak didik menghayati dan mengamalkan aturan dari luar sampai menjadi nilai-nilai bagi pribadinya. Dengan begitu, anak didik mampu mengambil keputusan mandiri tanpa dipengaruhi oleh desakan dari pihak luar.
4. Keteguhan dan kesetiaan. Keteguhan adalah daya tahan anak didik dalam mewujudkan apa yang dipandang baik, dan kesetiaan merupakan dasar penghormatan atas komitmen yang dipilih.

Secara psikologis dan sosial kultural, pembentukan karakter dalam diri individu merupakan fungsi dari seluruh potensi individu manusia (kognitif, afektif, dan psikomotorik) dalam konteks interaksi sosial kultural (keluarga, sekolah, dan masyarakat) yang berlangsung sepanjang hayat. Karakter secara koheren memancar dari hasil olah pikir, olah hati, olah rasa dan karsa, serta olahraga seseorang atau sekelompok orang

Secara akademik, pendidikan karakter dimaknai sebagai pendidikan nilai, pendidikan budi pekerti, pendidikan moral, pendidikan watak, yang tujuannya mengembangkan kemampuan peserta didik untuk memberikan keputusan baik-buruk, memelihara apa yang baik itu, dan mewujudkan kebaikan itu dalam kehidupan sehari-hari dengan sepenuh hati. Karena itu muatan pendidikan karakter secara psikologis mencakup dimensi moral *reasoning*, *moral feeling*, dan *moral behaviour* (Lickona, 1991), atau dalam arti utuh sebagai *morality* yang mencakup *moral judgment and moral behaviour* baik yang bersifat *prohibition-oriented morality* maupun *pro-social morality* (Piaget, 1967; Kohlberg, 1976; Eisenberg-Berg, 1981). Secara pedagogis, pendidikan karakter seyogyanya dikembangkan dengan menerapkan *holistic approach*, dengan pengertian bahwa “*Effective character education is not adding a program or set of programs. Rather it is a tranformation of the culture and life of the school*” (Berkowitz, 2010): Sementara itu Lickona (1992) menegaskan bahwa: “*In character education, it’s clear we want our children are able to judge what is right, care deeply about what is right, and then do what they believe to be right-even in the face of pressure form without and temptation from within.*”

Urgensi dari pelaksanaan komitmen nasional pendidikan karakter, telah dinyatakan pada Sarasehan

Nasional Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa sebagai Kesepakatan Nasional Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa, yang dibacakan pada akhir-khira Sarasehan Tanggal 14 Januari 2010, sebagai berikut:

1. Pendidikan budaya dan karakter bangsa merupakan bagian integral yg tak terpisahkan dari pendidikan nasional secara utuh.
2. Pendidikan budaya dan karakter bangsa harus dikembangkan secara komprehensif sebagai proses pembudayaan. Oleh karena itu, pendidikan dan kebudayaan secara kelembagaan perlu diwadahi secara utuh.
3. Pendidikan budaya dan karakter bangsa merupakan tanggung jawab bersama antara pemerintah, masyarakat, sekolah dan orang tua. Oleh karena itu pelaksanaan budaya dan karakter bangsa harus melibatkan keempat unsur tersebut.
4. Dalam upaya merevitalisasi pendidikan dan budaya karakter bangsa diperlukan gerakan nasional guna menggugah semangat kebersamaan dalam pelaksanaan di lapangan.

## Tugas Rutin

1. Sebutkan dan jelaskan pilar-pilar pendidikan karakter
2. Sebutkan dan jelaskan tujuan dan fungsi pendidikan karakter!
3. Ada 18 nilai karakter yang bersumber dari agama, Pancasila, budaya, dan tujuan pendidikan nasional. Sebutkan dan jelaskan serta berikan contohnya!
4. Sebutkan nama dan negara tokoh pencetus pendidikan karakter!
5. sebutkan ciri dasar pendidikan karakter yang saudara ketahui!
6. Coba saudara uraikan bagaimana mengimplementasikan pendidikan karakter melalui pembelajaran!



**BAB XII**

**PENDIDIKAN DAN KOMPONEN  
PENDIDIKAN**

## A. Pengertian Pendidikan

Istilah pendidikan berasal dari bahasa Yunani “*Paedagogy*” yang bermakna seorang anak yang pergi dan pulang sekolah diantar pelayan. Dalam bahasa Romawi, pendidikan diartikan sebagai *educate* yang berarti mengeluarkan sesuatu yang berada di dalam. Namun lain halnya dengan pendidikan menurut bahasa Inggris yang diistilahkan sebagai *to educate* yang berarti memperbaiki moral dan melatih intelektual (Muhadjir, 2000). Banyak pendapat berlainan tentang sebuah pendidikan. Salah satu diantaranya adalah pendidikan merupakan hasil peradaban suatu bangsa yang berfungsi sebagai filsafat pendidikannya; suatu cita-cita atau tujuan yang menjadi motif; suatu cara bangsa berpikir dan berkelakuan, yang dilangsungkan turun temurun dari generasi ke generasi (Meichati, 1975).

Pendapat lain muncul dari Driyarkara (1945), bahwa inti pendidikan adalah pemanusiaan manusia muda. Pada dasarnya pendidikan adalah pengembangan manusia muda ke taraf insani. Ki Hadjar Dewantara (1977) menyatakan bahwa pendidikan merupakan tuntutan bagi pertumbuhan anak-anak. Artinya, pendidikan menuntut segala kekuatan kodrat yang ada pada diri anak-anak, agar mereka sebagai manusia sekaligus sebagai anggota masyarakat dapat mencapai keselamatan dan kebahagiaan setinggi-tingginya.

Dalam UU Sisdiknas No. 20 Tahun 2003 menyebutkan bahwa: “Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya, sehingga memiliki kekuatan spritual keagamaan, akhlak mulia, serta keterampilan yang digunakan oleh dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”.

Dari beberapa pendapat mengenai pendidikan, maka dapat disimpulkan bahwa:

- a. Pendidikan mengandung pembinaan kepribadian, pengembangan kemampuan, atau potensi yang perlu dikembangkan, peningkatan pengetahuan dari tidak tahu menjadi tahu, serta tujuan arah kemana peserta didik dapat mengaktualisasikan dirinya seoptimal mungkin;
- b. Dalam pendidikan terdapat hubungan antara pendidik dan peserta didik, dimana keduanya memiliki kedudukan dan perasaan yang berbeda, tetapi memiliki apa yang sama, yaitu saling mempengaruhi guna terlaksananya proses pendidikan;
- c. Pendidikan adalah proses sepanjang hayat (*long life education*) sebagai perwujudan pembentukan diri secara menyeluruh, sebagai komitmen manusia sebagai individu, makhluk sosial dan makhluk Tuhan;
- d. Aktivitas pendidikan berlangsung di dalam keluarga, sekolah dan masyarakat;
- e. Pendidikan merupakan suatu proses pengalaman yang sedang dialami yang memberikan pengertian, pandangan (*insight*), dan penyesuaian bagi seseorang yang menyebabkannya berkembang.

## **B. Pendidikan Sebagai Ilmu Normatif**

Tujuan pendidikan merupakan hal yang paling utama zaman Yunani kuno. Karena pada zaman itu, terdapat pandangan bahwa manusia adalah makhluk beriman (*Homo ludens*). Jadi yang utama adalah pendidikan jasmani, karena “dalam tubuh yang sehat terdapat pula jiwa yang sehat” (*mensana incorpore sano*). Begitu pula Eropa Barat yang memiliki pandangan bahwa manusia adalah makhluk berpikir

(*Homo sapiens*). Akal sebagai pangkal tolak. Orang sangat menjunjung tinggi akal, baik akal teoritis maupun praktis. Dengan akal manusia menghasilkan pengetahuan. Dengan pengetahuan, manusia berbuat baik dalam pengertian sempurna.

Ilmu pendidikan diarahkan kepada perbuatan mendidik yang punya tujuan, dan tujuan itu ditentukan oleh nilai yang dijunjung tinggi oleh seseorang. Sedangkan nilai itu sendiri merupakan ukuran yang bersifat normatif, sehingga dapat ditegaskan bahwa ilmu pendidikan adalah ilmu yang bersifat normatif.

### **C. Pendidikan Sebagai Ilmu Teoritis dan Praktis**

Ilmu pendidikan pada umumnya tidak hanya mencari pengetahuan deskriptif tentang suatu objek, melainkan bermanfaat bagi peserta didik. Ilmu pendidikan lahir dan berkembang setelah teori dan praktik pendidikan berlangsung lama. Hingga saat ini, tampilnya ilmu pendidikan sebagai ilmu belum dapat dikatakan final, artinya ilmu pendidikan masih dalam proses membentuk jati diri. Dalam estomologi, suatu kawasan studi dapat dikategorikan disiplin ilmu jika memenuhi syarat sebagai berikut:

#### **a. Memiliki Objek Material dan Formal**

Objek material ilmu pendidikan berupa perilaku manusia. Perlu diingat bahwa manusia sebagai makhluk yang hidup di dalam masyarakat tidak hanya dipelajari oleh ilmu pendidikan, tetapi juga oleh psikologi, yaitu ilmu yang mempelajari perilaku manusia sebagai individu; sosiologi yaitu ilmu yang mempelajari perilaku manusia dalam kelompok; serta antropologi yaitu ilmu yang mempelajari perilaku manusia sebagai makhluk biososial atau makhluk yang



berbudaya. Apabila objek material suatu ilmu memiliki kesamaan dengan objek material ilmu lain, untuk membedakannya diperlukan objek formal dari ilmu tersebut yang menjadi sudut pandang tertentu yang menentukan macam suatu ilmu. Objek formal ilmu pendidikan adalah berupa penelaahan fenomena pendidikan dalam perspektif yang luas dan integratif. Fenomena ini bukan hanya gejala yang melekat pada manusia, namun juga berupa upaya memanusiaikan manusia agar menjadi manusia yang sebenarnya. Upaya pendidikan mencakup keseluruhan aktivitas pendidikan, yaitu mendidik dan dididik, termasuk pula pemikiran sistematis tentang pendidikan.

b. Memiliki Sistematika

Sistematika ilmu pendidikan secara teoritis dibedakan ke dalam tiga tujuan, yaitu:

1. Pendidikan sebagai fenomena manusiawi. Hal ini dapat dianalisis berdasarkan proses atau situasi pendidikannya, yaitu ketika terjadi interaksi antar komponen (tujuan, peserta didik, pendidik, alat dan lingkungan) pendidikan dalam mencapai tujuan.
2. Pendidikan sebagai upaya sadar. Menurut Muhadjir (1987) pendidikan memiliki fungsi: (a) menumbuhkan kreativitas peserta didik, (b) menjaga kelestarian nilai-nilai insani dan Ilahi, dan (c) menyiapkan tenaga-tenaga kerja produktif.
3. Pendidikan sebagai gejala manusiawi dan upaya sadar untuk mengantisipasi perkembangan sosial budaya masa depan. Hal ini sejalan dengan pemikiran Bukhori (1984) bahwa ilmu pendidikan memiliki tiga dimensi, yaitu (a) dimensi lingkungan meliputi lingkungan keluarga, sekolah, dan luar sekolah; (b) dimensi jenis

persoalan, yang meliputi persoalan teoritis, struktur dan praktis; (c) dimensi ruang dan waktu, yaitu menganalisis masalah pendidikan yang dihadapi masyarakat di masa lampau, masa sekarang dan masa yang akan datang.

c. **Memiliki Metode**

Metode yang digunakan dalam ilmu pendidikan. Menurut Soedomo (1990) ada beberapa metode yang digunakan dalam ilmu pendidikan antara lain:

1. Metode normatif, yaitu penentuan konsep manusia yang diidealkan oleh pendidikan, menyangkut nilai baik dan buruk.
2. Metode eksplanatori, yaitu untuk mengetahui kondisi dan kekuatan yang mempengaruhi proses pendidikan.
3. Metode teknologis, yang berfungsi mengungkapkan cara agar berhasil mencapai tujuan.
4. Metode deskriptif fenomenologis, yaitu untuk mengurai dan mengklarifikasi kenyataan-kenyataan pendidikan agar ditemukan hakikatnya.
5. Metode hermeneutis, yaitu untuk memahami kenyataan pendidikan secara konkrit dan historis agar makna dan struktur pendidikan menjadi jelas.
6. Metode analisis kritis, yang digunakan untuk menganalisis secara kritis istilah-istilah, pernyataan-pernyataan, konsep dan teori pendidikan.

**D. Dasar, Fungsi dan Tujuan Pendidikan Nasional**

**1. Dasar Pendidikan Nasional**

Dalam UU RI No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional tercantum bahwa pendidikan nasional

berdasarkan Pancasila dan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.

## **2. Fungsi Pendidikan Nasional**

Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa.

## **3. Tujuan Pendidikan Nasional**

Pendidikan nasional bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

## **E. Komponen Pendidikan**

Sebuah pendidikan tidak akan berjalan sempurna tanpa terpenuhinya semua komponen pendidikan. Komponen pendidikan merupakan semua hal yang berkaitan dengan jalannya proses pendidikan. Berikut adalah komponen-komponen pendidikan.

### **1. Tujuan**

Tujuan pendidikan merupakan sesuatu yang ingin dicapai oleh kegiatan pendidikan. Tujuan pendidikan, menurut jenisnya terbagi dalam beberapa, yaitu tujuan nasional, institusioanl, kurikuler, dan instruksional. Tujuan nasional merupakan tujuan pendidikan yang ingin dicapai oleh suatu bangsa yang biasanya dituangkan dalam sebuah undang-undang pendidikan. Tujuan institusional adalah tujuan pendidikan yang ingin dicapai oleh suatu lembaga pendidikan

yang dapat terlihat melalui Visi dan Misi lembaga pendidikan tersebut. Tujuan kurikuler adalah tujuan yang ingin dicapai oleh mata pelajaran tertentu, dalam KBK/KTSP disebut dengan Standar Kompetensi, dalam K-13 disebut Kompetensi Inti. Tujuan instruksional merupakan tujuan pendidikan yang ingin dicapai dalam pokok bahasan pokok bahasan (Kompetensi Dasar) atau sub-pokok bahasan tertentu (indikator). Pendapat Langeveld yang dirangkum oleh Imam Barnadib (1984) membedakan tujuan pendidikan menjadi:

- a. Tujuan umum, yaitu tujuan yang akan dicapai pada akhir proses pendidikan berupa kedewasaan jasmani dan rohani anak didik. Kedewasaan jasmani adalah masa pertumbuhan jasmani yang tidak akan berkembang lagi, sedangkan kedewasaan rohani adalah peserta didik sudah mampu menolong dirinya sendiri, mandiri, dan bertanggung jawab atas perbuatannya.
- b. Tujuan khusus, yaitu atas dasar usia, jenis kelamin, sifat, bakat, intelegensia (IQ), lingkungan sosial-budaya, tahap-tahap perkembangan, tuntutan syarat pekerjaan dan lain sebagainya. Misalnya, seorang guru tidak ingin anak didik tidak terlambat masuk kelas dengan cara memberikan pretes tepat waktu masuk, lalu diganti dengan memberikan nilai sikap yang jelek.
- c. Tujuan intermediet, yaitu tujuan perantara bagi tujuan pokok. Contohnya, anak diberikan hukuman jika tidak mengerjakan tugas, agar kelak mempunyai rasa tanggung jawab dan amanah.
- d. Tujuan insidental, yaitu tujuan yang akan dicapai pada saat tertentu yang sifatnya seketika dan spontan. Misalnya, guru menegur anak didik agar bicara yang sopan dan santun.

Menurut Benyamin Bloom, tujuan pendidikan dibedakan menjadi tiga, yaitu:

- a. *Cognitive domain* (kemampuan kognitif). Hal ini meliputi kemampuan yang diharapkan tercapai setelah proses belajar-mengajar berlangsung. Kemampuan kognitif ini meliputi pengetahuan (C1), pengertian (C2), penerapan (C3), analisis (C4), sintesis (C5), dan evaluasi (5) yang bersifat hirarkis, artinya untuk mencapai semuanya harus memiliki kemampuan sebelumnya.
- b. *Affective domain* (kemampuan afektif). Kemampuan ini berupa kemampuan untuk menerima, menjawab, menilai, membentuk, dan mengkarakterisasi.
- c. *Psicomotor domain* (kemampuan psikomotor). Kemampuan ini terdiri dari kemampuan persepsi, kesiapan, dan respon terpimpin.

## 2. Peserta Didik

Peserta didik adalah anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran yang tersedia pada jalur, jenjang dan jenis pendidikan tertentu. Peserta didik menurut sifatnya harus dapat dididik, karena mereka mempunyai bakat dan disposisi-disposisi yang memungkinkan untuk diberikan pendidikan, diantaranya:

- a. Tubuh anak sebagai peserta didik selalu berkembang sehingga semakin lama semakin dapat menjadi alat untuk menyatakan kepribadiannya.
- b. Anak dilahirkan dalam keadaan tidak berdaya. Keadaan ini mengakibatkan dia membutuhkan pertolongan orang dewasa yang bertanggung jawab.

- c. Anak membutuhkan pertolongan dan perlindungan serta membutuhkan pendidikan.
- d. Anak mempunyai daya eksplorasi. Anak mempunyai kekuatan untuk menemukan hal-hal yang baru di dalam lingkungannya dan menuntut kepada pendidik untuk diberikan kesempatan.
- e. Anak mempunyai dorongan untuk mencapai emansipasi dengan orang lain.

### 3. Pendidik

Pendidik adalah orang yang dengan sengaja mempengaruhi orang lain untuk mencapai tingkat kemanusiaan yang lebih tinggi. Dengan kata lain, pendidik adalah orang yang lebih dewasa dan mampu membawa peserta didik ke arah kedewasaan. Sedangkan secara akademis, pendidik adalah tenaga kependidikan yang mengabdikan diri dan diangkat untuk menunjang penyelenggaraan pendidikan yang berkualifikasi sebagai pendidik, guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lainnya, serta berpartisipasi dalam penyelenggaraan pendidikan. Jadi pendidik merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan.

### 4. Alat

Alat pendidikan merupakan hal yang tidak hanya membuat kondisi yang memungkinkan terjadinya proses pembelajaran, tetapi juga mewujudkan tujuan diri sebagai perbuatan atau situasi yang membantu pencapaian tujuan

pendidikan. Ada beberapa kategori alat pendidikan, antara lain:

- a. Alat pendidikan positif dan negatif. Alat pendidikan positif dimaksudkan sebagai alat yang ditujukan agar anak mengerjakan sesuatu yang baik. Misalnya, pujian agar anak mengulang pekerjaan yang menurut ukuran adalah baik. Sedangkan alat pendidikan negatif dimaksudkan agar anak tidak mengerjakan sesuatu yang dikategorikan buruk. Misalnya, larangan atau hukuman bagi anak agar tidak mengulang perbuatan yang melanggar norma.
- b. Alat pendidikan preventif dan korektif. Alat pendidikan preventif merupakan alat untuk mencegah anak melakukan sesuatu yang tidak baik, misalnya peringatan atau larangan. Sedangkan alat pendidikan korektif adalah alat untuk memperbaiki kesalahan atau kekeliruan yang telah dilakukan peserta didik, misalnya hukuman.
- c. Alat pendidikan yang menyenangkan dan tidak menyenangkan. Alat pendidikan yang menyenangkan merupakan alat yang digunakan agar peserta didik menjadi senang. Sedangkan alat pendidikan yang tidak menyenangkan dimaksudkan sebagai alat yang dapat membuat peserta didik merasa tidak senang, misalnya dengan hukuman atau celaan.

Alat pendidikan tidak hanya berdasar kategori tersebut. Alat pendidikan yang lain merupakan sebuah tata cara dari perencanaan, pengelolaan, pelaksanaan hingga evaluasi proses belajar-mengajar yang berlangsung. Dalam hal ini alat pendidikan yang dimaksud antara lain, silabus, kurikulum, rencana pembelajaran, hingga alat evaluasi. Alat

pendidikan ini teramatlah penting dalam sebuah barometer sebuah proses belajar-mengajar yang berlangsung. Tanpa adanya sebuah perencanaan, maka proses transfer ilmu pendidikan tidak akan berlangsung maksimal.

## 5. Lingkungan

Lingkungan diartikan sebagai kesatuan ruang suatu benda, daya, keadaan dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya (Munib, 2005). Sedangkan lingkungan pendidikan adalah berbagai faktor yang berpengaruh terhadap pendidikan atau berbagai lingkungan tempat berlangsungnya proses pendidikan. Lingkungan pendidikan meliputi lingkungan keluarga, sekolah dan masyarakat.

### a. Lingkungan Keluarga

Keluarga merupakan lingkungan yang paling pertama dan utama. Pengaruh keluarga dalam perkembangan kepribadian anak sangat besar, karena sebagian besar kehidupan anak berada di tengah-tengah keluarganya. Mengingat betapa pentingnya pengaruh pendidikan keluarga, maka orang tua memiliki tanggung jawab antara lain:

1. Memelihara dan membesarkannya. Tanggung jawab ini merupakan dorongan alami yang harus dilaksanakan, karena memerlukan makan, minum dan perawatan lainnya agar dapat hidup berkelanjutan dan dapat menerima informasi pengetahuan (pendidikan) secara maksimal.
2. Melindungi dan menjamin kesehatannya. Kesehatan yang dimaksud tidak hanya sekedar kesehatan jasmani, namun juga kesehatan rohani. Orang tua



memiliki kewajiban menjaga kesehatan anak dari penyakit atau bahaya lingkungan terhadap anak.

3. Mendidik dengan ilmu. Orang tua perlu memberikan pendidikan kepada anaknya berupa ilmu pengetahuan dan keterampilan yang berguna bagi anaknya kelak, sehingga pada masa dewasanya mampu mandiri dan bermanfaat bagi kehidupan sosial, bangsa, dan agamanya.
4. Membahagiakan kehidupan anak. Orang tua memiliki kewajiban mengupayakan kebahagiaan anak dalam kapasitas pemenuhan kebutuhan sesuai dengan perkembangan usianya, yang diiringi dengan memberikan pendidikan agama dan akhlak yang baik.

b. Lingkungan Sekolah

Pengertian sekolah adalah wahana kegiatan dan proses pendidikan berlangsung. Di sekolah diadakan kegiatan pendidikan, pembelajaran dan latihan (Tu'u, 2004). Sekolah merupakan lembaga pendidikan formal yang sistematis melaksanakan program bimbingan, pengajaran, dan latihan dalam rangka membantu siswa agar mampu mengembangkan potensinya baik yang menyangkut aspek moral, spritual, intelektual, emosional, maupun sosial (Yusuf, 2001)

Jadi lingkungan sekolah adalah kesatuan ruang dalam lembaga pendidikan formal yang memberikan pengaruh pembentukan sikap dan pengembangan potensi siswa. Menurut Slameto (2003), faktor-faktor sekolah yang mempengaruhi belajar mencakup:

1. Metode mengajar

Metode mengajar adalah suatu cara atau jalan yang harus dilalui dalam mengajar. Metode mengajar dapat mempengaruhi belajar siswa. Metode mengajar guru yang tidak baik, akan mempengaruhi belajar siswa yang tidak baik pula. Agar siswa dapat belajar dengan baik, maka metode mengajar harus diusahakan yang tepat, efisien dan efektif.

## 2. Kurikulum

Kurikulum diartikan sebagai sejumlah kegiatan yang diberikan kepada siswa. Kegiatan tersebut sebagian besar adalah menyajikan bahan pelajaran agar siswa menerima, menguasai dan mengembangkan bahan pelajaran itu. Kurikulum yang kurang baik akan berpengaruh tidak baik pula terhadap belajar.

## 3. Relasi guru dengan siswa

Proses belajar mengajar terjadi antara guru dengan siswa. Proses ini dipengaruhi oleh relasi di dalam proses tersebut. Relasi guru dengan siswa baik, membuat siswa akan menyukai gurunya, juga akan menyukai mata pelajaran yang diberikannya, sehingga siswa berusaha mempelajarinya. Guru yang kurang berinteraksi dengan siswa dengan baik menyebabkan proses belajar mengajar kurang lancar.

## 4. Relasi siswa dengan siswa

Siswa yang mempunyai sifat kurang menyenangkan, rendah diri atau mengalami tekanan batin, akan diasingkan dalam kelompoknya. Jika hal ini semakin parah, akan berakibat terganggunya proses belajar. Siswa tersebut akan malas untuk sekolah dengan berbagai macam alasan yang tidak-tidak. Jika terjadi demikian, siswa tersebut memerlukan bimbingan dan penyuluhan. Menciptakan relasi yang baik

antar siswa dan guru akan memberikan pengaruh positif terhadap belajar siswa.

#### 5. Disiplin sekolah

Kedisiplinan sekolah erat kaitannya dengan kerajinan siswa dalam sekolah dan belajar. Kedisiplinan sekolah mencakup kedisiplinan guru dalam mengajar, pegawai dalam bekerja, kepala sekolah dalam mengelola sekolah, dan BP dalam memberikan layanan. Seluruh staf sekolah yang mengikuti tata tertib dan bekerja dengan disiplin membuat siswa disiplin pula. Dalam proses belajar, disiplin sangat dibutuhkan untuk mengembangkan motivasi yang kuat. Agar siswa belajar lebih maju, maka harus disiplin di dalam belajar baik di sekolah maupun di rumah.

#### 6. Alat pembelajaran

Alat pelajaran erat hubungannya dengan cara belajar siswa karena alat pelajaran tersebut dipakai siswa untuk menerima bahan pelajaran dan dipakai guru waktu belajar. Alat pelajaran yang lengkap dan tepat akan mempercepat penerimaan bahan pelajaran. Jika siswa mudah menerima pelajaran dan menguasainya, belajar akan lebih giat dan lebih maju. Mengusahakan alat pelajaran yang baik dan lengkap sangat dibutuhkan guna memperlancar kegiatan belajar mengajar.

#### 7. Waktu sekolah

Waktu sekolah adalah waktu terjadinya proses belajar mengajar di sekolah. Waktu sekolah akan mempengaruhi belajar siswa. Memilih waktu sekolah yang tepat akan memberikan pengaruh yang positif terhadap belajar. Sekolah

dipagi hari adalah waktu yang paling tepat, dimana pada saat itu pikiran masih segar dan kondisi jasmani masih prima.

c. Lingkungan Masyarakat

Faktor lingkungan masyarakat sangat berperan di dalam pembentukan kepribadian anak, termasuk pula kemampuan/pengetahuan. Dimana lingkungan masyarakat yang memiliki kebiasaan-kebiasaan yang kurang baik, seperti suka minum-minuman keras, penjudi, narkoba, dan lain sebagainya, dapat menghambat pembentukan kepribadian dan kemampuan termasuk pula dalam proses belajar mengajar seorang anak.

Lingkungan masyarakat yang dapat mempengaruhi kesulitan belajar adalah: (1) mass media, seperti bioskop, TV, radio, surat kabar, majalah, dan komik, dan (2) corak kehidupan tetangga, seperti orang terpelajar dan cendekiawan yang suka berjudi, pencuri, peminum, mengkonsumsi narkoba, dan sebagainya.

## Tugas Rutin

1. Jelaskan apa maksudnya pendidikan sebagai ilmu normatif!
2. Jelaskan pula apa maksudnya pendidikan sebagai ilmu teoritis dan praktis!
3. Secara teoritis, sistematika ilmu pendidikan dibedakan dalam ke dalam tiga tujuan. Sebutkan dan jelaskan!
4. Sebutkan dan jelaskan beberapa metode dalam ilmu pendidikan!
5. Jelaskan tujuan pendidikan secara nasional!
6. Uraikan keterkaitan lingkungan sekolah, lingkungan keluarga, dan lingkungan masyarakat dalam kemajuan pendidikan nasional!
7. Dalam komponen pendidikan, salah satu komponennya adalah lingkungan keluarga. Jelaskan peranan lingkungan keluarga dalam proses pendidikan anak!
8. Menurut Slameto, ada beberapa faktor dari lingkungan sekolah yang mempengaruhi proses belajar anak, sebutkan dan jelaskan!
9. Jelaskan apa-apa saja yang termasuk alat pendidikan!
10. Sebutkan dan jelaskan komponen-komponen pendidikan!

## DAFTAR PUSTAKA

- Abell, S.K. & Bryan, L.A. 1997. Reconceptualizing the elementary science methods course using a reflection. *Journal of Science Teacher Education*, 8(3):153-166.
- Abruscato, J. 1988. Teaching children science. Boston USA: Allyn and Bacon.
- Abruscato, J. 1992. Teaching children science, a discovery approach. New York: Allyn and Bacon.
- American Association of Physics Teacher. 1988. The role, education, and qualification of the high school physics teacher. MD: College Park.
- Amin, M. 1988. Mengajarkan ilmu pengetahuan alam dengan menggunakan metode discovery dan inquiry. Jakarta: Dirjen Dikti.
- Bernal, J.D. 1969. Science in history. England Penguin Book, Ltd. Vol.1.
- Bloom, B.S. 1977. Taxonomy of education objectives. New York: McGraw Hill Book Company.
- Bruce, R.J., Marsha, W., & Beverly, S. 1992. Models of Teaching. Allyn and Bacon.
- Chotimah, H. .2007. Peningkatan proses dan hasil belajar biologi dalam pendekatan kontekstual melalui model pembelajaran think-pair-share pada peserta didik kelas x-6 sma laboratorium universitas negeri malang. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 103-119.
- Collette, A.T. & Chiappetta, E.L. 1994. Science Instruction in the Middle and Secondary Schools (3rd ed.) New York: Merrill.
- Dahar, R.W. 1996. Teori-Teori Belajar. Jakarta: Erlangga.
- Depdiknas. 2002. Ringkasan Kegiatan Belajar Mengajar. Jakarta: Depdiknas.

- Dickinson, V.L., et al. 1997. Innovations in action: Becoming better primary science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 8(4):295-311.
- Duggan, S. & Gott, R. 1995. The place of investigation in practical work in the UK National curriculum for science. *International Journal of Science Education*, 17(2):137-147.
- Firman, H. 2007. Penelitian Pendidikan Kimia. Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIA UPI.
- Gagne, R.M. 1977. The condition of learning. Third Edition. New York: Richard & Winston.
- Gagnon, G.W. & Collay, M. 2001. Designing for Learning: Six Elements in Constructivist Classroom. California: Corwin Press.Inc.
- Hamilton, R. & Ghatala, E. 1994. Learning and Instruction. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Harlen, W. 1992. The teaching of science: Studies in primary education. David Fulton Publishers, Universitas Michigan.
- Harre, R. 1985. The philosophies of science. New York: Oxford University Press.
- Hidayat, E.M. 1993. Hakekat ilmu pengetahuan alam. Hand out III, FMIPA IKIP Bandung.
- Hinduan., A.A. et al. 2001. The development of teaching and learning science models at primary school and primary school teacher education. Final Report URGE Project. Loan IBRD No. 3754-IND Graduate Program Indonesian University of Education: Unpublished.
- Howe, A.C, & Jones, L. 1993. Engaging children in science. New York: Macmillan Publishing Company.
- Huinker, D.A, & Madison, Sandra K. 1997. Preparing efficacious teachers in science and mathematics: The

- influence of method courses. *Journal of Science Teacher Education*, 8(2):107-126.
- Karso, dkk. 1993. Materi Pokok Dasar-Dasar Pendidikan MIPA. Jakarta: Universitas Terbuka, Depdikbud.
- Killen, R. 1998. Effective teaching strategies: Lessons from research and practice. Katoomba, NSW: Social Science Press.
- Lawson, A.E. 1995. Science teaching and development of thinking. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Loucks-Horsley, S., et al. 1990. Elementary school science for the '90's. Andover, MA: Network.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- McDermott, L.C., Shaffer, P.S. & Constantinou, C.P. 2000. Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry". *Physics Education*, 35(6):411 -416.
- McCormack, A.G. 1992. Trend and issues in science curriculum. New York: Kraus International Publications.
- National Academy of Science. 1996. National science education standards. National Academy Press, Washington, DC.
- Nash, I.K. 1963. The nature of natural science. Toronto: litte Brown Company.
- Nokes, M.C. 1949. Science in Education. London: Macdonald.
- OECD. 2003. Literacy Skills for the World of Tomorrow – Further Results from PISA 2003. [Online]. Tersedia: <http://www.oecd.org/>.
- Poedjiadi, A. 1987. Sejarah dan filsafat sains. Bandung: Yayasan Cendrawasih.
- Poedjiadi, A. 2005. Sains Teknologi Masyarakat. Bandung. PT Remaja Rosdakarya.



- Prasetyo, Z.K. 2013. Konsep dasar pendidikan IPA. Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Rustaman, N. *et al.* 2003. Common Text Book Strategi Belajar Mengajar Biologi. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Semiawan, C.R., Tangyong, A.F., Belen, S., Matahelemual, Y. & Suseloardjo, W. 1992. Pendekatan ketrampilan proses: bagaimana mengaktifkan siswa dalam belajar. Grasindo, Jakarta.
- Septiana, N. 2013. Diklat mata kuliah dasar-dasar pendidikan IPA. Prodi Tadris Biologi Jurusan Tarbiyah, STAIN Palangkaraya.
- Setyosari, P. 2010. Metode Penelitian Penelitian dan Pengembangan. Jakarta: Kencana.
- Silaban, S. & Simangunsong, N.S.D. 2015. Pengaruh model pembelajaran contextual teaching and learning (CTL) terhadap hasil belajar siswa pada Pokok bahasan sistem koloid. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 1(7):1-7.
- Siregar, Z. 2011. Pengaruh pendekatan *Contextual Teaching And Learning* (CTL) dengan menggunakan media power point terhadap hasil belajar kimia kelas XI SMA. Skripsi. Jurusan Matematika FMIPA Unimed, tidak diterbitkan.
- Sund, R.B. & Garin, A.A. 1980. Teaching science through discovery. Washington D.C: The National Science Association.
- Suherman, E. 2003. Evaluasi Pembelajaran Matematika. Bandung: JICA UPI.
- Sujono. 1988. Pengajaran Matematika untuk Sekolah Menengah. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Dirjen Dikti Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.

- Suriasumantri, J.S. 1998. *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Syaiful, S. 2010. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Alfabeta: Bandung.
- Timoteus, K.H. 1992. *Strategi pengembangan IPTEK di Indonesia*.
- Tresna, S. 1998. *Proses belajar mengajar kimia*. Jakarta: Depdikbud, Dirjendikti, proyek pengembangan lembaga pendidikan tenaga kependidikan.
- Trianto. 2007. *Model-model pembelajaran inovatif berorientasi konstruktivistik prestasi*. Pustaka Publisher, Jakarta.
- Trowbridge, L.W. & Bybee, R.W. 1990. *Becoming a secondary school science teacher*. (Fifth ed.). Colombus: Macmillan Publishing Company.
- Widyatiningtyas, R. 2008. *Peranan Guru dalam Melakukan Penilaian Keterampilan Proses*. (Online), <http://educare.e-fkipunla.net>.
- Woolnough, B. & Allsop, T. 1985. *Practical work in Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Yamin, M. 2008. *Desain Pembelajaran Berbasis Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta : Gaung Persada Press.
- Yusuf, S. 2003. *Perbandingan gender dalam prestasi literasi siswa Indonesia*. <http://abstrak.digilib.upi.edu/Direktori/>.

-----**Dorothy Law Nolte**-----

- ✚ Jika anak dibesarkan dengan celaan, ia belajar memaki.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan permusuhan, ia belajar berkelahi.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan cemoohan, ia belajar rendah diri.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan penghinaan, ia belajar menyesali diri.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan toleransi, ia belajar menahan diri.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan pujian, ia belajar menghargai.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan perlakuan baik, ia belajar keadilan.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan rasa aman, ia belajar menaruh kepercayaan.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan dukungan, ia belajar menyenangkan diri.
- ✚ Jika anak dibesarkan dengan kasih sayang dan persahabatan, ia belajar menemukan cinta dalam kehidupan.

-----**Dorothy Law Nolte**-----

## **TUGAS-TUGAS POKOK KKNI**

No	Jenis Tugas	BAB	Tugas
1	TR-1	I	Ada pada Bab I
2	TR-2	II	Ada pada Bab II
3	Project	II	<p>Bentuk kelompok kerja dengan jumlah peserta 5 orang perkelompok, setiap kelompok diwajibkan mengkaji hakekat Matematika dan IPA (Matematika, Kimia, Fisika, Biologi) berdasarkan pendapat para ahli (tokoh) filsafat MIPA.</p> <p>Laporan dibuat berdasarkan pertanyaan berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hakekat apa yang menjadi kajian tokoh tersebut?</li> <li>2. Siapa tokohnya?</li> <li>3. Kapan?</li> <li>4. Apa contoh implementasi dari teori ahli tersebut dalam bidang MIPA saat ini?</li> <li>5. Tunjukkan keterkaitan antar satu tokoh dengan tokoh lain dalam hal kajian hakekat MIPA nya.</li> </ol> <p>Buat laporan saudara!</p>
4	MR	II	<p>Silahkan bentuk kelompok mini riset sebanyak 5 orang perkelompok. Selanjutnya lakukan survey ke sekolah dengan ketentuan sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Satu kelompok untuk satu sekolah.</li> </ol>

		<p>2. Sekolah target adalah SMA</p> <p>3. Setiap kelompok mensurvey aktivitas belajar siswa sebanyak dua kelas dengan guru bid studi kimia yang berbeda (dua orang guru)</p> <p>Topik yang disurvey adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah selama pembelajaran, guru menerapkan hakekat IPA (proses dan sikap)</li> <li>2. Apakah dalam setiap aktivitas belajarnya, siswa telah menunjukkan hakekat IPA (proses dan sikap)</li> </ol> <p>Selanjutnya buat laporan terkait hasil survey yang saudara lakukan dengan berpedoman pada pertanyaan berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah guru telah mengimplementasikan hakekat IPA dalam proses pembelajarannya?</li> <li>2. Apakah siswa telah menunjukkan hakekat IPA dalam setiap aktivitasnya?</li> <li>3. Bagaimana menurut saudara, produk yang dihasilkan jika hakekat IPA tidak terimplementasikan?</li> <li>4. Dari hasil survey saudara, apa indikatornya bahwa guru tersebut telah</li> </ol>
--	--	---

			<p>mengimplementasikan hakekat IPA?</p> <p>5. Saat mana siswa melakukan hakekat IPA (proses)?</p> <p>6. Saat mana pula siswa melakukan hakekat IPA (sikap). Laporannya hasil survey dibuat dengan sistematika sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Judul</li> <li>2. Abstrak (max 100 kata)</li> <li>3. Pendahuluan (LB, rumusan, tujuan)</li> <li>4. Hasil survey</li> <li>5. Pembahasan (memuat kelemahan kelompok siswa 1, 2 guru 1, 2 &amp; solusinya)</li> <li>6. Kesimpulan</li> </ol> <p>Daftar pustaka</p>
5	TR-3	III	Ada pada Bab III
6	TR-4	IV	Ada pada Bab IV
7	TR-5	V	Ada pada Bab V
8	TR-6	VI	Ada pada Bab VI
9	TR-7	VII	Ada pada Bab VII
10	TR-8	VIII	Ada pada Bab VIII
11	CJR	VIII	<p>Setiap mahasiswa diwajibkan mendownload jurnal dengan ketentuan sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jurnal yang didownload paling lama terbitan tahun 2007</li> <li>2. Utamakan jurnal pendidikan kimia</li> <li>3. Jurnal harus memuat salah satu</li> </ol>

			<p>pendekatan seperti pada Bab VIII dan berkaitan dengan hasil belajar kimia.</p> <p>Selanjutnya lakukan kritikal dengan berpedoman pada pertanyaan berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informasi apa yang saudara dapatkan dari jurnal tersebut?</li> <li>2. Berdasarkan pertanyaan no 1, informasi apa yang mendukung keberhasilan saudara pada mk Daspemd MIPA ini?</li> <li>3. Tunjukkan kelebihan dan kelemahan artikel tersebut</li> <li>4. Berikan saran/ solusi dalam mengatasi kelemahan pada artikel tersebut</li> <li>5. Apakah isi artikel tersebut telah memenuhi kaidah keilmiahan?</li> </ol> <p>Kumpulkan laporannya dengan melampirkan jurnal tersebut.</p>
12	RI	VIII	<p>Bentuklah kelompok kerja sebanyak 5 orang perkelompok. Ambil 5 jurnal yang berbeda penulis dan penerbit (namun konten berdekatan) yang saudara download pada tugas CJR, lakukan rekayasa ide dari lima jurnal yang berbeda tersebut. Rekayasa ide dilakukan dengan sistematika sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Judul</li> <li>2. Abstrak (memuat LB, Tujuan,</li> </ol>



			<p>Metode, Hasil, Kesimpulan)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Kata kunci</li> <li>4. Pendahuluan (mencakup LB dan Teori)</li> <li>5. Hasil dan Pembahasan</li> <li>6. Kesimpulan</li> <li>7. Daftar Pustaka</li> </ol> <p>Perlu diingat, bahwa rekayasa ide yang dibuat adalah berupa review jurnal (meriview lima jurnal yang berbeda, namun kontennya berdekatan).</p>
13	TR-9	IX	Ada pada Bab IX
14	CBR	IX	<p>Download atau belilah buku yang memuat metode-metode mengajar. Lakukan kritikal pada buku tersebut dengan ketentuan sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisis kelemahan buku tersebut berdasarkan standar BSNP</li> <li>2. Apakah buku tersebut sudah layak berdasarkan standar BSNP?</li> <li>3. Apakah buku tersebut memuat kajian mutakhir?</li> <li>4. Solusi apa yang yang saudara tawarkan untuk mengatasi kelemahan tersebut?</li> </ol> <p>Buat laporan saudara dengan sistematika sbb:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Judul</li> <li>2. Pendahuluan</li> </ol>

			3. Hasil dan pembahasan 4. Kesimpulan 5. Daftar pustaka
15	TR-10	X	Ada pada Bab X
16	TR-11	XI	Ada pada Bab XI
17	TR-12	XII	Ada pada Bab XII