

# Bekerja Ilmiah

Prof. Dr. Nuryani Rustaman



## PENDAHULUAN

---

Bekerja ilmiah merupakan tuntutan sikap dan kemampuan yang perlu dimiliki oleh seorang ilmuwan. Ilmuwan bekerja dengan cara tertentu yang dikenal dengan nama bekerja ilmiah. Mungkin di antara siswa-siswa yang kita didik ada yang kelak menjadi ilmuwan. Dengan kata lain kita sebagai guru sebaiknya memperkenalkan cara bekerja ilmuwan kepada siswa kita yang calon ilmuwan. Oleh karena Anda sebagai calon guru atau justru sudah menjadi guru di sekolah dasar, hendaknya mengenal dan dapat menerapkan cara bekerja ilmuwan tersebut sehingga Anda dapat memberdayakan mereka sebagai calon ilmuwan sejak awal dengan mengalami sendiri melalui modul pertama ini.

Pentingnya bekerja ilmiah (*scientific inquiry*) sudah diketahui sejak lama, tetapi sebagian besar beranggapan bahwa itu diperlukan bagi mereka yang akan menjadi ilmuwan atau pakar sains (*scientist*). Betulkah begitu? Bukankah mereka menjadi pakar karena pernah punya pengalaman yang menyenangkan dalam ber-IPA (*sciencing*), sehingga mereka menjadi keranjingan belajar sains dan mengembangkan diri menjadi ilmuwan, mulai dari ilmuwan cilik, ilmuwan muda, atau menjadi ilmuwan unggul.

Para ilmuwan berbagi sikap dan keyakinan mendasar tentang apa yang mereka lakukan dan bagaimana mereka bekerja. Semua itu seyogianya berkenaan dengan hakikat alam dan apa yang dapat kita pelajari dari padanya. Sains menganggap bahwa kejadian-kejadian di jagat raya berlangsung secara teratur dalam pola-pola yang ajek dan komprehensif melalui studi yang sistematis dan cermat. Para ilmuwan yakin bahwa melalui observasi, penggunaan intelektual dan dengan bantuan alat-alat untuk memperluas pengindraannya, manusia akan menemukan pola-pola di alam.

IPA atau sains merupakan suatu proses yang menghasilkan pengetahuan. Proses tersebut bergantung pada proses observasi yang cermat terhadap fenomena dan pada teori-teori temuan untuk memaknai hasil observasi tersebut. Perubahan pengetahuan terjadi karena hasil observasi yang baru

yang mungkin menentang teori sebelumnya. Bagaimanapun baiknya sebuah teori menjelaskan suatu seri hasil observasi, mungkin ada teori lain yang lebih baik atau yang lebih luas jangkauannya. Demikianlah suatu teori menghasilkan teori lain berdasarkan hasil observasi tambahan. Biasanya teori yang dapat menjelaskan dengan cara lebih hemat yang lebih dapat diterima.

Meskipun ditolak oleh para ilmuwan, tetapi diakui ada keterbatasan ilmu, karena tidak ada kebenaran yang mutlak. Banyak hal-hal yang tidak dapat diuji kebenarannya karena tidak terjangkau oleh alat indera pada umumnya.

Sains merupakan suatu kebutuhan yang dicari manusia karena memberikan suatu cara berpikir sebagai struktur pengetahuan yang utuh. Secara khusus sains menggunakan suatu pendekatan empiris untuk mencari penjelasan alami tentang fenomena alam semesta yang diamati. Meskipun studi tentang sains dipecah menjadi beberapa disiplin, tetapi inti dari masing-masingnya terletak pada metode dan mempertanyakan hasilnya secara berkesinambungan. Mendidik melalui sains dan mendidik dalam sains merupakan suatu wahana dalam mempersiapkan anggota masyarakat agar dapat berpartisipasi dalam memenuhi kebutuhan dan menentukan arah penerapannya. Sebagai bagian dari pendidikan umum, peserta didik seyogianya berpartisipasi dan menilai sendiri pencapaian ilmiahnya, termasuk juga bertindak berdasarkan pengalaman dan temuan mereka sendiri.

Bekerja secara ilmiah tidak sekedar mengumpulkan fakta, mengumpulkan teori, atau proses mental dan keterampilan manipulatif. Namun sains merupakan cara-cara memahami gejala alam yang terus berkembang. Sains merupakan produk dari keingintahuan manusia untuk berimajinasi. Hal ini sangatlah menantang dan menarik, terutama bagi manusia Indonesia muda usia untuk ber-"IPA" (*sciencing*). Keberadaan manusia dan makhluk hidup lainnya di alam sangatlah bergantung pada perilaku manusia di alam, khususnya di bumi kita yang satu ini. Dengan demikian pembelajaran sains yang dikembangkan sudah sepatutnya mempertimbangkan hal-hal yang dikemukakan di atas.

Sejalan dengan perkembangan IPTEKS (Sains dan Teknologi) yang pesat dan perubahan masyarakat yang dinamis, perlu disiapkan warga negara Indonesia yang melek sains atau literasi sains (*scientific literacy*) dan mampu bersaing bebas serta memiliki ketangguhan dalam berpikir, bersikap, dan bertindak berdasarkan pemahaman tentang konsep-konsep sains serta penerapannya melalui pembelajaran sains. Merekalah yang nanti menjadi

generasi penerus yang sebagai warga dunia perlu memiliki ketangguhan dalam berpikir, bersikap dan bertindak untuk membangun bangsa Indonesia dalam bidang dan daerahnya. Ada pepatah yang menyatakan: *Think globally, act regionally or even locally!*

Dalam pembahasannya, modul ini dibagi menjadi dua kegiatan belajar yakni: Inkuiri dan Keterampilan Proses Sains (KB 1) serta Literasi Sains (KB 2). Dalam KB1 diuraikan Hakikat Sains dan Inkuiri; Pendekatan Keterampilan Proses (PKP) dan Keterampilan Proses Sains (KPS) mencakup jenis dan pengukuran. Dalam KB 2 diperkenalkan tentang Literasi Sains yang mencakup pengertian, domain, contoh butir soalnya (butir soal konsep dan butir soal KPS).

Setelah mempelajari modul ini Anda diharapkan dapat menjelaskan bekerja ilmiah dan aplikasinya dalam pembelajaran IPA/Sains. Lebih khusus Anda diharapkan dapat:

1. menjelaskan keterkaitan Hakikat IPA dengan Inkuiri IPA;
2. membandingkan SAPA dengan pendekatan KPS;
3. mengumpulkan fakta yang relevan;
4. membedakan observasi dan inferensi;
5. membuat pertanyaan yang dapat ditindaklanjuti dengan penyelidikan;
6. membandingkan prediksi dan berhipotesis;
7. mengubah suatu bentuk penyajian ke bentuk penyajian lainnya;
8. mengidentifikasi variabel dalam suatu kasus penyelidikan;
9. mengidentifikasi jenis keterampilan proses dari contoh tugas atau kegiatan;
10. mengidentifikasi hal-hal yang terkait dengan penelitian;
11. menjelaskan literasi sains;
12. menghubungkan karakteristik bentuk instrumen dengan pembelajaran;
13. menyimpulkan karakteristik soal literasi sains;
14. membandingkan soal-soal berdimensi “content” dengan soal-soal berdimensi proses;
15. mengidentifikasi jenis KPS yang tercakup dalam soal-soal berdimensi proses.

Agar semua tujuan tersebut dapat Anda capai, ikutilah semua petunjuk berikut ini.

1. Bacalah bagian pendahuluan modul ini dan tekankan tujuan yang diharapkan dengan mempelajari modul ini!

2. Bacalah bagian demi bagian dari uraian materi yang terdapat dalam setiap kegiatan belajar, pahami isinya, bila memungkinkan diskusikan dengan teman yang sama-sama mengambil mata kuliah ini!
3. Kerjakanlah latihan soal dan tes formatif. Janganlah melihat kunci jawaban terlebih dahulu sebelum Anda mencoba untuk menjawabnya!
4. Apabila penguasaan Anda terhadap materi modul ini kurang dari 80%, maka Anda kami sarankan untuk mengulangi kembali mempelajari modul ini, terutama pada bagian-bagian yang Anda anggap sulit!
5. Semoga berhasil dan sukses dalam mempelajari mata kuliah ini!  
Selamat Belajar!

## KEGIATAN BELAJAR 1

## Inkuiri dan Keterampilan Proses Sains

## A. HAKIKAT SAINS DAN INKUIRI

Dalam berbagai sumber dinyatakan bahwa hakikat sains adalah produk, proses dan penerapannya (teknologi), termasuk sikap dan nilai yang terdapat di dalamnya. Produk sains yang terdiri dari fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori dapat dicapai melalui penggunaan proses sains, yaitu melalui metode-metode sains atau metode ilmiah (*scientific methods*), bekerja ilmiah (*scientific inquiry*).

Banyak orang berpendapat bahwa yang penting agar siswa menguasai sains adalah dengan memberikan produk sains sebanyak-banyaknya. Tentunya hal itu tidak tepat. Yang benar adalah memberikan orang yang belajar kesempatan berbuat, berpikir dan bertindak seperti ilmuwan (*scientist*). Dengan demikian, belajar sains atau membelajarkan sains kepada siswa adalah memberikan kesempatan dan bekal untuk memproses sains dan menerapkan dalam kehidupannya sehari-hari melalui cara-cara yang benar dan mengikuti etika keilmuan dan etika yang berlaku dalam masyarakatnya.

Bekerja ilmiah sesungguhnya adalah perluasan dari metode ilmiah. Bekerja ilmiah dapat diartikan sebagai *scientific inquiry*. Di Indonesia, metode ilmiah (*scientific method*) sudah ditekankan dalam IPA sejak kurikulum 1975. Lingkup proses dalam kurikulum 1975 dirumuskan dalam tujuan kurikuler kedua yakni mampu menggunakan metode untuk konsep-konsep yang dipelajari. Dalam kurikulum 1984 lingkup proses ini dirumuskan dalam satu rumusan tujuan kurikuler dan metode ilmiah dijabarkan ke dalam jenis-jenis keterampilan proses sebagai keterampilan dasar yang harus dikembangkan atau dilatihkan sebelum seseorang mampu menggunakan metode ilmiah. Selanjutnya dalam kurikulum 1994, lingkup proses dan konsep diintegrasikan dalam setiap rumusan tujuan pembelajaran (umum) yang harus diukur pencapaiannya.

Inkuiri berasal dari kata "inquire" yang artinya mencari atau mempertanyakan. Istilah inkuiri sendiri sudah diperkenalkan sejak Tahun 1970an sebagai suatu metode. Di Indonesia inkuiri sering dipasangkan dengan metode penemuan (*discovery*), khususnya dalam pembelajaran sains sekitar Tahun 1980an (Amien, 1982). Inkuiri kemudian dikenal sebagai

pendekatan seperti pendekatan konsep, pendekatan tujuan, pendekatan lingkungan sekitar Tahun 1990an, juga ada yang memperkenalkan sebagai salah satu model mengajar (Joyce, *et al.*, 2000) dari rumpun pemrosesan informasi sejak tahun 1980an.

*National Science Education Standard* (National Research Council, 1996) menekankan pentingnya inkuiri dimasukkan dalam kurikulum sains di Amerika Serikat. Inkuiri bukan lagi dilihat sebagai metode, pendekatan atau model mengajar, melainkan sebagai *tools of personality with value embeded*. Sementara itu, Rustaman (2007) memperkenalkan inkuiri sebagai kemampuan yang dapat dikembangkan dan perlu diukur keberhasilannya pada siswa dan guru yang melaksanakannya.

Dalam kurikulum berbasis kompetensi (KBK), IPA/sains disusun dan diorganisasikan ke dalam tujuh lingkup pembelajaran, yaitu bekerja ilmiah (a); makhluk hidup dan proses kehidupan (b); materi dan sifatnya (c); energi dan perubahannya (d); bumi dan alam semesta (e); sains dan teknologi (f); dan sains dalam perspektif individu dan masyarakat (g). Dari tujuh lingkup pembelajaran, lingkup pertama sebagai lingkup proses, lingkup kedua sampai dengan kelima sebagai lingkup konseptual yang merefleksikan pengorganisasian sains secara konvensional yang terbagi atas bahan kajian dari mata pelajaran biologi, kimia, fisika, pengetahuan bumi dan alam semesta, sedangkan lingkup keenam dan ketujuh sebagai penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari yang sudah tertuang dalam lingkup konseptual.

"Bekerja ilmiah" sebagai lingkup proses bertautan erat dengan konsep. Dengan demikian bekerja ilmiah mengintegrasikan isi sains ke dalam kegiatan-kegiatan pembelajaran yang membekali siswa pengalaman belajar secara langsung. Begitu juga pada perencanaan kurikulum, semua lingkup konsep harus terintegrasi dengan lingkup prosesnya. Khusus materi pokok biologi meliputi (i) bekerja ilmiah, (ii) klasifikasi dan keanekaragaman hayati, (iii) makhluk hidup dan lingkungan, (iv) struktur dan fungsi, (v) pewarisan sifat, dan (vi) aplikasi biologi. Dalam kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP) bekerja ilmiah ditekankan pada bagian awal dan dalam Standar Kompetensi Lulusan (SKL).

## **B. PENDEKATAN KETERAMPILAN PROSES DAN KETERAMPILAN PROSES SAINS (KPS)**

Baik dalam bekerja ilmiah maupun dalam metode ilmiah tercakup di dalamnya keterampilan proses sains. Apabila metode ilmiah dapat dianalogikan dengan resep, maka keterampilan proses dapat dianalogikan dengan keterampilan-keterampilan yang diperlukan untuk dapat mewujudkan atau membuat masakan dengan resep tersebut. Dalam memasak diperlukan keterampilan memilih dan memotong daging untuk keperluan memasak masakan tertentu, juga diperlukan keterampilan memotong sayuran agar tidak berserat panjang. Dengan demikian, keterampilan-keterampilan tersebut perlu dikembangkan terlebih dahulu sebelum seseorang dapat memasak dengan resep tertentu.

### **1. Apa dan Mengapa Pendekatan Keterampilan Proses**

Dalam metode ilmiah dikenal adanya langkah-langkah tertentu secara berurutan yang harus dilakukan, mulai dari merumuskan masalah hingga menyimpulkan bahkan membuat generalisasi. Pendekatan semacam itu dalam pembelajaran sains dikenal sebagai pendekatan proses. Pendekatan proses tidak mementingkan konsep, yang dipentingkan hanyalah lingkup prosesnya. Pendekatan proses tampak jelas pada salah satu program/proyek di Amerika Serikat yang terkenal dengan *S-APA* atau *Science A Process Approach*. Berbeda dengan pendekatan proses yang perlu mengikuti langkah-langkah dan mengembangkan seluruh keterampilan proses secara berurutan dan utuh, pendekatan keterampilan proses tetap menekankan pentingnya penguasaan konsep. Bahkan dalam pendekatan keterampilan proses, berbagai keterampilan proses dikembangkan dan digunakan untuk memahami atau menguasai konsepnya.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pendekatan keterampilan proses tidak mengabaikan pendekatan konsep maupun pendekatan tujuan. Pembelajaran sains tetap dapat mengutamakan pencapaian tujuan yang dirumuskan sesuai tujuan kurikuler yang diturunkan dari tujuan pendidikan nasional dan tujuan institusional, tanpa mengabaikan pencapaian penguasaan konsepnya. Selain itu pendekatan keterampilan proses memungkinkan pembelajaran sains melalui penggunaan berbagai metode, bukan hanya metode ilmiah yang telah dijelaskan pada bagian terdahulu, dalam pendekatan proses. Pendekatan keterampilan proses memungkinkan guru dan siswa mengembangkan dan

menggunakan keterampilan proses bervariasi. Mungkin seluruhnya apabila menggunakan metode eksperimen, atau sebagian besar apabila menggunakan metode demonstrasi dan karyawisata, atau sebagian kecil apabila menggunakan diskusi dan bermain peran (Kurikulum 1984).

Setelah dikembangkan dan digunakan keterampilan proses sains, keterampilan-keterampilan itu dapat digunakan untuk bekerja ilmiah, mengembangkan ilmu, mempertahankan hidup di masyarakat dan di alam. Dengan demikian, jelaslah bahwa terdapat keterkaitan erat antara bekerja ilmiah, pendekatan keterampilan proses, dan keterampilan proses sains.

Kurikulum 1984 Sekolah Dasar maupun Sekolah Menengah, pada lampiran di dalam bab pokok-pokok pelaksanaan kurikulum tersurat bahwa proses belajar mengajar dilaksanakan dengan pendekatan keterampilan proses. Begitu juga Kurikulum 1994 Pendidikan Dasar dan Sekolah Menengah Umum menekankan penggunaan pendekatan keterampilan proses dalam pengajaran IPA. Dengan demikian, jelaslah bahwa aspek proses dituntut dalam pembelajaran IPA. Sudah sewajarnya apabila keterampilan proses menjadi bagian yang tak terpisahkan (milik) guru IPA pada jenjang pendidikan manapun.

Apabila kita membandingkan aspek produk dan proses dalam GBPP (garis-garis besar program pengajaran) tiga kurikulum yang terakhir, yakni kurikulum 1975, kurikulum 1984, dan kurikulum 1994 kita akan menemukan perkembangan dengan alur yang jelas. Aspek produk dan proses yang terdapat dalam kurikulum yang kemudian tampak lebih terinci dan lebih jelas. Hal itu dimaksudkan agar para guru sebagai pelaksana di lapangan dapat lebih memahami dan menerjemahkannya ke dalam rencana atau persiapan mengajar mereka. Bahkan dalam kurikulum 1994, keterkaitan antara tujuan, konsep dan alternatif pembelajaran sedemikian erat sehingga tidak ada lagi alasan tidak melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan keterampilan proses karena tidak jelas atau tidak mengetahuinya. Secara garis besar dan ringkas perbandingan aspek produk dan proses ketiga kurikulum dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1  
Perbandingan Kurikulum 1975, 1984, 1994 Untuk IPA/Sains

ASPEK \ GBPP	Kurikulum 1975	Kurikulum 1984	Kurikulum 1994
Konsep & Proses	Terpisah dalam dua tujuan kurikuler	Terdapat dalam satu tujuan kurikuler	Terdapat dalam satu tujuan kurikuler dan setiap TPU
Konsep	Label konsep berupa pokok/subpokok bahasan	Label konsep berupa pokok-pokok bahasan	Terjabar berupa “working definition”
Proses	Metode ilmiah dengan langkah-langkah berurutan, membentuk sikap ilmiah	Keterampilan proses (KP) sebagai penjabaran metode ilmiah	KP tercermin dalam bulatan (alternatif pembelajaran sebagai contoh)
Pendekatan	Konsep, eksperimen (verifikatif, praktikum terpisah, ujian kinerja)	Konsep, keterampilan proses (PKP), lingkungan, terpadu/ PKG	Konsep, PKP, lingkungan, (STM), penemuan

(Keterangan: Hasil analisis dan rangkuman Nuryani Rustaman, 2000)

## C. KETERAMPILAN PROSES SAINS

### 1. Keterampilan Proses Sains dan Pentingnya Menguasai KPS

Keterampilan proses sains merupakan seperangkat keterampilan yang digunakan para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah. Keterampilan proses sains ini dibedakan menjadi sejumlah keterampilan proses yang perlu dikuasai bila seseorang hendak mengembangkan pengetahuan sains dan metodenya.

Carin (1992) menyampaikan beberapa alasan tentang pentingnya keterampilan proses. *Pertama*, dalam praktiknya apa yang dikenal dalam sains merupakan hal yang tidak terpisahkan dari metode penyelidikan. Mengetahui sains tidak hanya sekadar mengetahui materi tentang sains

(ke-IPA-an) saja tetapi terkait pula dengan memahami bagaimana cara untuk mengumpulkan fakta dan menghubungkan fakta-fakta untuk membuat suatu penafsiran atau kesimpulan. *Kedua*, keterampilan proses sains merupakan keterampilan belajar sepanjang hayat (*life-long learning*) yang dapat digunakan bukan saja untuk mempelajari ilmu tetapi juga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, bahkan untuk dapat bertahan hidup (*life skills*).

Keterampilan proses melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Keterampilan kognitif atau intelektual terlibat karena dengan melakukan keterampilan proses siswa menggunakan pikirannya. Keterampilan manual jelas terlibat dalam keterampilan proses karena mungkin mereka melibatkan penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan atau perakitan alat. Dengan keterampilan sosial dimaksudkan bahwa mereka berinteraksi dengan keterampilan proses, misalnya mendiskusikan hasil pengamatan.

## 2. Jenis-jenis Keterampilan Proses Sains (KPS)

Apabila kita mengkaji jenis-jenis KPS, mungkin tidak akan ada satu definisi yang sama, karena berbagai tokoh pendidikan sains melakukan pengelompokan yang bervariasi berdasarkan sudut pandangnya. Rezba, *et al.* (1995) membedakan keterampilan proses menjadi keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terintegrasi. Harlen (1992) membedakan tiga kategori keterampilan proses, yaitu keterampilan proses yang digunakan untuk mengumpulkan - menyajikan data - menafsirkan data (observasi, pengukuran, komunikasi, interpretasi). Sementara sejumlah tokoh lain tidak membedakannya seperti itu. Kita tidak perlu mempersoalkan perbedaan cara pandang dan pengelompokan tersebut. Di dalam modul ini dicoba membandingkan jenis-jenis keterampilan proses yang memiliki kedekatan atau kemiripan sehingga dalam penggunaannya sering tertukar atau dicampuradukkan.

Terdapat beberapa keterampilan dasar yang harus kita lakukan dan kita latih supaya kita mahir dan mampu mempelajari sains dengan baik, yaitu observasi dan inferensi, pengukuran dan estimasi, mengajukan pertanyaan dan merumuskan masalah, komunikasi dan interpretasi, prediksi dan berhipotesis, definisi operasional, identifikasi dan pengendalian variabel, serta eksperimen dan penyelidikan.

a. *Observasi dan inferensi*

Kedua istilah di atas sangat erat kaitannya satu sama lain. Namun untuk dapat dipahami terlebih dahulu akan disajikan secara terpisah, baru setelah itu dilakukan pembahasan yang membandingkan dan menghubungkan keduanya.



Gambar 1.1  
Apa yang terjadi

Cobalah perhatikan gambar di sebelah.

Menurut kalian, apa arti gambar tersebut?

.....

Tuliskan apa yang tampak, kemudian artikan.

Atau tuliskan apa yang kalian pahami, lalu tuliskan alasannya.

\_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, karena \_\_\_\_\_

Keterampilan mengamati (observasi) dikembangkan dengan menggunakan pancaindra yang kita miliki atau dengan menggunakan alat bantu indera untuk memperoleh informasi serta mengidentifikasi dan memberi nama karakteristik dari objek atau kejadian. Menurut Esler dan Esler (1984) keterampilan observasi dikembangkan dengan menggunakan semua indera yang kita miliki untuk mengidentifikasi dan memberikan nama sifat-sifat dan objek-objek atau kejadian. Abruscato (1988) menyatakan bahwa mengobservasi artinya menggunakan segenap pancaindra untuk memperoleh informasi atau data mengenai benda atau kejadian. Adapun keterampilan inferensi menurut Esler dan Esler (1984) dapat dikatakan sebagai keterampilan untuk membuat kesimpulan sementara. Sementara itu, Abruscato (1988) menyatakan bahwa ketika melakukan inferensi kita menggunakan logika untuk membuat kesimpulan sementara dari apa yang diobservasi.

Di jenjang pendidikan menengah mungkin kita pernah mendapat informasi bahwa "observasi melibatkan penggunaan alat indera dan pengumpulan fakta yang relevan". Mungkin kita pernah mendengar bahwa observasi tidak persis sama dengan mengamati karena observasi lebih luas daripada pengamatan dengan penglihatan. Dalam observasi selain penglihatan, alat-alat indera yang lainnya seperti dengan indera pendengaran, pengecap, pencium, dan peraba turut berperan. Dalam belajar sains kegiatan observasi sangat sering dilakukan, bahkan lebih sering dilakukan observasi

daripada kegiatan eksperimen, dan dalam eksperimen sendiri selalu berlangsung kegiatan observasi.

Dengan observasi diperoleh fakta, tetapi tidak semua fakta digunakan. Kadang-kadang fakta perlu diseleksi karena hanya fakta yang relevan saja yang akan dan dapat dimanfaatkan. Jadi, mengumpulkan fakta yang relevan juga termasuk ke dalam keterampilan proses observasi. Pada kenyataannya, fakta yang relevan tersebut tidak selalu hanya diperoleh dengan alat-alat indera khusus yang telah disebutkan di atas.

Seringkali dalam belajar sains fakta yang relevan diperoleh melalui penggunaan alat bantu observasi. Penggunaan alat bantu tersebut dimaksudkan untuk memperluas jangkauan observasi, atau untuk meningkatkan kualitas fakta yang diperoleh dengan alat indera saja. Umpamanya untuk memperjelas obyek-obyek yang berukuran kecil kita melakukan pengamatan dengan bantuan suryakanta atau mikroskop (binokuler dan monokuler), bahkan mikroskop elektron. Begitu pula untuk memperjelas pendengaran kita menggunakan alat kedokteran yang dikenal dengan stetoskop.

Dengan atau tanpa alat bantu hasil observasi yang berupa fakta seyogianya diterima sama oleh beberapa orang yang berbeda karena menghadapi obyek yang sama. Namun, pada kenyataannya seringkali hasil observasi beberapa orang terhadap suatu obyek berbeda satu sama lain. Kalau begitu, ada sesuatu di balik kegiatan observasi yang turut mewarnai hasil observasi. Tampaknya, latar belakang pengetahuan seseorang mempengaruhi aspek yang diobservasi sehingga menentukan hasil observasinya. Umpamanya dua orang mengamati siput yang sedang makan daun tanaman. Orang yang mempunyai latar belakang kelakuan hewan lebih tertarik untuk mengamati perilaku siput ketika sedang makan, sementara orang kedua yang ahli botani mengagumi bagaimana siput memilih dan hanya memakan daun-daun dari tumbuhan yang tidak beracun. Selain latar belakang pengetahuan, tampaknya harapan si pengamat turut mempengaruhi hasil observasinya. Dapatkah diberikan contoh lainnya?

Selain memperoleh fakta menggunakan alat indera yang beragam dan mengumpulkan fakta yang relevan, observasi diperlukan untuk peristiwa yang panjang atau peristiwa yang melibatkan proses. Observasi tentang proses perlu dilakukan secara bertahap, yaitu mengumpulkan informasi keadaan sebelum terjadi proses atau peristiwa, informasi selama proses, informasi keadaan sesudahnya. Dari keseluruhan informasi yang diperoleh

kita dapat menangkap suatu perubahan atau perkembangan atau proses yang terjadi.

Inferensi menjelaskan hal-hal yang kita observasi. Sesungguhnya inferensi ini sudah begitu menyatu dengan observasi sehingga seringkali sulit dibedakan. Apa yang kita kemukakan acap kali hasil inferensi berdasarkan sejumlah informasi yang kita peroleh melalui observasi. Yang berbahaya adalah membuat inferensi dari hasil satu kali observasi. Akibatnya penjelasan kita itu menjadi bersifat subyektif.

#### b. Pengukuran dan estimasi

Selain memerlukan alat bantu berupa peralatan yang telah disebutkan di atas, seringkali diperlukan alat bantu untuk memperoleh data kuantitatif. Data kuantitatif biasanya diperoleh dengan melakukan pengukuran dengan bantuan alat ukur yang sesuai. Sebagaimana seorang tukang kayu perlu menggunakan meteran untuk mengukur panjang, dalam belajar sains kita juga memerlukan alat ukur. Umpamanya jika kita menyiapkan medium untuk tempat hidup mikroorganisme tertentu, kita perlu mengukur suhunya sebelum mikroorganismenya kita masukkan ke dalam wadah berisi medium tersebut. Begitu juga jika melakukan pengamatan dengan mikroskop kita perlu mengetahui seberapa besar obyek yang kita amati tersebut. Bagaimanakah cara mengetahui perbesaran dari obyek yang kita lihat di bawah mikroskop? Dengan mengalikan perbesaran yang terdapat pada lensa objektif dan okuler! Tetapi, berapa ukuran awal dari obyek yang kita amati?



Gambar 1.2.  
Alat Ukur Pengamatan

Bagaimanakah cara kita mengetahui ukuran obyek yang kita amati di bawah mikroskop? Untuk dapat mengetahuinya jelas kita memerlukan alat bantu berupa alat ukur. Dengan kata lain kita perlu melakukan pengukuran. Biasanya dipasang alat ukur berupa "milimeter block" pada bahan transparan yang tipis pada alas wadah tempat obyek tersebut. Dengan melihat posisi obyek tersebut dalam *millimeter block*, kita dapat mengetahui ukuran (panjang, lebar, luas) obyek yang kita amati.

Jadi, pengukuran dalam sains dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat ukur tertentu yang sesuai, dapat juga pengukuran dilakukan secara tidak langsung. Hal yang sama dilakukan untuk obyek-obyek yang terlalu besar seperti mengukur diameter planet Mars sebagai salah satu benda langit. Kita memerlukan alat ukur diameter dan mengalikannya dengan jarak Mars ke bumi.

Selain pengukuran keterampilan estimasi juga dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam belajar biologi. Apakah estimasi itu? Orang-orang tua dulu sering memperkirakan ukuran dengan pelukan seperti mengukur keliling batang dengan pemeluk, atau memperkirakan jarak dengan lama terbakar habis sebuah dupa atau sebatang rokok yang sudah "standar". Seorang ibu menimbang-nimbang buah kelapa atau semangka sebelum menawar dan membelinya kepada tukang sayur. Itulah estimasi. Menurut pendapat Anda perlukah kemampuan estimasi dalam belajar sains? Carilah contohnya. Ini sekedar sebuah contoh sebagai pembandingan dengan pengukuran. Keterampilan estimasi dibutuhkan seorang yang bekerja ilmiah untuk membantu atau mempermudah menemukan hal-hal yang tidak bisa dilakukan dengan pengukuran. Jadi, banyak hal-hal yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari yang juga diperlukan dalam kegiatan atau bekerja ilmiah, termasuk dalam belajar sains.

### c. *Prediksi dan berhipotesis*

**Prediksi** merupakan keterampilan penting dalam belajar sains (*sciencing*). Prediksi adalah dugaan atau ramalan terhadap peristiwa yang belum terjadi. Untuk memahami prediksi perlu diingat bahwa sains didasarkan pada beberapa asumsi atau keyakinan tentang alam. Para pakar sains (*scientists*) yakin bahwa terdapat hubungan sebab akibat di alam yang mengendalikan peristiwa-peristiwa alam dalam suatu keteraturan. Umpamanya predator seperti singa dapat menurunkan populasi mangsa (kelinci, misalnya). Hal itu merupakan hubungan sebab akibat. Setiap kali buah apel terlepas dari cabang atau ranting tempatnya menempel, apel tersebut akan jatuh menuju pusat bumi, tidak peduli jenis apel apapun atau di lokasi manapun di bumi akibat gaya yang bekerja secara teratur. Keyakinan akan hubungan sebab akibat dan adanya keteraturan gaya mengarahkan kita pada anggapan dasar bahwa seluruh peristiwa alam dapat diramalkan atau diperkirakan.

Bagaimanapun juga beberapa peristiwa lebih akurat diramalkan daripada peristiwa yang lainnya. Prediksi didasarkan pada hasil observasi atau data yang sesuai. Jumlah data yang sesuai dan ketepatan data dapat berakibat pada keakuratan prediksi. Umpamanya gerhana dan posisi planet dapat diprediksi, tetapi prediksi tentang cuaca atau perubahan populasi tidak dapat dibuat secara akurat. Asumsi atau anggapan dasar bahwa alam berperilaku secara teratur membantu para pakar sains menggunakan data yang sesuai untuk meramalkan peristiwa yang akan datang.

Sebagai contoh, jika ada aneka biji kacang bermacam ukuran dan berwarna-warni masing-masing dengan jumlah yang sama banyak dan ditebarkan di halaman berumput. Menurut dugaan kita, kacang manakah yang akan paling banyak ditemukan jika dicari sesudahnya? Lakukanlah untuk membuktikan dugaan kita benar. Apakah artinya? Pada contoh ini ukuran dan warna biji merupakan variabel yang dikendalikan, sedangkan jumlah atau banyaknya biji yang ditemukan merupakan variabel terikat. Pertanyaan penelitian apa yang cocok diajukan untuk contoh kasus di atas?

**Berhipotesis** sangat penting dalam belajar sains (*sciencing*). Berhipotesis berkaitan dengan variabel. Kita telah mempelajari pentingnya variabel bukan hanya dalam merumuskan pertanyaan penelitian, melainkan juga dalam membuat prediksi. Apabila prediksi merupakan proses yang menggunakan observasi atau data sejalan dengan jenis pengetahuan ilmiah untuk meramalkan peristiwa yang belum terjadi, berhipotesis lebih melibatkan cara menjelaskannya dengan jalan mengubah salah satu variabel agar variabel lain yang diharapkan dapat terpengaruh. Walaupun sama-sama menjelaskan hal yang belum terjadi, dalam prediksi tidak ditawarkan cara baru untuk menguji penjelasan atau perkiraannya itu dapat diterima atau tidak. Dalam berhipotesis justru penjelasan akan hal yang belum terjadi itu menawarkan cara baru yang sama sekali berbeda dengan cara sebelumnya.

Contoh prediksi: memperkirakan berapa lama dan berapa kali sebuah biji mahoni berputar sebelum jatuh ke tanah. Contoh berhipotesis: memperkirakan cara memperbaiki ukuran buah tomat yang ditanam secara hidroponik.

Dalam kegiatan ilmiah, khususnya dalam kegiatan penelitian atau penyelidikan, hipotesis sering dinamakan jawaban sementara atau dugaan terhadap rumusan masalah yang berupa pertanyaan. Berhipotesis disebut jawaban sementara atau dugaan karena memang jawaban tersebut masih

perlu diuji kebenarannya untuk dapat diterima karena didukung data, atau ditolak karena tidak didukung data.

*d. Menyajikan data, menyimpulkan, dan interpretasi*

Sebelumnya Anda sudah diperkenalkan istilah inferensi yang dibedakan dengan observasi. Inferensi merupakan penjelasan tentang fakta yang diperoleh dari pengamatan dengan menggunakan berbagai alat indera (hasil observasi). Fakta yang relevan dinamakan data. Sangatlah penting untuk mempelajari bagaimana mengorganisasi data yang telah terkumpul dari hasil pengamatan. Dengan mengorganisasikan data, seorang ilmuwan dapat dengan mudah menafsirkan hasil observasi. Memaknai hasil observasi dinamakan interpretasi data. Karena para ilmuwan mengumpulkan data secara kuantitatif, tabel data dan *carta* biasanya digunakan untuk mengorganisasi informasi. Grafik disusun berdasarkan tabel data. Penyajian data semacam itu memungkinkan pengamat mendapatkan gambaran penyederhanaan interpretasi dan menarik kesimpulan. Kesimpulan yang valid didasarkan pada organisasi data yang baik dan interpretasi data yang jelas. Karena menarik kesimpulan merupakan langkah akhir dari penyelidikan, maka tabel, *carta* dan interpretasi data sangatlah penting.

Data dapat disajikan dengan tiga cara. Pertama, data disajikan dalam bentuk uraian. Kedua, data disajikan dalam bentuk *carta*. Ketiga, data disajikan dalam bentuk tabel. Cobalah bandingkan cara mana yang lebih komunikatif. Terdapat dua tipe grafik yang digunakan dalam menyajikan data secara ilmiah, yakni grafik batang dan grafik garis. Data deskriptif memerlukan grafik batang, sedang data yang kontinu memerlukan grafik garis. Menyajikan data dalam bentuk kuantitatif yang memudahkan menyimpulkan dan atau interpretasi termasuk berkomunikasi ilmiah.

Selain itu ada yang menyatakan bahwa inferensi itu sebagai kesimpulan sementara. Kesimpulan yang tidak sementara sering dinamakan konklusi. Jadi menyimpulkan atau menarik kesimpulan sebenarnya merupakan lanjutan dari inferensi, atau berbagai inferensi akan menggiring kita pada kesimpulan. Sebagian pakar sains memasukkan menyimpulkan atau menarik kesimpulan itu kepada interpretasi atau menafsirkan. Interpretasi biasanya dilakukan apabila ada sejumlah data yang dapat diartikan atau ditafsirkan berulang kali sehingga kita sampai pada kesimpulan. Apabila ada informasi disajikan dalam bentuk tabel, bagan, atau grafik maka kita akan lebih mudah melakukan interpretasi atau menarik kesimpulan. Menyimpulkan merupakan

salah satu bentuk menafsirkan atau interpretasi. Menurut Anda apa lagi yang termasuk ke dalam interpretasi?

*e. Identifikasi dan pengendalian variabel*

Dalam suatu kegiatan penyelidikan ilmiah kita kenal ada tiga jenis variabel. **Variabel yang dikendalikan** (kadang-kadang dikenal sebagai variabel independen atau variabel bebas) adalah suatu faktor atau kondisi dalam sebuah eksperimen yang secara khusus diubah oleh seorang peneliti. **Variabel yang merespons** atau **variabel terikat** adalah suatu faktor atau kondisi yang mungkin dipengaruhi atau dikenai akibat dari perubahan tersebut. Suatu variabel yang tidak diubah disebut **variabel kontrol**.

Sekelompok siswa ingin menguji apakah warna cahaya mempengaruhi hasil fotosintesis. Digunakan plastik transparan yang berbeda warnanya (hijau, merah, kuning, biru) melalui percobaan Ingenhousz. Setiap kali digunakan satu warna yang ditempatkan di antara sumber cahaya (lampu) dengan perangkat percobaan diamati dan dicatat jumlah gelembung yang dihasilkan dari tanaman air dalam percobaan. Warna plastik transparan adalah variabel yang dikendalikan. Variabel terikatnya adalah jumlah gelembung yang dihasilkan. Variabel kontrol dalam eksperimen tersebut adalah kekuatan dan jarak sumber cahaya terhadap perangkat percobaan, jenis dan kondisi tanaman air, jumlah dan kualitas airnya, ketebalan dan kejernihan wadah yang digunakan dalam percobaan tersebut.

Sebagai latihan tentukanlah jenis variabel dari eksperimen berikut ini.

- 1) Dua orang anak diuji kapasitas paru-parunya. Kedua anak tersebut menggunakan perangkat yang serupa, yaitu berupa stoples terbalik penuh berisi air dengan selang plastik terjulur keluar dari bagian wadah tersebut untuk tempat meniupkan udara pernapasan.

Variabel yang dikendalikan: \_\_\_\_\_

Variabel terikat: \_\_\_\_\_

Variabel kontrol: \_\_\_\_\_

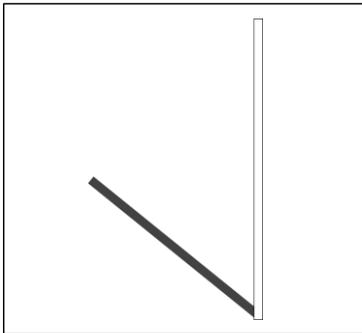
- 2) Dua anak berbeda berat tubuhnya diperiksa denyut nadinya setelah melakukan lari tiga kali keliling lapangan sepak bola dalam selang waktu tertentu.

Variabel yang dikendalikan: \_\_\_\_\_

Variabel terikat: \_\_\_\_\_

Variabel kontrol: \_\_\_\_\_

Seperti dalam membuat tabel, membuat grafik perlu memperhatikan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam tabel diletakkan sebelah kiri, sedangkan variabel terikat diletakkan di sebelah kanannya. Dalam grafik variabel bebas diletakkan pada sumbu horizontal (sumbu X), sedangkan variabel terikat pada sumbu vertikal (sumbu Y). Membuat grafik lebih rumit karena perlu memperhatikan skala dan satuan. Selanjutnya berdasarkan data dalam grafik dapat dilakukan ramalan atau prediksi.



Grafik 1.1 Hubungan panjang tongkat dan panjang bayang-bayang

Manakah variabel bebasnya?

\_\_\_\_\_

Mana pula variabel terikatnya?

\_\_\_\_\_

Pasangan data apa saja yang dapat kamu peroleh dari grafik tersebut ?

\_\_\_\_; \_\_\_\_; \_\_\_\_; \_\_\_\_; \_\_\_\_.

Dapatkah kamu menyajikannya dalam bentuk lain, bentuk tabel misalnya? Cobalah lakukan! Anda pasti bisa.

#### f. Mengajukan pertanyaan dan rumusan masalah

Percobaan sains atau penyelidikan ilmiah memerlukan pemecahan masalah atau jawaban terhadap masalah. Bagian yang paling penting dalam setiap penyelidikan adalah variabel. Jika seorang penyelidik mengidentifikasi variabel dari suatu peristiwa, maka suatu pertanyaan yang penting dan menarik akan menjadi makin jelas. Pertanyaan penelitian mendefinisikan suatu masalah yang diselidiki. Sekali pertanyaan-pertanyaan penelitiannya telah dirumuskan, pertanyaan-pertanyaan tersebut akan mempengaruhi keputusan yang akan ditentukan berkenaan dengan fokus penelitian.

Terdapat dua tipe pertanyaan penelitian. Tipe pertama adalah pertanyaan yang hanya terfokus pada satu variabel. Tipe kedua adalah pertanyaan yang menyatakan hubungan antara dua variabel, atau bagaimana variabel yang satu mempengaruhi variabel yang lainnya. Contoh pertanyaan tipe pertama: berapa banyak gelembung yang dihasilkan perangkat percobaan A per menitnya? Contoh pertanyaan tipe kedua: Seberapa jauh warna cahaya berpengaruh terhadap jumlah gelembung udara yang dihasilkan?

Berikut ini disajikan beberapa aturan dalam merumuskan pertanyaan penelitian.

- 1) Nyatakan dalam kalimat tanya.
- 2) Hindari pertanyaan yang dapat dijawab dengan ya atau tidak.
- 3) Mulailah pertanyaan dengan penggalan seperti: "seberapa jauh ...", atau "bukti apa yang menunjukkan bahwa ...."
- 4) Libatkan informasi, seperti populasi, lokasi penyelidikan akan dilakukan untuk mempersempit penyelidikan. Misalnya: seberapa banyak jumlah gelembung dapat digunakan sebagai petunjuk terjadinya fotosintesis apabila wadah perangkat Ingenhousz dalam keadaan tertutup?

Pernahkah kita memikirkan jika ada orang yang mengatakan sedang punya masalah? Cobalah kaji atau cari arti dari masalah dan rumusan masalah. Dapatkah Anda menduga adakah kira-kira hubungan arti antara keduanya?

Memang rumusan masalah dapat diartikan bahwa masalahnya sudah diperjelas atau dipersempit. Biasanya rumusan masalah berupa pertanyaan. Menurut Anda pertanyaan yang seperti apa yang dapat dijadikan rumusan masalah? Cobalah Anda mencari pertanyaan dalam penelitian atau laporan penelitian yang dinyatakan sebagai rumusan masalah.

Beberapa contoh pertanyaan sederhana dapat Anda lihat berikut ini.

- 1) Dapatkah kamu mengambil air dalam gelas dengan posisi terbalik?
- 2) Apakah gelas kosong yang dimasukkan terbalik ke dalam wadah akan dapat berisi air?
- 3) Apakah gelas kosong kalau dimasukkan secara tegak lurus terbalik ke permukaan air di dalam wadah akan bisa mencapai ke dasar wadah tersebut?

Merumuskan masalah dengan benar merupakan bagian yang penting sebelum penyelidikan tersebut dilakukan. Rumusan masalah yang tepat akan sangat menentukan jalannya penyelidikan dengan baik. Jika rumusan masalah yang kita buat tidak jelas akan menyulitkan kita dalam membuat ramalan/prediksi, membuat hipotesis, maupun dalam melakukan penyelidikan.

Adapun pertanyaan-pertanyaan yang biasa diajukan antara lain: Apakah ramalan yang dibuat telah cukup akurat? Apakah satu variabel mempengaruhi variabel yang lainnya? Apakah yang akan dilakukan

berikutnya? Apakah yang akan diberitahukan kepada orang lain tentang penyelidikan yang dilakukan? Dan masih banyak lagi pertanyaan lainnya.

*g. Merancang dan melaksanakan percobaan/penyelidikan*

Melakukan percobaan/eksperimen biasanya dilakukan untuk menguji kebenaran dari teori yang telah dipelajari atau untuk membuktikan bahwa hipotesis yang telah dibuat sebelumnya benar atau tidak. Dalam satu percobaan hanya satu variabel yang diubah, sedangkan variabel yang lainnya dibuat tetap atau sama selama percobaan dilakukan. Melakukan penyelidikan merupakan rekapitulasi seluruh keterampilan proses sains yang dimulai dengan adanya masalah dan cara-cara penyelidikannya.

Barangkali Anda pernah berpikir bahwa IPA selalu dipelajari melalui suatu eksperimen dan selalu dilakukan di laboratorium. Pemikiran Anda sebenarnya tidak salah hanya perlu Anda ketahui bahwa eksperimen juga bisa dilakukan di lapangan atau di sekitar lingkungan Anda. Beberapa variabel kadang-kadang tidak dapat dikendalikan di laboratorium. Untuk mengatasi hal tersebut maka metode penyelidikan yang lainnya sangat penting untuk diketahui, yaitu *survey*. *Survey* adalah penyelidikan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang tepat. Dua kata kunci yang perlu Anda ketahui di sini adalah informasi dan area atau wilayah.

Informasi yang diperoleh dari survei biasanya berupa hasil pengamatan langsung. Misalnya kalau Anda ingin mengetahui penyebab banjir yang terjadi di lingkungan Anda misalnya di selokan atau mungkin di lingkungan sekolah Anda mengajar. Tentunya Anda akan melihat semua saluran pembuangan yang terdapat di sekolah, membuat observasi sewaktu hujan atau mungkin saja Anda bertanya kepada penjaga sekolah dan sebagainya.

Selain diperlukan dalam merancang pembelajaran atau merencanakan percobaan/penyelidikan, keterampilan merancang sangat diperlukan ketika kita hendak membuat rancangan penelitian, baik dalam bidang IPA maupun dalam bidang pendidikan IPA, khususnya dalam pembelajaran IPA. Jika kita akan meneliti, tentunya kita harus merancang dulu. Pertama-tama kita tentukan tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah. Berdasarkan tujuan penelitian pula, kita menetapkan instrumen yang sesuai untuk mendapatkan data yang konkret. Instrumen-instrumen itu akan diperoleh dengan memperkirakan cara menganalisis hubungan antara variabel dan tujuan penelitian tersebut.

Perkiraan hubungan antara variabel dengan tujuan menghasilkan hipotesis yang perlu diuji lebih jauh, apakah hipotesis tersebut didukung data atau tidak, atau apakah data yang diperoleh menggunakan instrumen tersebut mendukung hipotesis penelitian atau tidak. Selanjutnya berdasarkan uji hipotesis dapat ditarik kesimpulan, dan mungkin menghasilkan masalah dan hipotesis lain yang perlu diuji lebih jauh.

Dalam pembelajaran IPA, instrumen yang sering digunakan berupa tes atau lembar observasi pada saat kegiatan (pembelajaran, praktikum, diskusi, presentasi) berlangsung. Dalam pembelajaran IPA yang mengembangkan kemampuan bekerja ilmiah, instrumen yang perlu dikembangkan adalah (i) perangkat tes keterampilan proses yang memungkinkan berbagai jenis keterampilan proses diukur pencapaiannya; (ii) berbagai lembar observasi kegiatan beserta kriteria pemberian skor; dan (iii) perangkat tes penguasaan konsep dengan berbagai jenjang berpikir menurut kerangka tertentu seperti Bloom, Ennis, Marzano (Stiggins, 1994). Penyusunan instrumen berupa butir soal keterampilan proses akan dibahas dalam Kegiatan Belajar 2.

### **3. Peranan Guru dalam Mengembangkan KPS**

Keterampilan intelektual dan keterampilan fisik diperlukan ketika siswa berupaya untuk menerapkan gagasan mereka pada situasi baru. Tentunya hal ini perlu didukung oleh guru, atau guru berperan dalam mengembangkan keterampilan proses siswa. Dalam mengembangkan keterampilan proses peran guru dapat dibahas secara umum, maupun secara khusus.

#### *a. Peranan umum*

Secara umum peran guru terutama berkaitan dengan pengalaman mereka membantu siswa mengembangkan keterampilan proses sains. Menurut Harlen (1992) sedikitnya terdapat lima aspek yang perlu diperhatikan oleh guru dalam berperan mengembangkan keterampilan proses.

*Pertama*, memberikan kesempatan untuk menggunakan keterampilan proses dalam melakukan eksplorasi materi dan fenomena. Pengalaman langsung tersebut memungkinkan siswa untuk menggunakan alat-alat inderanya dan mengumpulkan informasi atau bukti-bukti untuk kemudian ditindaklanjuti dengan pengajuan pertanyaan, merumuskan hipotesis berdasarkan gagasan yang ada.

*Kedua*, memberi kesempatan untuk berdiskusi dalam kelompok-kelompok kecil dan juga diskusi kelas. Tugas-tugas dirancang agar siswa

berbagi gagasan (urun rembuk), menyimak teman lain, menjelaskan dan mempertahankan gagasan mereka sehingga mereka dituntut untuk berpikir reflektif tentang hal-hal yang sudah dilakukannya, menghubungkan gagasan dengan bukti dan pertimbangan orang lain untuk memperkaya pendekatan yang mereka rencanakan. Berbicara dan menyimak menyiapkan dasar berpikir untuk bertindak.

*Ketiga*, mendengarkan pembicaraan siswa dan mempelajari produk mereka untuk menemukan proses yang diperlukan untuk membentuk gagasan mereka. Dengan kata lain, aspek ketiga menekankan membantu pengembangan keterampilan bergantung pada pengetahuan bagaimana siswa menggunakannya.

*Keempat*, mendorong siswa mengulas (*review*) secara kritis tentang bagaimana kegiatan mereka telah dilakukan. Selama dan setelah menyelesaikan kegiatan mereka seyogianya mendiskusikan bagian-bagian atau keseluruhan penyelidikan. Mereka juga hendaknya didorong untuk mempertimbangkan cara-cara alternatif untuk meningkatkan kegiatan mereka. Hal ini memungkinkan mereka untuk mengenali keterampilan-keterampilan yang perlu ditingkatkan. Membantu siswa untuk menyadari keterampilan-keterampilan yang mereka perlukan adalah penting sebagai bagian dari proses belajar mereka sendiri.

*Kelima*, memberikan teknik atau strategi untuk meningkatkan keterampilan, khususnya ketepatan dalam observasi dan pengukuran misalnya, atau teknik-teknik yang perlu rinci dikembangkan dalam berkomunikasi. Begitu pula dalam penggunaan alat, karena mengetahui bagaimana cara menggunakan alat tidak sama dengan menggunakannya. Menggunakan teknik secara tepat berarti memerlukan pengetahuan bagaimana cara menggunakannya.

#### *b. Peranan khusus*

Apabila seorang guru akan mengembangkan keterampilan proses tertentu hendaknya dia memperhatikan syarat-syarat tertentu dan menyiapkan kondisi yang diperlukan untuk itu.

##### 1) Membantu mengembangkan keterampilan observasi

Kesempatan untuk menggunakan alat-alat indera untuk memperoleh fakta dari obyek atau fenomena yang dijangki. Minat terhadap apa yang ada di meja di dalam kelas merupakan salah satu cara. Sangatlah baik apabila menggunakan obyek untuk memulai topik baru beberapa saat

sebelumnya untuk membangkitkan minat siswa. Selanjutnya dapat ditampilkan contoh-contoh lainnya agar siswa dapat menangkap esensi dari sejumlah obyek yang ditampilkan. Memang untuk mengembangkan keterampilan observasi diperlukan waktu lebih banyak daripada keterampilan proses lainnya.

Namun, tidak semua observasi perlu dilakukan di dalam kelas. Persiapan yang direncanakan dengan baik untuk melakukan ekspedisi (observasi di luar kelas, di luar jam pelajaran) juga memungkinkan kegiatan yang kaya dengan observasi, memberikan lembar pengamatan yang sudah dirancang dengan mempertimbangkan aspek-aspek penting yang harus diamati sangat membantu guru dan siswa untuk mengungkap hasil pengamatan siswa.

## 2) Membantu keterampilan klasifikasi

Klasifikasi sering dimasukkan ke dalam keterampilan observasi (Dahar, 1985; Harlen 1992). Padahal sesungguhnya klasifikasi merupakan keterampilan yang didasarkan pada keterampilan observasi. Jadi keterampilan klasifikasi merupakan keterampilan “beyond observation”. Seperti dalam mempersiapkan keterampilan observasi, guru juga perlu menyiapkan beragam obyek yang perlu diobservasi sebagai persiapan mengembangkan keterampilan klasifikasi. Berdasarkan hasil observasi, ditentukan ciri tertentu yang diamati yang akan digunakan sebagai dasar klasifikasi. Setelah itu barulah dilakukan pemilihan anggota (obyek) yang memiliki ciri tersebut dan yang tidak. Untuk itu perlu disiapkan format lembar kerja yang berisi aspek-aspek tersebut (ciri yang teramati, ya, tidak) dalam bentuk matriks. Contohnya dan contoh cara pengisiannya dapat dilihat pada tabel berikut. Selanjutnya dapat dilakukan klarifikasi bertingkat dengan cara memilahnya berulang kali.

Tabel 1.2  
Contoh Tabel Hasil Klasifikasi Berdasarkan Pengamatan

Ciri yang teramati	Nomor obyek yang	
	Memiliki	Tak memiliki
1. Helai daun lebar	1, 3, 4	2, 5, 6
2. Tepi daun bertoreh		
3.		
4.		
5.		
6.		

- 3) Membantu mengembangkan keterampilan berkomunikasi  
Karena berkomunikasi dapat dilakukan melalui tulisan, gambar (grafik, bagan), membaca dan berbicara (diskusi, presentasi), maka guru hendaknya merencanakan agar dalam kegiatan belajar mengajarnya terdapat kesempatan untuk itu. Guru dapat memilihkan gambar (bagan, grafik) dan tabel untuk memulai kegiatan yang dapat mengembangkan keterampilan berkomunikasi, dan meminta mereka untuk menjawab pertanyaan yang disertakan bersamanya. Dengan kata lain guru sebaiknya menyiapkan pertanyaan-pertanyaan yang meminta siswa untuk “membaca” data dalam gambar atau tabel dan mengemukakannya kembali. Selain itu dapat juga guru memberikan tugas kepada siswa untuk menyajikan data hasil pengamatan ke dalam bentuk tabel atau grafik.
- 4) Membantu mengembangkan keterampilan interpretasi  
Guru sebaiknya membantu siswa mengembangkan keterampilan interpretasi dengan meminta mereka menemukan pola dari sejumlah data yang sudah dikumpulkan, dengan mengajak mereka mengartikan maksud atau maknanya, dengan menarik kesimpulan. Kembali dalam hal ini gambar dan tabel dapat digunakan untuk memulainya.
- 5) Membantu mengembangkan keterampilan prediksi  
Untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan prediksi sebaiknya guru bertolak dari aspek keterampilan interpretasi tertentu, yaitu menemukan pola. Setelah pola dikenali oleh siswa, mereka diajak untuk memperkirakan hal-hal yang belum terjadi berdasarkan pola tersebut. Melalui cara ini prediksi akan lebih nyata bagi mereka dan jelas perbedaannya dengan meramal biasa atau dengan berhipotesis.
- 6) Membantu mengembangkan keterampilan berhipotesis  
Sebagaimana kita ketahui hipotesis adalah upaya untuk menjelaskan beberapa hasil observasi, kejadian atau hubungan. Ada hal penting yang harus diketahui dalam mengembangkan keterampilan proses ini, yakni gagasan atau pendapat bahwa hipotesisnya itu “benar”. Hipotesis dirumuskan berdasarkan pengetahuan tentang apa yang sedang terjadi. Kesan ini dapat dikembangkan melalui pertanyaan yang diajukan siswa. Suatu pertanyaan mungkin sukar dijawab walau dengan menduga-duga. Umpamanya pertanyaan ”mengapa daun menjadi coklat sebelum gugur?” namun apabila pertanyaannya diubah menjadi: “menurut pendapatmu mengapa beberapa jenis daun menjadi coklat?” atau “Apa

yang dapat kamu pikirkan penyebab berubahnya warna daun menjadi coklat?” Akan mendorong siswa untuk berpikir dan membuat jawaban sementara (=berhipotesis).

Walaupun keterampilan berhipotesis tidaklah mudah, namun yang penting di sini adalah guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengemukakan penjelasan pada kondisi spesifik berdasarkan gagasan yang ada. Hal ini menjadi dasar pengembangan keterampilan proses selanjutnya, yaitu menerapkan konsep dan prinsip yang lebih luas, bahkan menerapkan teori (=teknologi).

7) Membantu mengembangkan keterampilan menyelidiki

Dalam melakukan kegiatan di kelas atau laboratorium, seringkali para siswa melakukan secara rutin tanpa menyadari mengapa mereka perlu melakukannya demikian. Untuk menghindari atau mengurangi hal itu sebaiknya diingatkan hal-hal penting yang perlu diperhatikan agar percobaan atau penyelidikannya itu berjalan sebagaimana yang diharapkan. Umpamanya dalam percobaan osmosis dengan kubus dari kentang perlu ditambahkan ungkapan seperti ini: “periksalah apakah kedua ukuran kubus tersebut betul-betul sama, juga apakah kedua kubus tersebut dibuat dari satu kentang”. Hal itu sangat penting karena tanpa peringatan tersebut, mereka membandingkan dua hal yang betul-betul berbeda dalam banyak hal, padahal mereka semula hanya ingin menyelidiki pengaruh konsentrasi larutan gula dalam sumur kentang pada laju osmosis. Dengan banyak hal yang berbeda, konsentrasi larutan gula yang digunakan menjadi tidak dapat dibandingkan karena tidak lagi menjadi faktor penentu. Faktor penentu atau variabel bebas dapat diketahui pengaruh atau peranannya hanya dan hanya jika faktor atau variabel lainnya ditiadakan atau diupayakan sama (variabel kontrol). Variabel bebas akan memberikan pengaruh atau peranan tertentu yang nyata atau tidak, dengan kata lain variabel terikat dapat diketahui akibat pengaruh variabel bebas.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Berilah penjelasan akan pentingnya keterampilan proses sains untuk Anda kuasai!
- 2) Mengobservasi merupakan keterampilan proses sains yang paling dasar dan penting untuk Anda kuasai teori maupun aplikasinya. Jelaskan mengapa disebut demikian!

Untuk pertanyaan 3 s/d 5 bacalah wacana berikut.

Pertumbuhan kecambah atau perkecambahan (*germination*) ditentukan oleh kadar detergen yang terlarut dalam air yang digunakan untuk membasahi medium tempat tumbuhnya biji-bijian (medium yang digunakan berupa kapas dalam wadah gelas). Hasil percobaan menunjukkan bahwa rata-rata pertumbuhan kecambah untuk jumlah biji-bijian yang sama akan berkurang dengan semakin tingginya konsentrasi detergen yang digunakan untuk membasahi medium kapas tersebut. Dalam percobaan ini dipilih biji kacang merah sebagai sampel.

- 3) Dari percobaan di atas, tentukanlah variabel yang bertindak sebagai variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol!
- 4) Menurut Anda apakah percobaan di atas dapat diaplikasikan dalam percobaan di sekolah? Jelaskan jawaban Anda!
- 5) Berilah penjelasan kenapa keterampilan untuk melakukan interpretasi data sangat penting untuk Anda kuasai!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Belajar sains tidak hanya sekedar mengetahui materi atau konsep sainsnya saja, tetapi terkait pula dengan bagaimana cara mengumpulkan fakta dan menghubungkan fakta-fakta untuk membuat suatu penafsiran atau kesimpulan dan keterampilan proses sains merupakan keterampilan belajar sepanjang hayat yang dapat digunakan bukan saja untuk mempelajari berbagai macam ilmu tetapi juga dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

- 2) Mengobservasi merupakan keterampilan proses IPA yang paling dasar. Mengobservasi adalah mengamati hal-hal yang terjadi dengan menggunakan pancaindra. Observasi yang terorganisir dengan baik merupakan dasar bagi penyelidikan yang terarah.
- 3) Dari percobaan di atas, variabel yang bertindak sebagai variabel bebas adalah konsentrasi detergen yang tidak dibuat sama. Variabel kontrol adalah jenis biji yang dijadikan sampel yaitu kacang merah, jenis wadah, dan kapas. Variabel terikat adalah rata-rata pertumbuhan kecambah.
- 4) Percobaan tersebut sangat sederhana dan dapat diaplikasikan di sekolah mengingat alat dan bahan yang digunakan dapat ditemukan di mana-mana, harganya bisa dijangkau, dan prosedurnya mudah untuk dilaksanakan.
- 5) Interpretasi data sangat penting untuk Anda kuasai, karena makna dan pengertian yang diperoleh dapat dikomunikasikan dengan baik. Bila kita melihat keterampilan proses sains, perlu Anda ingat bahwa sains dimulai dengan mengajukan suatu pertanyaan. Sering terjadi bahwa hipotesis yang dibuat berfungsi untuk membuat dugaan atau jawaban sementara terhadap pertanyaan yang telah dibuat. Dari hasil penyelidikan biasanya diperoleh data, dan data yang diperoleh kemudian diinterpretasi, misalnya angka-angka ditransfer ke dalam kata-kata atau kalimat untuk menjelaskan hasil. Terakhir peneliti harus mengambil keputusan dengan membuat kesimpulan dan membuat rekomendasi untuk ditindaklanjuti pada penyelidikan selanjutnya.



## RANGKUMAN

---

Merancang pengalaman belajar sains terkait erat dengan pengembangan keterampilan proses sains karena rancangan belajar sains harus sesuai dengan hakikat belajar sains dan terutama sekali sesuai dengan tujuan pembelajaran yang sudah dirumuskan dalam GBPP (garis-garis besar program pengajaran) atau Standard Isi. Walaupun pengalaman belajar siswa dapat bervariasi, tetapi seorang guru yang profesional akan berupaya agar siswanya belajar secara bermakna. Belajar sains secara bermakna baru akan dialami siswa apabila siswa terlibat aktif secara intelektual, manual, dan sosial. Pengembangan keterampilan proses sains sangat ideal dikembangkan apabila guru memahami hakikat belajar sains, yaitu sains sebagai produk dan proses.

Belajar dengan pendekatan keterampilan proses memungkinkan siswa mempelajari konsep yang menjadi tujuan belajar sains dan sekaligus mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar berIPA (*sciencing*), bekerja ilmiah (*scientific inquiry*), dan bersikap ilmiah.

Keterampilan proses perlu dikembangkan melalui pengalaman langsung, sebagai pengalaman belajar, dan disadari ketika kegiatannya sedang berlangsung. Melalui pengalaman langsung seseorang dapat lebih menghayati proses atau kegiatan yang sedang dilakukan. Namun apabila dia sekedar melaksanakan tanpa menyadari yang sedang dikerjakannya, maka perolehannya kurang bermakna dan memerlukan waktu lama untuk menguasainya. Kesadaran tentang apa yang sedang dilakukannya, serta keinginan untuk melakukannya dengan tujuan untuk menguasainya sangatlah penting.

Untuk mempermudah mempelajari keterampilan proses sains dan mengembangkannya dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran IPA, di bawah ini disajikan jenis keterampilan proses sains, dengan indikator-indikatornya. Jenis-jenis keterampilan proses ini dirangkum dari berbagai sumber, khususnya dari Wynne Harlen (1992) dengan modifikasi hasil penelitian Dahar, (1985) dan Rustaman (1995).

## JENIS KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN INDIKATORNYA

1. MENGAMATI/ OBSERVASI
  - a. Menggunakan sebanyak mungkin indera.
  - b. Mengumpulkan/ menggunakan fakta yang relevan.
2. MENGELOMPOKKAN/ KLASIFIKASI
  - a. Mencatat setiap pengamatan secara terpisah.
  - b. Mencari perbedaan, persamaan.
  - c. Mengontraskan ciri-ciri.
  - d. Membandingkan.
  - e. Mencari dasar pengelompokan atau penggolongan.
  - f. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.
3. MENAFSIRKAN/ INTERPRETASI
  - a. Menghubungkan hasil-hasil pengamatan.
  - b. Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan.
  - c. Menyimpulkan.

4. MERAMALKAN/ PREDIKSI
  - a. Menggunakan pola-pola hasil penelitian.
  - b. Mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum diamati.
  
5. MENGAJUKAN PERTANYAAN
  - a. Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa.
  - b. Bertanya untuk meminta penjelasan.
  - c. Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.
  
6. BERHIPOTESIS
  - a. Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari satu kejadian.
  - b. Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
  
7. MERENCANAKAN PERCOBAAN/ PENELITIAN
  - a. Menentukan alat/ bahan/ sumber yang akan digunakan.
  - b. Menentukan variabel/ faktor penentu.
  - c. Menentukan apa yang akan diukur, diamati, dicatat.
  - d. Menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.
  
8. MENGGUNAKAN ALAT/ BAHAN
  - a. Memakai alat/bahan.
  - b. Mengetahui alasan mengapa menggunakan alat/bahan.
  - c. Mengetahui bagaimana menggunakan alat/bahan.
  
9. MENERAPKAN KONSEP
  - a. Menggunakan konsep yang telah dipelajari dalam situasi baru.
  - b. Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.
  
10. BERKOMUNIKASI
  - a. Memberikan/menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram.
  - b. Menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis.

- c. Menjelaskan hasil percobaan atau penelitian.
- d. Membaca grafik atau tabel atau diagram.
- e. Mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa.

11. MELAKSANAKAN PERCOBAAN/EKSPERIMENTASI (MENCAKUP SELURUH KPS)



TES FORMATIF 1 \_\_\_\_\_

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Hubungan hakikat IPA dengan inkuiri adalah ....
  - A. belajar IPA dan inkuiri termasuk hakikat IPA
  - B. belajar IPA dilakukan menurut hakikat inkuiri
  - C. hakikat IPA adalah inkuiri itu sendiri
  - D. IPA dipelajari melalui inkuiri
- 2) Pendekatan keterampilan proses berbeda dengan pendekatan proses (*Science A Process Approach*) dalam hal-hal berikut, *kecuali* ....
  - A. jenis yang dikembangkan dapat bervariasi pada metode yang berbeda
  - B. jenis keterampilan prosesnya lebih lengkap daripada SAPA
  - C. keterampilan prosesnya tidak perlu mengikuti urutan metode ilmiah
  - D. tidak perlu selalu mengguna metode ilmiah dalam pembelajarannya
- 3) Ilmuwan mempunyai cara kerja tertentu yang memungkinkannya memperoleh penemuan. Berikut adalah kegiatan yang biasa dilakukan ilmuwan, *kecuali* ....
  - A. mengumpulkan data
  - B. merumuskan masalah dan hipotesis
  - C. membuat pernyataan
  - D. menguji hipotesis
- 4) Keterampilan proses sains yang melibatkan pancaindra untuk memperoleh informasi atau data-data suatu benda atau kejadian termasuk ....
  - A. observasi
  - B. komunikasi
  - C. inferensi
  - D. interpretasi

- 5) Keterampilan untuk membuat dugaan atau perkiraan dan kejadian-kejadian atau keadaan-keadaan yang akan datang berdasarkan hasil observasi, pengukuran dan informasi yang telah diketahui termasuk ....
  - A. observasi
  - B. prediksi
  - C. komunikasi
  - D. inferensi
  
- 6) Seorang siswa sedang mengamati apa yang terjadi apabila lilin yang sedang menyala ditutup dengan 3 buah gelas yang berbeda. Keterampilan proses sains yang dilakukan siswa dalam kegiatan tersebut adalah sebagai berikut, *kecuali* ....
  - A. observasi
  - B. inferensi
  - C. prediksi
  - D. interpretasi

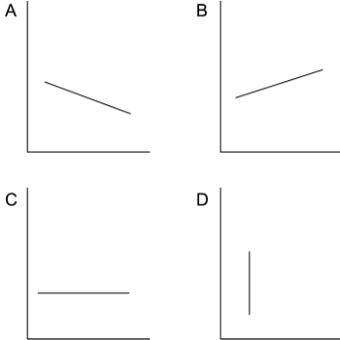
Untuk Soal Nomor 7, 8, dan 9. Perhatikan data dalam tabel berikut.

Hari ke	WAKTU			
	SHUBUH	Matahari Terbit	ZUHUUR	MAGHRIB
1	04.22	05.38	11.43	17.47
3	04.21	05.37	11.43	17.47
5	04.20	05.36	11.42	17.46
7	04.19	05.35	11.42	17.46
9	04.18	05.33	11.41	17.46
11	04.17	05.32	11.40	17.45

- 7) Kesimpulan apa yang dapat dibuat dari data berikut?
  - A. Waktu subuh & terbit matahari berpola, waktu zuhur & magrib tidak
  - B. Waktu subuh & terbit matahari berbeda pola dengan waktu zuhur & magrib
  - C. Waktu (subuh, matahari terbit, zuhur, magrib) cenderung makin maju
  - D. Meski waktunya makin maju dari hari ke hari, pola waktunya tidak sama
  
- 8) Berdasarkan pola data dalam daftar di atas, jam berapakah waktu mata hari terbit pada hari ke 10 dan ke 13?
  - A. 04.20 dan 04.19
  - B. 04.19 dan 04.18

- C. 04.18 dan 04.17
- D. 04.17 dan 04.16

9) Apabila data waktu terbit matahari dalam tabel di atas akan diubah ke dalam bentuk grafik, menurut dugaan Anda grafik mana yang cocok?



10) Manakah yang bukan rumusan masalah dari sejumlah pertanyaan di bawah ini?

- A. Apakah semua semut dapat membentuk kelompok yang hidup bermasyarakat?
- B. Apa yang akan terjadi jika semut diceburkan ke dalam semangkok air gula?
- C. Siapa yang mengetahui semut yang tidak berwarna?
- D. Cara mana yang terbaik untuk menemukan semut jantan?

11) Berikut adalah kegiatan yang dilakukan kelompok siswa saat belajar IPA ....

Setelah mencatat keadaan warna air kolam dalam akuarium buatan, siswa memasukkan sejumlah tanaman air di dasar akuarium, beberapa ekor ikan ke dalam airnya. Setelah diberi beberapa tetes *reagen* pendeteksi keberadaan oksigen, mereka mencatat lagi hasilnya. Selanjutnya mereka mendiskusikan hasil dan membuat kesimpulan. Keterampilan proses apa saja yang terlibat dalam kegiatan belajar kelompok siswa tersebut?

- A. Observasi, berkomunikasi, interpretasi.
- B. Berkomunikasi, menyimpulkan, mencatat.
- C. Mencatat, berdiskusi, menyimpulkan.
- D. Observasi, berkomunikasi, menyimpulkan.

- 12) Siswa dikatakan telah memformulasikan hipotesis apabila mereka ....
- A. mencatat semua percobaan dengan teliti
  - B. melakukan semua percobaan yang telah ditentukan sebelumnya
  - C. merancang percobaan dengan menggunakan 2 atau lebih variabel
  - D. meramalkan tiap-tiap variabel terhadap hasil penyelidikan

- 13) Hipotesis berbeda dengan prediksi dalam hal ....

	<b>Aspek yang Dibandingkan</b>	<b>Berhipotesis</b>	<b>Prediksi</b>
A.	Cara kerja	Sembarang	Sama, Serupa
B.	Pengambilan kesimpulan	Induktif	Deduktif
C.	Keterlibatan hubungan variabel	Dua atau lebih	Tidak ada
D.	Hasil yang diperoleh	Baru	Biasa

- 14) Dalam percobaan elektromagnetik, jumlah baterai yang digunakan bervariasi mulai dari 1, 2, dan 3 buah, sedangkan jumlah lilitan kawat pada paku dibuat tetap. Jenis baterai, jenis kawat dan jenis penjepit kertas dibuat sama. Pernyataan berikut mendukung percobaan sederhana di atas, *kecuali* ....
- A. jenis paku, jenis kawat dibuat sama adalah variabel kontrol
  - B. jumlah penjepit kertas yang menempel pada paku adalah variabel kontrol
  - C. jumlah baterai yang digunakan adalah variabel bebas
  - D. jumlah lilitan kawat pada paku adalah variabel kontrol
- 15) Variabel yang selalu dibuat sama (tetap) dalam suatu percobaan disebut variabel ....
- A. kontrol
  - B. bebas
  - C. terikat
  - D. tambahan
- 16) Diduga bahwa kadar ragi dalam pembuatan tape turut berpengaruh terhadap rasa dan aroma tape. Kegiatan apa yang akan Anda rancang untuk menguji dugaan tersebut?
- A. Dibuat variasi kadar ragi dalam bahan dasar.
  - B. Diatur temperaturnya agar seimbang.
  - C. Dibuat variasi tempat bertutup dan tidak.
  - D. Dicek kadar gula dan alkohol produk tapenya.

- 17) Keterampilan berkomunikasi melibatkan keterampilan untuk ....
- A. membandingkan atau mengklasifikasikan benda-benda atau objek-objek berdasarkan karakteristiknya
  - B. menyampaikan hasil pengamatan berupa informasi yang dapat berbentuk narasi, diagram, peta, grafik, tabel, maupun gambar
  - C. membuat kesimpulan sementara dengan menggunakan logika yang didasarkan atas hasil pengamatan
  - D. membuat dugaan atau ramalan terhadap kejadian-kejadian yang akan datang berdasarkan hasil pengamatan, pengukuran, dan informasi yang telah diketahui
- 18) Informasi yang diperoleh dari survei biasanya berupa ...
- A. data-data yang sudah siap pakai
  - B. data-data sekunder
  - C. informasi langsung
  - D. informasi tidak langsung
- 19) Dalam suatu penelitian, interpretasi data sangat penting untuk dikuasai. Hal ini terjadi karena alasan berikut ini, *kecuali* ....
- A. membuat hasil pengamatan terhadap sejumlah obyek menjadi bermakna
  - B. memperjelas kebenaran ramalan atau prediksi yang telah dibuat
  - C. memaknai informasi yang diperoleh agar dapat dikomunikasikan dengan baik
  - D. mempermudah kita untuk menarik kesimpulan dan data-data yang diperoleh
- 20) Dalam menentukan sampel kita perlu berhati-hati, karena ....
- A. sampel yang ditentukan mewakili kondisi yang sebenarnya dari populasi
  - B. sampel adalah bagian dari sebuah survei atau penyelidikan
  - C. penarikan kesimpulan ditentukan oleh cara penarikan sampel
  - D. pengambilan sampel berkaitan erat dengan pertanyaan yang diajukan

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Literasi Sains dan Pengukurannya

## A. LITERASI SAINS DALAM PISA

Untuk menyediakan suatu landasan baru bagi diskusi masalah kebijakan dan untuk berkolaborasi dalam mendefinisikan dan mengimplementasikan tujuan-tujuan pendidikan yang global serta dilakukan secara inovatif dan reflektif, PISA (*Performance of International Student Assessment*) membuat suatu kerangka kerja dan konseptual bagi anak usia 15 tahun dengan mempertimbangkan keterampilan-keterampilan yang relevan dengan kehidupan orang dewasa. Kerangka kerja dan konseptual tersebut yang menjiwi masing-masing area dalam PISA dikembangkan oleh para pakar internasional dari negara-negara yang berpartisipasi dan mengikuti konsultasi, disepakati oleh pemerintah dari negara-negara peserta (OECD, 2004). Kerangka kerja mulai dengan konsep literasi yang peduli dengan **kapasitas siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan serta untuk menganalisis, bernalar dan berkomunikasi secara efektif apabila mereka dihadapkan pada masalah, harus menyelesaikan dan menginterpretasi masalah pada berbagai situasi**. Jadi, PISA membangun suatu kerangka kerja asesmen yang disepakati secara internasional untuk mengukur literasi.

PISA diprakarsai oleh negara-negara OECD, tetapi sekarang digunakan oleh sejumlah negara yang terus bertambah jumlahnya. Melalui lintas negara, para pengambil kebijakan menggunakan temuan PISA untuk hal-hal berikut. *Pertama*, menjarung keterampilan literasi para siswa di masing-masing negara dalam perbandingan dengan keterampilan serupa di negara-negara yang berpartisipasi lainnya. *Kedua*, memantapkan *benchmark* untuk peningkatan pendidikan, misalnya dalam kaitan dengan rata-rata skor yang dicapai oleh negara-negara lain atau kapasitas mereka untuk menyediakan tingkat kesamaan yang tinggi dalam kesempatan dan hasil pendidikan. *Ketiga*, memahami kekuatan dan kelemahan relatif dari sistem pendidikan mereka. Studi PISA 2003 mengungkap performansi siswa dan faktor-faktor yang terkait dengan keberhasilannya. PISA menyediakan suatu perangkat yang berdaya guna untuk meningkatkan pemahaman tentang apa yang dapat memacu sukses dalam pendidikan.

Konsep literasi yang digunakan PISA lebih luas daripada pengertian kemampuan membaca dan menulis. Literasi dalam PISA diukur secara kontinum, bukan sekedar sesuatu yang dimiliki atau tidak dimiliki seseorang. Dalam arti luas literasi dimaknai sebagai kemampuan siswa yang kontinum. Seorang yang "literate" memiliki suatu rentang kompetensi, dan tidak ada pembatas yang nyata antara seseorang yang "fully literate" dengan yang tidak.

Pengenalan dan penguasaan literasi merupakan suatu proses sepanjang hayat, yang terjadi bukan hanya di sekolah atau melalui pendidikan formal, tetapi juga melalui interaksi dengan kelompoknya (*peers*), kolega dan komunitas yang lebih luas. Generasi muda berusia 15 tahun tidak dapat diharapkan telah belajar semua hal yang akan mereka perlukan sebagai orang dewasa, tetapi mereka seyogianya memiliki dasar pengetahuan yang mantap dalam area tertentu seperti membaca, matematika, dan sains. Mereka juga perlu memahami prinsip-prinsip dan proses-proses mendasar dan untuk menerapkannya secara fleksibel pada situasi yang berbeda.

Asesmen dalam PISA tidak dibatasi pada disiplin atau mata pelajaran tertentu, tetapi mempertimbangkan keterampilan dan karakteristik siswa yang lebih luas. PISA 2000 memulai dengan menanyakan siswa tentang motivasi dan aspek sikap lainnya terhadap belajar, pengenalan dengan komputer dan belajar mandiri (*self-regulated learning*), aspek-aspek strategi mereka untuk mengelola dan memantau cara belajar mereka sendiri. Dalam PISA 2003, unsur-unsur tersebut dikembangkan lebih jauh dan dilengkapi dengan suatu asesmen tentang pengetahuan dan keterampilan memecahkan masalah (*problem solving knowledge and skills*). Dalam survei PISA, kompetensi-kompetensi lintas kurikulum hingga penggunaan teknologi informasi akan berperan secara bertahap.

PISA merupakan program internasional yang paling komprehensif untuk mengukur performansi siswa dan mengumpulkan data tentang faktor siswa, keluarga, dan lembaga yang dapat menjelaskan perbedaan kinerja. Keputusan tentang ruang lingkup, dan hakikat asesmen dan latar belakang informasi yang perlu dikumpulkan ditentukan oleh para pakar terkemuka di negara-negara peserta, dan dipimpin oleh pemerintah masing-masing negara berdasarkan tukar pengalaman dan interest pengambil kebijakan. Mekanisme penjaminan mutu diterapkan terutama pada penerjemahan, pengambilan sampel dan pengumpulan data.

## 1. Cakupan PISA menurut Fokus dalam Siklus

Materi dalam PISA dirancang untuk mengakses siswa masing-masing dalam tiga domain. Perolehan pemahaman yang lebih mendalam pada masing-masing domain, dilakukan fokus secara terencana dalam survei yang dirancang setiap tiga tahun. Ketiga domain yang dimaksud adalah literasi membaca, literasi matematika, dan literasi sains. Apabila salah satu domain menjadi fokus asesmen, maka dua domain lainnya menjadi pendamping. Fokus tersebut dilakukan secara bergiliran, mulai dengan literasi membaca, literasi matematika dan terakhir literasi sains. Selain ketiga domain utama tersebut, bersama domain yang menjadi fokus tersebut ditambahkan kompetensi yang lebih luas, baik lintas kurikulum, maupun lintas disiplin. Hasil PISA 2000 digunakan sebagai *baseline* dan setiap tiga tahun negara-negara akan dapat melihat kemajuan yang telah dicapainya.

Fokus dalam PISA ditentukan per tiga tahunan. Fokus tahun 2000 adalah literasi membaca (*reading literacy*), sedangkan fokus tahun 2003 adalah literasi matematika dan pemecahan masalah atau *problem solving*. Fokus untuk tiga tahun mendatang dan tiga tahun berikutnya tentunya dapat diperkirakan. PISA tahun 2006 mempunyai fokus pada literasi sains dan teknologi komputer (ICT), sedangkan fokus dalam PISA 2009 adalah literasi membaca dan teknologi komputer (ICT).

Instrumen asesmen dalam PISA 2000 dan 2003 dikembangkan berdasarkan unit-unit asesmen, yaitu satu seri teks diikuti dengan sejumlah pertanyaan, pada berbagai aspek masing-masing teks, bertujuan untuk membuat tugas sedekat mungkin dengan dunia nyata. Siswa harus membaca teks dan menjawab pertanyaan tentang isi yang terdapat di dalamnya. Dalam banyak kasus, respons dinyatakan dengan kata-kata sendiri yang memerlukan ketelitian dan sering kali pemberian angka yang majemuk.

## 2. Perlunya Literasi Sains

Dalam dunia yang dipenuhi dengan produk-produk kerja ilmiah (*scientific inquiry*), literasi sains (*scientific literacy*) menjadi suatu keharusan bagi setiap orang. Setiap orang perlu menggunakan informasi ilmiah untuk melakukan pilihan yang dihadapinya setiap hari. Setiap orang perlu memiliki kemampuan untuk berhubungan dalam percakapan dan debat publik secara cerdas berkenaan dengan isu-isu penting yang melibatkan IPTEK. Setiap orang siap untuk berbagi dalam pemenuhan kegembiraan dan personal yang berasal dari pemahaman dan belajar tentang dunia alami. Literasi sains juga

menjadi meningkat kepentingannya di tempat kerja. Semakin banyak pekerjaan yang menuntut keterampilan-keterampilan tingkat tinggi, memerlukan orang-orang yang mampu belajar, bernalar, berpikir kreatif, membuat keputusan, dan memecahkan masalah. Suatu pemahaman IPA dan prosesnya berkontribusi secara istimewa berkenaan dengan keterampilan-keterampilan tersebut. Negara-negara lain telah melakukan investasi besar-besaran untuk menciptakan dorongan bekerja yang “literate” secara ilmiah dan secara teknologi. Untuk bertahan di pasar global, setiap negara perlu memiliki warga negara yang memiliki *kapabiliti* yang sama.

Setiap warga negara pada berbagai jenjang pendidikan perlu memiliki pengetahuan, pemahaman, dan kemampuan yang *scientific literate* dan merupakan keutuhan. Siswa-siswa tidak dapat mencapai *performance* yang tinggi tanpa bimbingan guru yang terampil dan profesional, waktu belajar yang cukup, ruang gerak, dan sumber belajar di sekelilingnya. Semua ini tidak terlepas dari dukungan sistem pendidikan IPA. Belajar dengan penekanan pada proses sains dipandang lebih memberi bekal kemampuan kepada para siswa seperti melakukan pengamatan (observasi), inferensi, bereksperimen, inkuiri merupakan pusat atau inti pembelajaran IPA. Dengan berinkuiri para siswa mendeskripsikan objek dan peristiwa, mengajukan pertanyaan, membangun penjelasan, menguji penjelasannya terhadap pengetahuan ilmiah mutakhir, dan mengomunikasikan gagasannya kepada yang lain. Mereka mengidentifikasi asumsi-asumsi mereka, menggunakan pemikiran kritis dan logis, dan mempertimbangkan penjelasan alternatif. Dengan cara ini para siswa aktif mengembangkan pemahaman IPA mereka dengan mengombinasikan pengetahuan mereka dengan keterampilan bernalar dan berpikirnya.

Mengapa literasi sains begitu penting? *Pertama*, pemahaman IPA menawarkan pemenuhan personal dan kegembiraan, keuntungan bagi untuk dibagi dengan siapa pun. *Kedua*, negara-negara dihadapkan pada pertanyaan-pertanyaan dalam kehidupannya yang memerlukan informasi ilmiah dan cara berpikir ilmiah untuk mengambil keputusan untuk kepentingan orang banyak yang perlu diinformasikan seperti udara, air, dan hutan. Pemahaman IPA dan kemampuan dalam IPA juga akan meningkatkan kapabilitas siswa untuk memegang pekerjaan penting dan produktif di masa depan. Masyarakat bisnis memerlukan pekerja pemula yang siap belajar dengan kemampuan bernalar dan berpikir kreatif, membuat keputusan, dan memecahkan masalah untuk dapat menghadapi pesaing-pesaingnya.

## B. LITERASI SAINS

### 1. Pengertian Literasi Sains (*Scientific Literacy*)

Literasi sains adalah pengetahuan dan pemahaman konsep dan proses ilmiah yang diperlukan untuk pengambilan keputusan personal, partisipasi dalam kegiatan publik dan budaya, dan produktivitas ekonomi. Dengan literasi sains dimaksudkan bahwa seorang dapat bertanya, menemukan, atau menentukan jawaban terhadap pertanyaan yang diturunkan dari rasa ingin tahu tentang pengalaman sehari-hari. Hal itu berarti bahwa seseorang memiliki kemampuan untuk memerikan (*describe*), menjelaskan, dan memprediksi fenomena alam. Memiliki literasi sains berarti mampu membaca dengan paham artikel-artikel tentang IPA (sains).

Literasi sains atau *scientific literacy* didefinisikan PISA sebagai kapasitas untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan-pertanyaan dan untuk menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti agar dapat memahami dan membantu membuat keputusan berkenaan dengan alam dan perubahannya karena aktivitas manusia. Literasi sains dianggap suatu hasil belajar kunci dalam pendidikan pada usia 15 tahun bagi semua siswa, apakah meneruskan mempelajari sains atau tidak setelah itu. Berpikir ilmiah merupakan tuntutan warga negara, bukan hanya ilmuwan. Keinklusifan literasi sains sebagai suatu kompetensi umum bagi kehidupan merefleksikan kecenderungan yang berkembang pada pertanyaan-pertanyaan ilmiah dan teknologis. Definisi yang digunakan dalam PISA tidak termasuk bahwa orang-orang dewasa di masa yang akan datang akan memerlukan cadangan pengetahuan ilmiah yang banyak. Yang penting adalah siswa dapat berpikir secara ilmiah tentang bukti yang akan mereka hadapi. PISA (2000, 2003, 2006) mengembangkan tiga dimensi literasi sains, yaitu konsep ilmiah (*scientific concepts*), proses ilmiah (*scientific processes*), serta situasi ilmiah dan area aplikasi (*scientific context and areas of application*).

### 2. Dimensi dalam Literasi Sains dan Rinciannya

PISA menetapkan tiga dimensi besar literasi sains dalam pengukurannya, yakni konten sains, proses sains, dan konteks aplikasi sains.

#### a. “Content” literasi sains

Pada dimensi konsep ilmiah atau *scientific concepts* siswa perlu menangkap sejumlah konsep kunci atau esensial untuk dapat memahami

fenomena alam tertentu dan perubahan-perubahan yang terjadi akibat kegiatan manusia. Hal tersebut merupakan gagasan besar pemersatu yang membantu menjelaskan aspek-aspek lingkungan fisik. PISA mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mempersatukan konsep-konsep fisika, kimia, biologi, ilmu bumi dan antariksa.

b. *“Process” literasi sains*

PISA mengases kemampuan untuk menggunakan pengetahuan dan pemahaman ilmiah, seperti kemampuan siswa untuk mencari, menafsirkan dan memperlakukan bukti-bukti. PISA menguji lima proses semacam itu, yakni: mengenali pertanyaan ilmiah (i), mengidentifikasi bukti (ii), menarik kesimpulan (iii), mengomunikasikan kesimpulan (iv), dan menunjukkan pemahaman konsep ilmiah (v).

Proses sains merujuk pada proses mental yang terlibat ketika menjawab suatu pertanyaan atau memecahkan masalah, seperti mengidentifikasi dan menginterpretasi bukti serta menerangkan kesimpulan. Termasuk dalam proses sains adalah mengenal jenis pertanyaan yang dapat dan tidak dapat dijawab oleh sains, mengenal bukti apa yang diperlukan dalam suatu penyelidikan sains, serta mengenal kesimpulan yang sesuai dengan bukti yang ada.

c. *“Context” literasi sains*

Konteks literasi sains dalam PISA lebih ditekankan pada kehidupan sehari-hari daripada kelas atau laboratorium. Sebagaimana dengan bentuk-bentuk literasi lainnya, konteks melibatkan isu-isu yang penting dalam kehidupan secara umum seperti juga terhadap kepedulian pribadi. Definisi modern tentang literasi sains (Rustaman, *et al.*, 2004) menekankan pentingnya mengenal dan memahami konteks aplikasi sains, serta mampu mengaplikasikan sains dalam memecahkan masalah nyata yang dihadapinya, baik yang terkait diri pribadi anak (contohnya nutrisi), komunitas lokal tempat anak berada (contohnya pasokan air), maupun kehidupan di muka bumi secara lebih global (contohnya perubahan iklim).

PISA membagi bidang aplikasi sains ke dalam tiga kelompok, yakni kehidupan dan kesehatan, bumi dan lingkungan, serta teknologi. Masalah dan isu sains dalam bidang tersebut dapat terkait pada anak sebagai individu (seperti makanan dan penggunaan energi), bagian dari masyarakat (seperti pembangkit listrik), dan warga dunia (seperti pemanasan global). Situasi

nyata yang menjadi konteks aplikasi sains dalam PISA tidak secara khusus diangkat dari materi IPA yang dipelajari di sekolah, melainkan diangkat dari kehidupan sehari-hari (Lihat Tabel 1.3).

Tabel 1.3.  
Konteks Aplikasi Sains PISA 2000

Relevansi	Bidang Aplikasi		
	Kehidupan dan Kesehatan	Bumi dan Lingkungan	Teknologi
Pribadi, Komunitas, Global	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kesehatan, penyakit dan gizi.</li> <li>2. Pemeliharaan dan keberlanjutan spesies.</li> <li>3. Kesalingbergantungan antara sistem fisik dan sistem biologis.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pencemaran.</li> <li>2. Pembentukan dan perusakan tanah.</li> <li>3. Cuaca dan iklim.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bioteknologi.</li> <li>2. Penggunaan material dan pembuangan sampah.</li> <li>3. Penggunaan energi.</li> <li>4. Transportasi.</li> </ol>

Konteks sains banyak jenisnya, sehingga tidak mungkin semua konteks sains dapat digunakan untuk melatih siswa meningkatkan kompetensinya. PISA Nasional 2006 membagi bidang aplikasi sains ke dalam lima kelompok, yakni kesehatan, sumber daya alam, lingkungan, bahaya, dan penemuan baru (lihat Tabel 1.4). Bidang-bidang tersebut dalam literasi sains mempunyai nilai penting bagi individu dan masyarakat dalam peningkatan kualitas hidup secara berkelanjutan, serta dalam pengembangan kebijakan publik (Firman, 2007).

Tabel 1.4.  
Konteks Aplikasi Sains dalam PISA Nasional 2006 (Firman, 2007)

	Personal	Sosial	Global
Kesehatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemeliharaan kesehatan</li> <li>2. Nutrisi</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengendalian penyakit</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penyebaran penyakit infeksi</li> </ol>
Sumber Daya Alam	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konsumsi bahan dan energi untuk keperluan pribadi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kualitas hidup</li> <li>2. Pasokan air</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem alam terbaharukan dan tak terbaharukan</li> </ol>

Lingkungan	1. Perilaku ramah lingkungan	1. Sebaran populasi 2. Dampak lingkungan	1. Keragaman makhluk hidup 2. Kelestarian ekologi 3. Pengendalian populasi
Bahaya	1. Keputusan tentang perumahan	1. Perubahan di bumi (erosi, sedimentasi, cuaca buruk)	1. Perubahan iklim
Penemuan baru	1. Minat dalam eksplanasi sains terhadap fenomena alam	1. Material, peralatan, dan proses baru. 2. Modifikasi genetik	1. Penciptaan spesies 2. Asal usul dan struktur alam semesta

### 3. Penilaian Literasi Sains

Literasi sains dapat dikembangkan melalui wacana (bacaan) dalam buku teks atau buku pelajaran sains. Dalam contoh-contoh soal yang diberikan pada salah satu bagian dari buku teks atau buku pelajaran dapat diketahui dimensi yang diukur dalam soal-soal yang menyertai teks dan kegiatan pembelajarannya. Khusus literasi sains dalam PISA dengan tiga dimensinya sesungguhnya memiliki tuntutan tinggi dalam soal-soalnya. Setiap soal mewakili ketiga dimensi (*content-process-context*).

Terdapat dua hal yang perlu diperhatikan dalam menilai tingkat literasi sains siswa. Pertama, penilaian literasi sains siswa tidak ditujukan untuk membedakan seseorang literat atau tidak. Kedua, pencapaian literasi sains merupakan proses yang kontinu dan terus menerus berkembang sepanjang hidup manusia. Jadi, penilaian literasi sains selama pembelajaran di sekolah hanya melihat adanya "benih-benih literasi" dalam diri siswa, bukan mengukur secara mutlak tingkat literasi sains dan teknologi siswa (Scwartz, 2006).

Literasi sains dapat dibedakan menjadi tiga tingkatan. *Pertama*, *functional literacy* yang merujuk pada kemampuan seseorang untuk menggunakan konsep dalam kehidupan sehari-harinya terutama yang berhubungan dengan kebutuhan dasar manusia seperti pangan, kesehatan dan perlindungan. *Kedua*, *civic literacy* yang merujuk pada kemampuan

seseorang untuk berpartisipasi secara bijak dalam bidang sosial mengenai isu yang berkenaan dengan sains dan teknologi. *Ketiga, cultural literacy* yang mencakup kesadaran pada usaha ilmiah dan persepsi bahwa sains merupakan aktivitas intelektual yang utama.

Lebih rinci dalam penilaian literasi sains dibedakan beberapa tingkatan dalam literasi sains yang lebih cocok dinilai dan diterapkan selama pembelajaran di sekolah karena kemudahannya untuk diterapkan pada tujuan instruksional. Beberapa tingkatan instruksional yang dimaksud adalah: (a) *scientific literacy*, (b) *nominal scientific literacy*; (c) *functional scientific literacy*; (d) *conceptual scientific literacy*; (e) *multidimensional scientific literacy*. Dapat tidaknya siswa mencapai tingkat tertinggi literasi sains bergantung pada topik yang menarik interest mereka. Aspek sikap ditambahkan ke dalam domain literasi sains, serta disarankan perlunya mengukur kemampuan menggunakan pengetahuan sains dalam menganalisis teks atau artikel.

Cakupan area asesmen dalam Literasi Sains yang diselenggarakan PISA pada tahun 2000 dan 2003 tidak terlalu jauh berbeda, bahkan ada beberapa soal yang “overlap”. Perbandingannya secara garis besar dapat dilihat pada Tabel 1.5.

Melalui contoh-contoh soal literasi sains yang tercantum dalam PISA kita dapat mengenali cakupan dan karakteristik alat ukurnya. Banyak di antara soal-soalnya menunjukkan kesamaan dengan soal-soal keterampilan proses sains, bahkan di antaranya ada yang lebih kompleks, misalnya membandingkan dua atau lebih grafik dipadukan dengan pernyataan seseorang, peserta tes diminta memberikan fakta mana dalam grafik yang menunjang pernyataan orang tersebut; atau peserta tes diminta memberikan penilaian hipotesis yang diajukan seseorang apakah sesuai dengan kecenderungan data dalam tabel atau dalam grafik.

Tabel 1.5.  
Perbandingan *Assessment Area* Literasi Sains 2000 dan 2003

<b>Assessment Area</b>	<b>Literasi Sains 2000</b>	<b>Literasi Sains 2003</b>
Dimensi Konten	<p>Konsep-konsep biologi, fisika, kimia, &amp; IPBA, yang terkait pada tema utama:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. bentuk &amp; fungsi, biologi manusia, perubahan fisiologis, keragaman makhluk hidup, pengendalian genetik, ekosistem;</li> <li>2. struktur &amp; sifat materi, perubahan atmosfer, perubahan fisis &amp; kimia, transformasi energi, gerak dan gaya</li> <li>3. bumi &amp; kedudukannya di alam semesta, perubahan geologis;</li> </ol>	<p>Area pengetahuan ilmiah &amp; konsep seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>biodiversitas</i>;</li> <li>2. gaya dan perpindahan;</li> <li>3. perubahan fisiologis.</li> </ol>
Dimensi Proses	<p>Kemampuan atau proses mental yang terlibat ketika menjawab pertanyaan atau memecahkan masalah, seperti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. mengenal pertanyaan yang dapat dijawab dalam sains;</li> <li>2. identifikasi bukti;</li> <li>3. interpretasi bukti;</li> <li>4. menerangkan kesimpulan sesuai bukti yang ada.</li> </ol>	<p>Kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah &amp; pemahaman, memperoleh, interpretasi, dan bertindak terhadap bukti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. memerikan, menjelaskan, prediksi fenomena alam;</li> <li>2. memahami investigasi ilmiah;</li> <li>3. interpretasi bukti ilmiah dan kesimpulan.</li> </ol>

#### 4. Karakteristik dan Tipe Soal Literasi Sains (dalam PISA)

Berbeda dengan soal-soal yang bisa kita temukan dalam buku-buku teks sains, soal-soal Literasi Sains dalam PISA memiliki beberapa karakteristik tertentu. *Pertama*, soal-soal yang mengandung konsep tidak langsung terkait dengan konsep-konsep dalam kurikulum manapun, tetapi lebih diperluas.

*Kedua*, soal-soal literasi sains dalam PISA menyediakan sejumlah informasi atau data dalam berbagai bentuk penyajian untuk diolah oleh siswa yang akan menjawabnya. *Ketiga*, soal-soal literasi sains dalam PISA meminta siswa mengolah (menghubung-hubungkan) informasi dalam soal. Keempat, pernyataan yang menyertai pertanyaan dalam soal perlu dianalisis dan diberi alasan saat menjawabnya. Kelima, soal-soal tersebut disajikan dalam bentuk yang bervariasi, bentuk pilihan ganda, isian singkat, atau esai. Keenam, soal PISA mencakup konteks aplikasi (personal-komunitas-global, kehidupan-kesehatan-bumi & lingkungan-teknologi) yang kaya.

Karena keterbatasan waktu asesmen untuk PISA 2003, maka tidaklah mungkin untuk mengukur semua area pengetahuan ilmiah. Oleh karena itu dilakukan sampling konsep yang diukur dari bidang disiplin utama sains (Fisika, Biologi, Kimia, IPBA) berdasarkan sejumlah prinsip. Pertama, pengetahuan yang diukur perlu relevan dengan situasi kehidupan sehari-hari. Kedua, pengetahuan yang diukur harus memiliki tenggang relevansi minimal 10 tahun ke depan. Ketiga, pengetahuan yang diperlukan untuk dapat menjawab butir soal PISA seyogianya terkait dengan proses sains yang penting, bukan yang terisolir berupa hafalan.

Asesmen yang digunakan dalam bentuk tertulis dengan beragam format, di antaranya tes pilihan ganda bervariasi (sederhana, kompleks) dan tes tipe respons bervariasi (pendek, tertutup, terbuka).

- a. Tes pilihan ganda dalam bentuk standar (terdiri dari 4 atau 5 pilihan), mengharuskan siswa untuk melingkari huruf untuk mengindikasikan satu pilihan di antara empat atau lima alternatif.
- b. Tes pilihan ganda dalam bentuk kompleks, yang menyajikan beberapa pernyataan dan siswa membuat serangkaian pilihan, biasanya biner. Kemudian siswa mengindikasikan jawaban mereka dengan melingkari kata atau frasa pendek (misalnya: ya atau tidak) untuk setiap poin dan siswa diharuskan memberikan satu respons yang mungkin.
- c. Tes respons tertutup: soal-soal ini mengharuskan siswa untuk membangun responsnya sendiri dan ada keterbatasan jawaban-jawaban yang dapat diterima.
- d. Tes respons pendek: siswa memberikan jawaban singkat, tetapi banyak jawaban yang mungkin.
- e. Tes respons terbuka yang mengharuskan penulisan yang lebih luas yang memungkinkan respons yang beragam berdasarkan titik pandang yang berbeda melalui penjelasan atau pembenaran atau perhitungan, yang

memungkinkan respons-respons tersebut dapat diterima. Tes ini biasanya meminta siswa untuk menghubungkan informasi atau gagasan dalam teks, stimulus untuk pengalaman mereka sendiri atau opini. Pemberian nilainya lebih kompleks.

### 5. Contoh-contoh Soal Literasi Sains

Bacalah artikel surat kabar ini dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

#### MESIN TIRUAN UNTUK KELANGSUNGAN MAKHLUK HIDUP

Tanpa diragukan lagi, jika seandainya ada pemilihan binatang tahun 1997 Dolly mungkin akan jadi pemenang. Dolly adalah seekor domba dari Scotlandia yang kamu lihat pada foto. Tapi Dolly bukan sekedar seekor domba biasa. Dia itu merupakan klon dari domba lain. Klon artinya salinan atau tiruan. Kloning artinya “mengopi dari suatu tiruan induk tunggal”. Para saintis telah berhasil menciptakan seekor domba (Dolly) yang identik dengan domba yang berfungsi sebagai “tiruan induk”. Seorang saintis dari Scotlandia, Ian Wilmut telah merancang “mesin tiruan” untuk domba itu. Dia mengambil *bagian yang sangat kecil* sekali dari kambing seekor domba dewasa (domba 1). Dari bagian kecil itu dia memindahkan inti selnya, kemudian dia mentransfer inti sel itu ke dalam sel telur domba betina lain (domba 2). Tetapi dengan terlebih dahulu dia memindahkan dari sel telur itu semua materi yang akan menentukan karakteristik domba 2 dalam seekor bayi domba yang dihasilkan dari sel telur itu. Ian Wilmut menanamkan sel telur domba 2 yang telah dimanipulasi itu ke dalam domba betina lain (domba 3). Domba 3 menjadi hamil dan kemudian mempunyai bayi domba: Dolly. Beberapa saintis beranggapan bahwa dalam beberapa tahun ini, akan dimungkinkan untuk *mengkloning* manusia juga. Tetapi banyak pemerintah telah memutuskan untuk melarang *kloning* manusia karena hukum.



Gambar 1.3.

Foto Dolly

Sumber: [kimiakami.blog.com/category/iad/](http://kimiakami.blog.com/category/iad/)

Pertanyaan 1: Kloning S128Q01

Dengan domba yang manakah Dolly identik?

- A. Domba 1.
- B. Domba 2.
- C. Domba 3.
- D. Ayah Dolly.

Kloning, Pemberian skor 1

Fokus Pertanyaan : Proses : Demonstrasi pengetahuan dan pemahaman

Tema : Pengendalian genetik

Area : Sains tentang kehidupan dan kesehatan

---

Pertanyaan 2 : Kloning S128Q02

Pada baris ke-9, bagian dari kambing yang digunakan itu dilukiskan dengan bagian yang sangat kecil. Dari teks artikel itu kamu dapat menentukan apa yang dimaksud dengan bagian yang sangat kecil itu.

Bagian yang sangat kecil itu adalah:

- A. sel            B. gene            C. nukleus            D. kromosom

Kloning, Pemberian skor 2

Fokus Pertanyaan: Proses: Demonstrasi pengetahuan dan pemahaman

Tema : Bentuk dan Fungsi

Area : Sains tentang kehidupan dan kesehatan

Pertanyaan 3: Kloning S128Q03

Pada kalimat terakhir dari artikel itu dinyatakan bahwa banyak pemerintah telah memutuskan untuk melarang kloning manusia karena hukum. Dua alasan yang mungkin untuk keputusan ini disebutkan di bawah ini. Apakah alasan-alasan itu merupakan alasan ilmiah? Lingkari Ya atau Tidak untuk masing-masing alasan!

Alasan	Ilmiah?
Manusia klon akan lebih sensitif terhadap penyakit daripada manusia normal	Ya / Tidak
Manusia tidak harus mengambil alih peran Pencipta	Ya / Tidak

Kloning, Pemberian skor 3

Fokus Pertanyaan : Proses: Mengenal Pertanyaan

Tema : Pengendalian Genetik

Area : Sains tentang kehidupan dan kesehatan

Khusus berkenaan dengan lingkup proses Literasi Sains sebagaimana telah disebutkan pada bagian terdahulu mencakup: mengenali pertanyaan ilmiah (i), mengidentifikasi bukti (ii), menarik kesimpulan (iii), mengomunikasikan kesimpulan (iv), dan menunjukkan pemahaman konsep ilmiah (v). Oleh karena lingkup proses tidak sama sekali terpisah dari proses dan konteksnya, maka soal-soal literasi sains sangat kompleks sifatnya dan melibatkan penerapan personal, masyarakat lokal-nasional-global (internasional).

Kompleksnya sifat soal literasi sains dapat dilihat pada soal-soal yang menggunakan pengetahuan sains, membuat keputusan, dalam konteks dunia alami dan perubahan akibat aktivitas manusia. Secara garis besar masing-masing dapat dibahas sebagai berikut.

Pengetahuan sains digunakan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti. Dalam definisi di atas, pengetahuan sains yang dimaksud tidak hanya pengetahuan mengenai fakta, nama dan istilah, tetapi termasuk pemahaman konsep-konsep sains yang mendasar, batasan pengetahuan sains dan karakteristik sains sebagai aktivitas manusia. Pertanyaan yang diidentifikasi adalah pertanyaan yang akan dijawab berdasarkan kerja ilmiah atau inkuiri, penerapan pengetahuan mengenai sains dan aspek sains dari topik tertentu. Menarik kesimpulan berdasarkan bukti berarti bahwa mengetahui dan menerapkan proses untuk menyeleksi dan mengevaluasi informasi dan data, dan mengakui adanya sedikit informasi untuk menarik kesimpulan yang pasti. Oleh karena itu, penting untuk berspekulasi secara berhati-hati dan sadar mengenai informasi yang tersedia.

Memahami dan membantu membuat keputusan mempunyai dua arti. *Pertama*, bahwa pemahaman dunia alami dinilai sebagai tujuan dalam pemahaman itu sendiri dan juga penting untuk pembuatan keputusan. *Kedua*, bahwa pemahaman sains dapat memberikan kontribusi pada pembuatan keputusan. Keputusan praktik selalu berada dalam situasi yang memiliki dimensi sosial, politik, atau ekonomi, dan pengetahuan sains digunakan dalam konteks nilai-nilai manusia yang berhubungan dengan dimensi ini. Ketika terdapat kesepakatan mengenai nilai dalam suatu situasi tertentu, penggunaan bukti sains dapat menjadi nonkontroversial. Ketika nilai berbeda, pemilihan dan penggunaan bukti sains dalam pembuatan keputusan akan menjadi lebih kontroversial.

Dunia alami berkaitan dengan fisika, kehidupan dan hubungan di antara keduanya. Dunia alami yang dimaksud merupakan gabungan dari sains yang berhubungan dengan diri dan keluarga, komunitas dan isu-isu global. Perubahan dibuat melalui aktivitas manusia mengacu pada penyesuaian yang direncanakan dan tidak direncanakan dari dunia alami untuk tujuan kemanusiaan (teknologi sederhana dan kompleks) dan dampaknya.

### C. PENILAIAN PROSES SAINS

Selama ini keterampilan proses sudah ditekankan dalam berbagai kurikulum sains, tetapi perolehannya tidak diukur atau kurang ditekankan dalam evaluasi di tingkat lokal maupun nasional. Padahal di tingkat regional dan internasional, keterampilan proses ini sangat dituntut untuk dikembangkan dan diukur. Umpamanya dalam Olimpiade Biologi

(*International Biology Olympiad*), secara jelas-jelas dituntut peserta memiliki kemampuan mengaplikasikan konsep (tujuh lingkup) tidak melebihi 25% dari keseluruhan aspek yang diujikan. Sisanya berkenaan dengan keterampilan proses sains, keterampilan dasar biologi, dan metode-metode biologi. Begitu pula dengan PISA dan TIMSS ditekankan penerapan keterampilan proses sains dalam porsi dan penekanan yang berbeda. PISA untuk siswa usia 15 tahun, sedangkan TIMSS untuk siswa usia 9 tahun (kelas 4) dan usia 13 tahun (Kelas 8).

Pada kenyataannya apa yang terjadi? Walaupun ada sebagian kecil guru yang sudah melaksanakan proses belajar mengajar dengan mengembangkan keterampilan proses, tetapi masih lebih banyak yang belum melaksanakannya. Keterampilan proses baru dikenal secara harfiah, belum dikuasai oleh para calon guru, guru, maupun dosen LPTK. Mengapa terjadi demikian? Hal itu diduga karena adanya pendapat bahwa dengan menguasai konsep-konsep IPA, segalanya menjadi beres. Soal-soal THB, EBTA atau EBTANAS hampir tidak pernah memunculkan soal-soal yang mengukur keterampilan proses.

Berdasarkan pengalaman selama ini dan mengingat materi pelajaran dalam kurikulum berbasis kompetensi tidak terjabar seperti dalam GBPP kurikulum-kurikulum sebelumnya maka keterampilan proses sains dimunculkan sebagai materi yang harus diukur dan berada dalam lingkup pembelajaran "bekerja ilmiah", karena ada sebagian pengambil keputusan yang alergi dengan istilah atau label keterampilan proses. Diangkatnya keterampilan proses sains dalam bekerja ilmiah sebagai lingkup pembelajaran atau materi pokok memperjelas perlunya keterampilan proses sains dikembangkan dan diukur keberhasilannya. Pengukuran tersebut dapat dilakukan oleh guru di kelas (tertulis atau kinerja) ataupun pada tingkat kecamatan (tertulis).

Pengukuran keterampilan proses sains sebagai komponen terkecil dan mendasar dalam metode ilmiah ataupun bekerja ilmiah dapat dilakukan dengan beberapa cara atau teknik. Berdasarkan pengalaman dan hasil kajian mendalam tentang asesmen, sangatlah tepat untuk aspek-aspek keterampilan dalam bekerja ilmiah diujikan dengan prosedur atau teknik kinerja atau *performance assessment*. Selain teknik kinerja, lingkup pembelajaran bekerja ilmiah juga dapat diukur pencapaiannya dengan tes tertulis (objektif atau uraian), dan komunikasi personal (presentasi, diskusi, seminar).

Kesesuaian antara tujuan, materi dan metode serta pengalaman belajar jelas menjadi dambaan para pengembang kurikulum maupun guru dalam perencanaan pengajaran. Sangat tidak adil apabila siswa dituntut untuk kreatif melalui pengalaman belajar yang pasif dalam mempelajari konsep tertentu.

Penilaian (asesmen) pendidikan sedang diprioritaskan untuk membantu sistem evaluasi yang sampai sekarang ini sudah berjalan. Asesmen pendidikan mencoba mengungkap potensi siswa bukan hanya melalui hasil belajar, melainkan juga melalui proses pembelajaran. Bentuk asesmen pendidikan dapat berupa tes (lisan, objektif, uraian, penampilan) ataupun berupa non tes (tugas, laporan, wawancara, portofolio, komunikasi pribadi, pelaksanaan PBM). Tes penampilan (*performance assesment*) dapat diobservasi, jawabannya dapat secara tertulis atau lisan. Dalam tes penampilan dapat diketahui keterampilan dan cara berpikir responden atau siswa. Hal itu dapat diperiksa dan dicocokkan dengan jawaban yang diberikannya. Tes penampilan ini masih sangat jarang dilakukan padahal sesungguhnya penguasaan keterampilan proses dapat diukur dengan tes penampilan.

### **1. Tes Tertulis Keterampilan Proses Sains**

Dalam bentuk tes tertulis, butir soal keterampilan proses sains perlu dipersiapkan secara khusus karena sangat berbeda dengan butir soal penguasaan konsep. Dalam butir soal keterampilan proses siswa diminta untuk mengolah informasi yang ada dan ditampilkan (berupa informasi verbal atau visual; data dalam tabel, diagram atau grafik) dalam sistem butir soal. Selain itu pertanyaan produktif perlu digunakan dalam penyusunan butir soal keterampilan proses. Dalam proses belajar mengajar yang mengembangkan keterampilan proses sains sangatlah dianjurkan untuk menggunakan pertanyaan-pertanyaan produktif untuk merangsang siswa melakukan kegiatan produktif, termasuk melakukan keterampilan proses sains.

#### *a. Karakteristik butir soal KPS*

Terdapat dua macam karakteristik butir soal KPS yaitu karakteristik umum dan karakteristik khusus. Karakteristik umum memuat hal-hal yang perlu dipertimbangkan ketika merencanakan dan membuat butir soal keterampilan proses, sedangkan karakteristik khusus memuat hal spesifik

yang terkait dengan jenis keterampilan proses butir soal yang direncanakan untuk dibuat. Kadang-kadang tidak mudah membuat butir soal keterampilan proses, terutama membuat butir soal menerapkan konsep keterampilan proses yang sangat berbeda dengan membuat butir soal aplikasi konsep yang biasa (mengukur konsep).

### 1) Karakteristik Umum

Terdapat sejumlah karakteristik yang berlaku umum dalam butir soal keterampilan proses yang perlu diperhatikan dalam penyusunannya. Karakteristik ini diperoleh dari hasil penelitian yang berkenaan dengan pengembangan dan validasi butir soal keterampilan proses yang pernah dilakukan (Rustaman, dkk., 1992).

*Pertama*, butir soal keterampilan proses tidak boleh dibebani konsep. Konsep dijadikan konteksnya. Hal ini dimaksudkan agar pengukuran KPS tidak rancu dengan pengukuran penguasaan konsepnya. Konsep yang terlibat harus diyakini oleh penyusun soal sudah dipelajari siswa atau tidak asing bagi siswa (dekat dengan keadaan siswa sehari-hari).

*Kedua*, butir soal keterampilan proses mengandung sejumlah informasi yang harus diolah oleh siswa. Informasi dalam butir soal dapat berupa gambar, diagram, grafik, dan dalam tabel atau uraian atau objek aslinya. Obyek asli perlu diadakan terutama jika terkait dengan pengukuran keterampilan pengamatan (observasi), atau yang memerlukan sejumlah alat indera untuk dapat dideskripsikan dengan jelas.

*Ketiga*, aspek keterampilan proses yang akan diukur harus jelas dan hanya mengandung satu jenis aspek saja. Umpamanya dalam butir soal terkandung keterampilan observasi dan klasifikasi, maka keterampilan proses yang diukur ditentukan terfokus pada keterampilan proses mengelompokkan (klasifikasi).

*Keempat*, sebaiknya ditampilkan gambar untuk membantu menghadirkan objek. Hendaknya dibedakan antara gambar yang sekedar melengkapi atau gambar yang betul-betul mengandung informasi untuk diolah. Apabila dengan kata-kata sudah cukup jelas, mungkin tidak selalu perlu dicantumkan gambar dari objeknya dalam butir soal KPS. Gambar obyek diperlukan terutama bagi siswa-siswa tingkatan sekolah dasar. Bahkan untuk membuat soal-soal KPS kelas-kelas rendah sekolah dasar sangat dianjurkan menggunakan gambar, tidak terlalu banyak kata-kata.

## 2) Karakteristik Khusus

Tabel 1.6.  
Karakteristik Khusus Butir Soal KPS Menurut Jenisnya

Jenis	Karakteristik Khusus
1. Observasi	Objek/peristiwa yang sesungguhnya
2. Interpretasi	Harus menyajikan sejumlah data untuk memperlihatkan pola.
3. Klasifikasi	Harus ada kesempatan mencari/menemukan persamaan dan perbedaan, atau diberikan kriteria tertentu untuk melakukan pengelompokan atau ditentukan jumlah kelompok yang harus dibentuk.
4. Prediksi	Harus jelas pola atau kecenderungan untuk mengajukan dugaan atau ramalan.
5. Berkomunikasi	Harus ada bentuk penyajian tertentu untuk diubah ke bentuk penyajian lainnya, misalnya bentuk uraian ke bentuk bagan atau bentuk tabel ke bentuk grafik.
6. Berhipotesis	Dapat merumuskan dugaan atau jawaban sementara, atau menguji pernyataan yang ada dan mengandung hubungan dua variabel atau lebih, biasanya mengandung cara kerja untuk menguji atau membuktikan.
7. Merencanakan percobaan atau penyelidikan	Harus memberi kesempatan untuk mengusulkan gagasan berkenaan dengan alat/bahan yang akan digunakan, urutan prosedur yang harus ditempuh, menentukan variabel, mengendalikan variabel/ pengubah.
8. Menerapkan konsep/prinsip	Harus memuat konsep/prinsip yang akan diterapkan tanpa menyebutkan nama konsepnya.
9. Mengajukan pertanyaan	Harus memunculkan sesuatu yang mengherankan, mustahil, tidak biasa atau kontradiktif agar responden atau siswa termotivasi untuk bertanya.

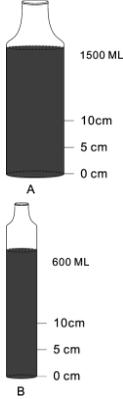
*b. Penyusunan butir soal KPS dan pemberian skornya*

Penyusunan butir soal KPS menuntut penguasaan masing-masing jenis keterampilan prosesnya (termasuk pengembangannya). Prosedur yang dianjurkan dalam menyusun butir soal keterampilan proses adalah sebagai berikut. Pertama-tama, pilihlah satu konsep tertentu untuk dijadikan konteks, dan pilihlah satu indikator dalam salah satu jenis atau sub keterampilan proses. Selanjutnya dengan mengingat karakteristik jenis keterampilan proses yang akan diukur, sajikan sejumlah informasi yang perlu diolah. Setelah itu ditetapkan pertanyaan atau suruhan yang dimaksudkan untuk memperoleh respons atau jawaban yang diharapkan. Jangan lupa tentukan pula bagaimana bentuk respons atau jawaban yang diminta: dalam bentuk isian singkat;

memberi tanda centang (v) dalam kolom atau kotak yang dipilih atau yang sesuai; memberi tanda silang atau melingkar pada huruf yang berisi alternatif jawaban yang dipilih, ditindaklanjuti dengan memberi alasan terhadap jawaban yang telah dipilih.

Sebagaimana butir soal pada umumnya, butir soal KPS perlu diberi skor dengan cara tertentu. Setiap respons yang benar diberi skor dengan bobot tertentu, misalnya masing-masing 1 untuk soal observasi di atas yang berarti jumlah skornya 5. Untuk respons yang lebih kompleks, dapat diberi skor bervariasi berdasarkan tingkat kesulitannya. Misalnya pertanyaan hipotesis diberi skor 3; pertanyaan apa, mengapa, bagaimana diberi skor 2; pertanyaan meminta penjelasan diberi skor 1.

Perhatikan contoh soal Fisika berikut ini.

Kegiatan	Gambar	Pengamatan
<p>Buatlah garis vertikal 10 cm pada botol (600mL dan 1500 mL) dan tandai pada jarak 5 cm, dan 10 cm dari dasar botol (seperti pada gambar)</p> <p>Tandai titik tersebut dengan titik A dan B</p> <p>Tulis hipotesis Anda, di manakah air terpancar lebih jauh?</p>		

Pemberian skor untuk soal di atas dapat dilakukan sebagai berikut.

- 1) Memberi tanda benar, diberi skor 1.
- 2) Mencantumkan hipotesis, melibatkan dua variabel, diberi skor 1.
- 3) Hubungan variabel dalam hipotesis benar/sahih, diberi skor 1.

Jadi, jumlah skor maksimum yang diberikan untuk soal di atas adalah tiga (3).

Contoh soal observasi.

Perhatikan dengan seksama benda yang ada di meja di hadapan kamu. Kamu dapat memeriksanya dengan berbagai cara. Tuliskan hasil pemeriksaan kamu di bawah ini.

- a. ....
- b. ....
- c. ....

Pemberian skor untuk soal yang mengukur observasi adalah sebagai berikut. Tersedia tiga tempat untuk menuliskan jawaban hasil pemeriksaan. Untuk masing-masing jawaban yang benar diberi skor satu. Dalam hal ini benar apabila peserta tes menggunakan lebih dari satu indera (penglihatan, penciuman, rabaan). Namun apabila peserta tes menuliskan hasil pemeriksaan yang semuanya menggunakan penglihatan (warna, bentuk, ukuran, atau yang lain) skor tetap diberikan hanya satu, bukan tiga.

## 2. Pengukuran KPS melalui Pengamatan

Selain dalam bentuk tes tertulis keterampilan proses sains dapat pula dideteksi melalui lembar observasi pada saat siswa melakukan kegiatan yang melibatkan atau mengembangkan keterampilan proses sains. Pada pelaksanaan dapat digunakan daftar cek (*checklist*) atau skala penilaian (*rating scale*) dalam bentuk bervariasi.

Apabila kita tidak yakin bahwa keterampilan proses tertentu telah dimiliki pada siswa secara keseluruhan, maka sebaiknya digunakan daftar cek. Namun, apabila telah beberapa kali dilakukan sebaiknya digunakan skala penilaian. Bentuk skala penilaian dapat lebih dari satu macam. Skala penilaian dapat berbentuk serupa dengan daftar cek, hanya dibuat gradasinya lebih rinci. Dapat pula skala penilaian dalam bentuk rentang yang terbentang dari yang paling rendah ke paling tinggi, atau dari paling pasif ke yang paling aktif. Perhatikanlah contoh-contoh berikut ini.

Contoh Daftar Cek untuk Pengamatan per Kelompok

Pertemuan Tanggal	Jenis KPS	Anggota Kelompok ( ___ )				
		A	B	C	D	E
	Observasi (1)/ OBS 1					
	Observasi (2)/ OBS 2					
	Observasi (3)/ OBS 3					
	Klasifikasi (1)/ KLA 1					
	Klasifikasi (1)/ KLA 2					
	Klasifikasi (1)/ KLA 3					
	Berkomunikasi (1)/ KOM 1					
	Berkomunikasi (2)/ KOM 2					
	Berkomunikasi (3)/ KOM 3					
	Interpretasi (1)/ INT 1					
	Interpretasi (2)/ INT 2					
	Interpretasi (3)/ INT 3					
	Dst.					

Contoh Skala Penilaian 1

Pertemuan Tanggal	Jenis KPS	Anggota Kelompok ( ___ )				
		A	B	C	D	E
	OBSERVASI: MAHIR					
	CUKUP					
	KURANG					
	KLASIFIKASI: MAHIR					
	CUKUP					
	KURANG					
	KOMUNIKASI: MAHIR					
	CUKUP					
	KURANG					
	Dan seterusnya					

Contoh Skala Penilaian dengan Rentang

OBSERVASI	kurang (4) !-----!-----!-----!-----!	baik (8)
KLASIFIKASI	kurang (4) !-----!-----!-----!-----!	baik (8)
KOMUNIKASI	kurang (4) !-----!-----!-----!-----!	baik (8)



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

Apabila Anda perhatikan soal-soal Tes Formatif 1 Anda akan menemukan ada sejumlah soal yang dapat dijawab apabila Anda mengolah data yang disajikan dalam soal tersebut, sementara ada sejumlah soal lainnya yang Anda baru dapat menjawabnya dengan harus mengingat-ingat materi yang pernah dialami sebelumnya. Cobalah Anda pisahkan mana soal-soal tipe pertama (soal KPS), dan mana yang termasuk tipe kedua (soal konsep).

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

Untuk menjawab pertanyaan di atas, coba Anda baca kembali materi Kegiatan Belajar 2 di atas atau diskusikan dengan teman atau tutor Anda!



## RANGKUMAN

---

Pentingnya literasi sains bagi setiap orang sebagai warga masyarakat, warga negara dan warga dunia sudah disadari orang-orang di negara-negara maju. Setiap warga negara perlu memiliki tingkat literasi sains agar dapat bertahan hidup di alam maupun di tempatnya bekerja berbekal pengetahuan, pemahaman, keterampilan dan nilai-nilai yang terdapat di dalamnya.

Literasi sains diartikan sebagai kapasitas siswa untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan serta untuk menganalisis, bernalar dan berkomunikasi secara efektif apabila mereka dihadapkan pada masalah, harus menyelesaikan dan menginterpretasi masalah pada berbagai situasi. Dalam PISA literasi sains mencakup *dimensi content*, *process*, dan *context*. Materi atau "content" sains tidak terkait langsung dengan kurikulum di negara manapun. Proses sains dalam PISA mencakup gunakan pengetahuan sains, membuat keputusan, dalam konteks dunia alami dan perubahan akibat aktivitas manusia. Dimensi konteks mencakup konteks melibatkan isu-isu yang penting dalam kehidupan secara umum seperti juga terhadap kepedulian pribadi.

Seperti pengukuran keterampilan proses sains (KPS), literasi sains dapat dilakukan dengan tes tertulis setelah pembelajaran selesai, dan

menggunakan lembar observasi. Literasi sains dapat juga diungkap dengan melibatkan soal konsep dan sebagian besar berpikir, lembar observasi dengan bantuan sejumlah pengamat untuk tes kinerja atau *performance assessment*. Karena banyaknya persamaan antara soal-soal dimensi proses dengan soal-soal KPS, maka penyiapan butir soal KPS dapat memperhatikan penyusunan soal-soal KPS.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

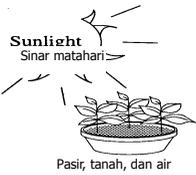
- 1) Apakah penjelasan Anda tentang Literasi Sains?
  - A. Kapasitas pengetahuan, pemahaman dan kemampuan yang sejalan dengan tuntutan orang dewasa.
  - B. Kapasitas dan kemampuan setiap orang untuk bertahan hidup.
  - C. Kemampuan yang mencakup pemahaman dan penggunaan konsep, proses sains dan konteks sains.
  - D. Lanjutan literasi membaca dan literasi matematika.
  
- 2) Apakah sebenarnya Literasi Sains dalam PISA itu?
  - A. Bentuk/kerangka asesmen internasional yang mengungkap kemampuan menggunakan pengetahuan IPA yang didukung bukti bagi anak usia 15 tahun.
  - B. Bentuk/kerangka asesmen literasi yang terkait erat dengan kegiatan pembelajaran IPA tapi tidak terkait dengan materi kurikulum IPA-nya.
  - C. Bentuk/kerangka asesmen yang mengakses kapasitas pengetahuan dan kemampuan yang sejalan dengan tuntutan orang nantinya.
  - D. Model asesmen berskala internasional yang mengukur kemampuan IPA berdasarkan literasi membaca dan matematika.
  
- 3) Berikut adalah karakteristik soal Literasi Sains, *kecuali* . . . .
  - A. mengandung informasi konsep yang digunakan saat berproses
  - B. menjelaskan literasi sains bagi setiap warga masyarakat dan warga negara
  - C. mengandung informasi untuk diolah dan meminta responden mengolahnya untuk menjawab butir soal proses
  - D. mencakup konteks aplikasi (personal-komunitas-global, kehidupan kesehatan-bumi & lingkungan-teknologi)

- 4) Manakah yang tidak cocok untuk diukur dengan bentuk tes tertulis?
  - A. Penguasaan konsep
  - B. Keterampilan proses sains
  - C. Literasi sains
  - D. Kemampuan praktik
  
- 5) Apa sajakah lingkup literasi sains?
  - A. Materi IPA, proses IPA dan konteks IPA.
  - B. Materi IPA, proses IPA dan konteks personal-masyarakat-global.
  - C. Materi IPA dalam bentuk bacaan, proses matematika dan IPA.
  - D. Materi IPA dalam bentuk bacaan, proses IPA dan konteks teknologi.
  
- 6) Bagaimanakah hubungan bentuk instrumen dengan pembelajaran?
  - A. *Active assessment for active science.*
  - B. *Active sciencing for creative person.*
  - C. *Creative assessment for creative sciencing.*
  - D. *Creative assessment for active person.*
  
- 7) Apakah perbedaan soal berdimensi konten dengan soal berdimensi proses?
  - A. Soal berdimensi konten tidak dimuati proses IPA.
  - B. Soal berdimensi proses tidak dibebani konten IPA.
  - C. Soal berdimensi konten sama dengan soal berdimensi proses.
  - D. Soal berdimensi konten bagi siswa pandai, soal berdimensi proses bagi semua siswa.

Untuk soal Nomor 8-10: Jenis KPS apakah soal-soal di bawah ini?

Nina mempunyai gagasan bahwa tumbuhan hijau akan tumbuh subur di tanah yang berpasir. Untuk menguji gagasannya dia menggunakan dua pot tanaman. Dia meletakkan satu pot tanaman seperti pada gambar di bawah.

Manakah di antara pot berikut yang digunakan sebagai pot kedua?



Sunlight  
Sinar matahari

Pasir, tanah, dan air

A. Sinar matahari  
Pasir dan air

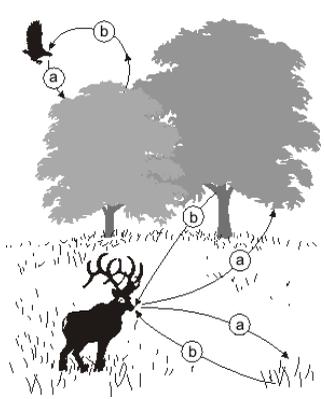
B. Kotak gelap  
Pasir, tanah, dan air

C. Kotak gelap  
Tanah dan air

D. Sinar matahari  
Pasir dan tanah

E. Sinar matahari  
Tanah dan air

Diagram berikut menunjukkan contoh saling ketergantungan antar organisme. Pada siang hari organisme-organisme tersebut menghirup atau mengeluarkan (a) atau (b) seperti yang ditunjuk oleh tanda panah. Manakah di antara pernyataan berikut yang benar?



A (a) karbondioksida dan (b) nitrogen

B (a) oksigen dan (b) karbondioksida

C (a) karbondioksida dan (b) uap air

D (a) karbondioksida dan (b) oksigen

E (a) uap air dan (b) oksigen

10) Pane memisahkan beberapa hewan ke dalam dua kelompok seperti daftar di bawah ini.

Kelompok 1: manusia, anjing, lalat.

Kelompok 2: ular, cacing, ikan.

Ciri-ciri apa yang digunakan untuk memisahkan hewan-hewan tersebut?

- A. Kaki.
- B. Mata.
- C. Sistem saraf.
- D. Kulit.

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul berikutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) C
- 2) B
- 3) C
- 4) A
- 5) B
- 6) C
- 7) D
- 8) D
- 9) A
- 10) C
- 11) A
- 12) D
- 13) C
- 14) B
- 15) A
- 16) A
- 17) B
- 18) C
- 19) C
- 20) A

### *Tes Formatif 2*

- 1) A
- 2) C
- 3) B
- 4) D
- 5) B
- 6) A
- 7) B
- 8) Merencanakan penyelidikan
- 9) Interpretasi
- 10) Klasifikasi

## Glosarium

- PISA (Performance for International Students Assessment)* : studi internasional pada literasi membaca, literasi matematika dan literasi sains pada anak usia 15 tahun.
- S-APA (Science A Process Approach)* : pendekatan pembelajaran sains yang menekankan pada pengembangan metode ilmiah.
- TIMSS (Third/Trend of International Mathematics and Science Study)* : studi internasional tentang pencapaian kemampuan matematika dan sains pada siswa kelas 4 (usia 9 tahun) dan kelas 8 (usia 13-14 tahun).

## Daftar Pustaka

- Abruscato, J. (1988). *Teaching Children Science*. Second Edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Allen, R.E. (ed.). (1986). *The Pocket Dictionary of Current English*. 7<sup>th</sup> ed. Oxford: Clarendon Press.
- Carin, A. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Carin, A.A. & Sund, R.B. (1989). *Teaching Science Through Discovery*. 6<sup>th</sup> edition. Ohio: Merrill Publishing Company.
- Dahar, R.W. (1985). Kesiapan Guru Sekolah Dasar dalam Mengembangkan Keterampilan Proses Sains. *Disertasi Doktor Kependidikan*. Pendidikan IPA IKIP Bandung. Bandung Tidak dipublikasikan.
- Depdiknas. (2003). *Kurikulum 2004. Standar Kompetensi. Mata Pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas dan Madrasah Aliyah*. Jakarta: Depdiknas.
- Esler, William & Mary K. (1993). *Teaching Elementary Science*. Belmont California: Wadsworth Publishin Company.
- Gallagher, J.J. (2007). *Teaching Science for Understanding: A Practical Guide for School Teacher*. New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Gega, P.C. (1994). *How to Teach Elementary Science*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Hadiat, I. N. Kertayasa. (1976). *Metodologi Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Depdikbud.
- Harlen, W. (1992 ). *The Teaching of Science: Studies in Primary Education*. London: David Fulton Publishers.

- Lawson, A.E. (1995). *Science Teaching and The Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Nasoetion, N., A.A. K Budiastara, dkk. (1998). *Pendidikan IPA di SD*. PGSD2302/4SKS. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Nasution, N., dkk. (1998). *Pendidikan IPA di SD*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- National Research Council, (1996). *National Science Education Standards*. USA: The National Academy of Sciences.
- Nickerson, R.S., *et.al.* (1985). *The Teaching of Thinking*. New Jersey: Laurence Erlbaum Associates Inc. Publishers.
- Pengembang Kurikulum Biologi SLTP-SMU. (2001). *Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama*. Jakarta: Pusat Kurikulum - Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pendidikan Nasional.
- Pengembang Kurikulum Biologi SLTP-SMU. (2001). *Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Umum*. Jakarta: Pusat Kurikulum - Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pendidikan Nasional.
- Reif. (1995). Millikan Lecture 1994. "Understanding and Teaching Important Scientific through processes". *American Journal Physics*. 63 (1). January
- Rustaman, N. (1995). *Pengembangan Butir Soal Keterampilan Proses*. Makalah disusun untuk keperluan terbatas di lingkungan IKIP Bandung
- Rustaman, N. Y., Firman,H., & Kardiawarman (2004). *Kemampuan Literasi Sains Anak Indonesia*. Makalah dipresentasikan pada Seminar nasional Pusat Penilaian Pendidikan Depdiknas di Jakarta.

- Rustaman, N., & Rustaman, A. (1997). *Pokok-pokok Pengajaran Biologi dan Kurikulum 1994*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Rustaman, N.Y. (2001). *Peranan Pertanyaan Produktif untuk Pengembangan Keterampilan Proses Sains dan Lembar Kerja Siswa*. Makalah untuk dibahas dalam Seminar dan Lokakarya Guru-guru IPA di Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang diselenggarakan oleh JICA IMSTEP.
- Rustaman, N.Y. (2002). Keterampilan Bertanya dalam Pembelajaran IPA. Bahan Pelatihan *Democratic Teaching* bagi Guru IPA SLTP Se Kota Bandung di PPPG IPA.
- Rutherford & Ahlgren. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.
- Semiawan, C.R. dkk. (1986). *Pendekatan Keterampilan Proses*. Jakarta: Gramedia.