

KEMAMPUAN PROSES ILMIAH DALAM PEMBELAJARAN SAINS



Oleh:
Prof. Dr. Hj. Nuryani Rustaman, M. Pd.

Univesitas Pendidikan Indonesia
Bandung 2003

KEMAMPUAN PROSES ILMIAH DALAM PEMBELAJARAN SAINS

Oleh: Prof. Dr. Hj. Nuryani Rustaman, M.Pd.

- **Bekerja ilmiah dilaksanakan oleh ilmuwan dan orang yang belajar ilmu**
- **Bekerja ilmiah melibatkan kemampuan proses ilmiah atau keterampilan-keterampilan memperoleh, memproses, menyajikan dan memaknai fakta/informasi menjadi sesuatu yang bermanfaat sebagai bekal untuk hidup**

Belajar sains sangat menarik dan menantang. Dengan belajar sains kita termotivasi untuk berpikir dan memecahkan masalah. Sebenarnya manusia selalu senang melakukan eksplorasi dan memahami alam sekitar. Sains berkembang melalui rasa ingin tahu atau kemelitan (*curiosity*) manusia. Sains didasarkan pada empirisisme, suatu pencarian pengetahuan berdasarkan eksperimentasi dan observasi. Kadang-kadang observasi dilaksanakan langsung melalui indera manusia, kadang-kadang peralatan teknologi, seperti mikroskop, digunakan untuk membantu observasi. Diyakini oleh para ilmuwan bahwa untuk melengkapi bukti atau data agar dapat memahami masalah diperlukan observasi bermakna yang didasarkan pada pemanfaatan pengalaman yang berkesan.

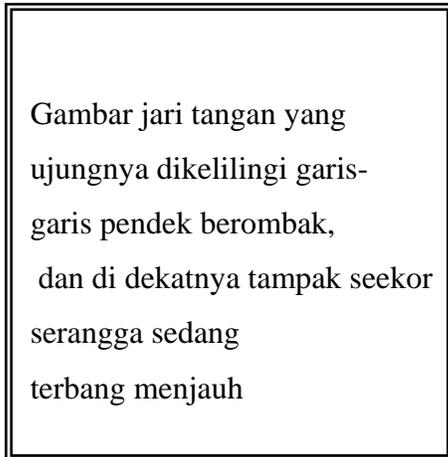
Dengan melakukan observasi kita akan dapat melakukan prediksi atau ramalan ke masa depan tentang kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi berdasarkan hasil jawaban yang diperoleh dari pengalaman kita. Salah satu pengalaman sehari-hari dapat dicontohkan, misalnya bagaimana kita dapat merasakan rasa manis atau pahit apabila memakan sesuatu.

Ilmuwan melakukan pengkajian dalam membuka tabir hidup dan peri kehidupan tubuh manusia. Mereka memulai dari sesuatu yang ingin diketahui berdasarkan apa yang mereka lihat atau rasakan dan akhirnya mereka mengetahui jawabannya setelah melakukan pengujian dengan percobaan, sehingga belajar sains itu menarik, menantang, dan juga bermanfaat. Namun apabila kita tidak tahu bagaimana cara belajar sains dengan benar, maka belajar sains akan membosankan, tidak menantang dan juga tidak bermakna.

Ada 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, pengelompokan dan klasifikasi, organisasi dan presentasi data, prediksi dan berhipotesis, definisi operasional, identifikasi dan pengendalian variabel, serta eksperimen dan penelitian.

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 tangkap, lalu tuliskan alasannya.

_____ → _____
_____, karena _____

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 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 dapat 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?

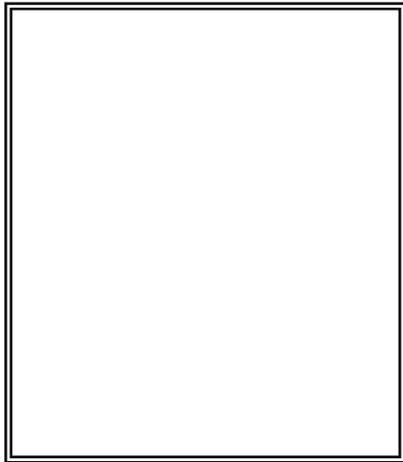
Selain memperoleh fakta menggunakan alat indera yang beragam dan mengumpulkan fakta yang relevan, observasi diperlukan untuk peristiwa yang panjang atau peristiwa yang melibatkan proses. Observasi tentang proses perlu dilakukan secara bertahap, yaitu mengumpulkan informasi keadaan sebelum terjadi proses 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 acapkali 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 1.1 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 milimeter 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 sepemeluk, 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 kalian 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. Pengelompokan dan klasifikasi

Bagi kita untuk memahami jumlah obyek, peristiwa, dan makhluk hidup di sekitar kita, diperlukan suatu keteraturan. Kita melakukannya dengan memperhatikan kesamaan, perbedaan dan keterhubungan dan dengan mengelompokkan obyek sedemikian hingga sesuai dengan beberapa tujuan. Salah satu syarat bagi sistem pengelompokan adalah bahwa pengelompokan itu bermanfaat. Umpamanya kita dikelompokkan oleh ilmuwan untuk tujuan studi mereka; perusahaan telepon agar kita dapat menerima telepon; atasan kita mengelompokkan kita berdasarkan jenis pekerjaan. Sebagai guru kita mungkin mengelompokkan siswa atau mahasiswa kita berdasarkan seberapa banyak yang diketahuinya. Selanjutnya penting untuk kita ingat bahwa keterampilan klasifikasi sentral dalam pembentukan konsep.

1. Sistem Klasifikasi Biner

Dalam suatu sistem klasifikasi biner sejumlah (set) obyek dibagi menjadi dua subset berdasarkan ciri-ciri tertentu yang dimiliki atau tidak dimiliki. Sebagai contoh makhluk hidup dibedakan menjadi hewan dan bukan hewan. Selanjutnya hewan dipilah menjadi hewan bertulang belakang dan tidak bertulang belakang.

Dalam sistem klasifikasi biner kita harus yakin bahwa kelompok yang terbentuk memiliki anggota.

2. Sistem Klasifikasi Bertingkat

Apabila sejumlah obyek diklasifikasikan berulang kali, maka kita akan memperoleh suatu sistem klasifikasi yang berlapis atau bertingkat. Pada akhirnya setiap anggota akan berdiri sendiri dan dapat diketahui cirinya dengan menelusuri kelompoknya.

D. Organisasi dan presentasi data

Sebelum melakukan penyelidikan yang bermakna, sangatlah penting untuk mempelajari bagaimana mengorganisasi data yang telah terkumpul. Dengan mengorganisasi 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 kontinyu memerlukan grafik garis.

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.

E. Identifikasi dan pengendalian variabel

1. Jenis-jenis variabel

Dalam suatu kegiatan penyelidikan ilmiah kita kenal ada tiga jenis variabel. **Variabel yang dikendalikan** (kadang-kadang dikenal sebagai variabel 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.

- a). 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: _____

- b) 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: _____

2. Penggunaan Variabel dalam Menyusun Pertanyaan Penelitian

Seperti dalam disiplin ilmu lainnya dalam IPA, penyelidikan biologi yang memerlukan pemecahan masalah atau jawaban. Bagian yang aling 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:

- Nyatakan dalam kalimat tanya
- Hindari pertanyaan yang dapat dijawab dengan ya atau tidak
- Mulailah pertanyaan dengan penggalan seperti: "seberapa jauh ...", atau "bukti apa yang menunjukkan bahwa"
- 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?

F. Definisi operasional

Salah satu keputusan penting yang perlu dilakukan oleh seorang ilmuwan adalah menentukan bagaimana melakukan pengukuran terhadap variabel. Metode yang digunakan untuk mengukur suatu variabel disebut **definisi operasional**. Suatu definisi operasional menunjukkan cara melaksanakan pengukuran. Sekali seorang ilmuwan telah menentukan suatu metode, metode itu harus dilaporkan kepada ilmuwan lainnya sehingga mereka juga dapat menguji hasil-hasil penyelidikan. Ilmuwan manapun dapat membaca definisi operasional dan dengan mudah memahami atau melaksanakan pengukuran yang sama. Contoh berikut memperlihatkan definisi operasional dari variabel.

Seorang siswa ingin menguji efek vitamin C pada kesehatan siswa di dalam kelasnya. Variabel "kesehatan siswa" dapat didefinisikan dengan berbagai cara. Pertama, jumlah siswa yang mengalami flu dalam rentang satu bulan. Kedua, jumlah hari siswa yang absen karena sakit dalam rentang waktu sebulan. Ketiga, jumlah siswa yang batuk dalam rentang waktu satu bulan.

Dari contoh di atas dapat kita bedakan bahwa definisi operasional dapat berbeda karena anggapan awal atau anggapan dasar yang berbeda pula. Definisi operasional yang pertama didasarkan pada anggapan bahwa flu merupakan penyakit yang mengganggu. Definisi operasional yang kedua didasarkan pada anggapan bahwa sakitnya siswa tidak hadir karena kekurangan vitamin C. Definisi operasional yang ketiga didasarkan pada anggapan bahwa batuk disebabkan karena kekurangan vitamin C. Anggapan yang dijadikan dasar untuk membuat definisi operasional itu sering disebut sebagai anggapan dasar atau *asumsi*.

G. Prediksi dan Berhipotesis

Prediksi merupakan keterampilan penting dalam ber-ipa dan belajar biologi. Prediksi adalah dugaan atau ramalan terhadap peristiwa yang belum terjadi. Untuk memahami prediksi perlu diingat bahwa IPA didasarkan pada beberapa asumsi atau keyakinan tentang alam. Para IPawan 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

tempatya 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 ipawan 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. Pertanyaan penelitian apa yang cocok diajukan untuk contoh kasus di atas?

Berhipotesis sangat penting dalam ber-IPA dan belajar sains. 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 sebuah biji mahoni dan berapa kali berputar sebelum jatuh ke tanah. Contoh berhipotesis: memperkirakan cara memperbaiki ukuran buah tomat yang ditanam secara hidrofonik.

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 karena memang jawaban tersebut masih perlu diuji kebenarannya untuk dapat diterima atau ditolak.

H. Eksperimen dan Penyelidikan

Eksperimen seringkali dipertukarkan dengan penyelidikan dalam penggunaannya. Begitu juga eksperimen dengan percobaan. Eksperimen dapat berarti suatu metode mengajar, dan dalam penyelidikan terdapat eksperimen. Dengan kata lain penyelidikan dapat dilakukan antara lain dengan melalui eksperimen. Tidak setiap percobaan identik dengan eksperimen. Hanya percobaan yang memiliki perlakuan dan kontrol disebut dengan eksperimen.

Ilmuwan berupaya memahami dan menjelaskan dunia alamiah melalui metode empiris menggunakan bukti fisis yang diperoleh melalui observasi. Karena peristiwa alam itu kompleks dan melibatkan banyak variabel, ilmuwan menguraikan peristiwa-peristiwa menjadi variabel-variabel yang saling mempengaruhi. Apabila cukup banyak variabel dipelajari, akan dihasilkan pemahaman yang jelas.

Penyelidikan dapat dilakukan melalui dua cara, yakni eksperimen dan survei. Eksperimen biasanya melibatkan pertanyaan tipe dua, sedangkan survei melibatkan pertanyaan tipe satu.

1. Penyelidikan melalui Ekperimentasi

Dalam eksperimen ilmuwan mengajukan pertanyaan tentang bagaimana satu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Suatu pertanyaan penelitian yang mendefinisikan semua variabel dinyatakan secara tertulis. Seringkali suatu prediksi atau hipotesis dibuat dan metode disiapkan untuk menguji hipotesis. Suatu hipotesis memperkirakan bagaimana satu variabel akan mempengaruhi variabel lainnya. Definisi operasional tentang variabel tersebut dinyatakan secara tertulis. Tes dan observasi dilaksanakan serta data dicatat dan diorganisasikan dalam bentuk tabel

dan grafik. Kesimpulan, inferensi, dan rekomendasi dibuat. Temuannya sering mengarahkan pada pertanyaan baru yang mengarahkan pada eksperimen baru yang berhubungan.

2. Penyelidikan melalui Survei

Tidak seluruh penelitian dilaksanakan di dalam laboratorium dan tidak semua penyelidikan ilmiah dilakukan melalui eksperimen. Banyak yang dilakukan di lapangan dan dalam masyarakat. Oleh karena variabelnya tidak dapat dimanipulasi di dalam lab, survei merupakan metode penyelidikan yang sangat penting.

Suatu survei merupakan pemeriksaan yang kritis yang digunakan untuk menyediakan informasi pasti. Survei merupakan salah satu cara untuk menemukan informasi di dalam atau dari suatu area tertentu. Informasi dalam survei diobservasi langsung.

RANCANGAN & PERSETUJUAN <i>EKSPERIMEN</i>	RANCANGAN & PERSETUJUAN <i>SURVEI</i>
<i>Topik</i>	<i>Topik</i>
<i>Variabel Perlakuan</i>	<i>Populasi</i>
<i>Variabel Terikat</i>	<i>Area Survei</i>
<i>Pertanyaan Penelitian</i>	<i>Metode Sampling</i>
<i>Hipotesis</i>	<i>Variabel-variabel</i>
<i>Rencana Koleksi Data</i>	<i>Pertanyaan Penelitian</i>
<i>Pengulangan</i>	<i>Hipotesis</i>
<i>Mengendalikan variabel kontrol</i>	<i>Rencana Koleksi Data</i>
<i>Alat dan Bahan Khusus</i>	<i>Mengendalikan var. kontrol</i>
-----	-----
<i>Persetujuan Pembimbing</i>	<i>Persetujuan Pembimbing</i>

<i>LAPORAN EKSPERIMEN</i>	<i>LAPORAN SURVEI</i>
<i>Judul</i>	<i>Judul</i>
<i>Pertanyaan Penelitian</i>	<i>Pertanyaan Penelitian</i>
<i>Variabel Perlakuan</i>	<i>Variabel-variabel</i>
<i>Variabel Terikat</i>	<i>Populasi</i>
<i>Hipotesis</i>	<i>Area Survei</i>
<i>Prosedur</i>	<i>Metode Sampling</i>
<i>Variabel Kontrol</i>	<i>Hipotesis</i>
<i>Observasi, Tabel, Grafik</i>	<i>Prosedur</i>
<i>Kesimpulan</i>	
<i>Inferensi tentang kesimpulan</i>	
<i>Rekomendasi</i>	

DAFTAR PUSTAKA

- AAAS. (1972). **Science A Process Approach: Description of Program**. Washington DC.: Xerox Corporation.
- Abruscato, J. (1982). **Teaching Children Science**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Ahgren. (1996). **Science for All American**.
- Dahar, R.W. (1985). **Kesiapan Guru Mengajarkan Sains di Sekolah Dasar Ditinjau dari Segi Pengembangan Keterampilan Proses Sains**. Disertasi Doktor. Bandung: FPS IKIP Bandung.
- Depdikbud. (1983). **Pedoman Penataran Penerapan Keterampilan Proses dalam Pendidikan IPA di Sekolah Dasar**. Jakarta: Depdikbud.
- Galton, M. & Harlen, W. (1990). **Observing Activities: Assessing Science in te Primary Classroom**. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- Hadiat. (1995). **Alam Sekitar Kita 1, 2, 3: Ilmu Pengetahuan Alam untuk Sekolah Dasar**. Jakarta: Depdikbud.
- Harlen, W. (1992). **The Teaching of Science: Studies in Primary Education**. London: David Fulton Publishers
- Harlen, W. (1988). **Primary Science: Taking The Plunge**. Fakenham: Heinemann Educational Books.
- Rustaman, N.Y. & Andrian Rustaman. (1996). **Penilaian Keterampilan proses IPA di Sekolah Dasar**. Jakarta: Ditjen Dikdasmen Direktorat Pendidikan Dasar.
- Ramig, J.E. & Ramsey, J.M. (1995). **Teaching Science Process Skills**. Good Apple
- Semiawan, C. dkk. (1992). **Pengembangan Keterampilan Proses**. Jakarta: Gramedia