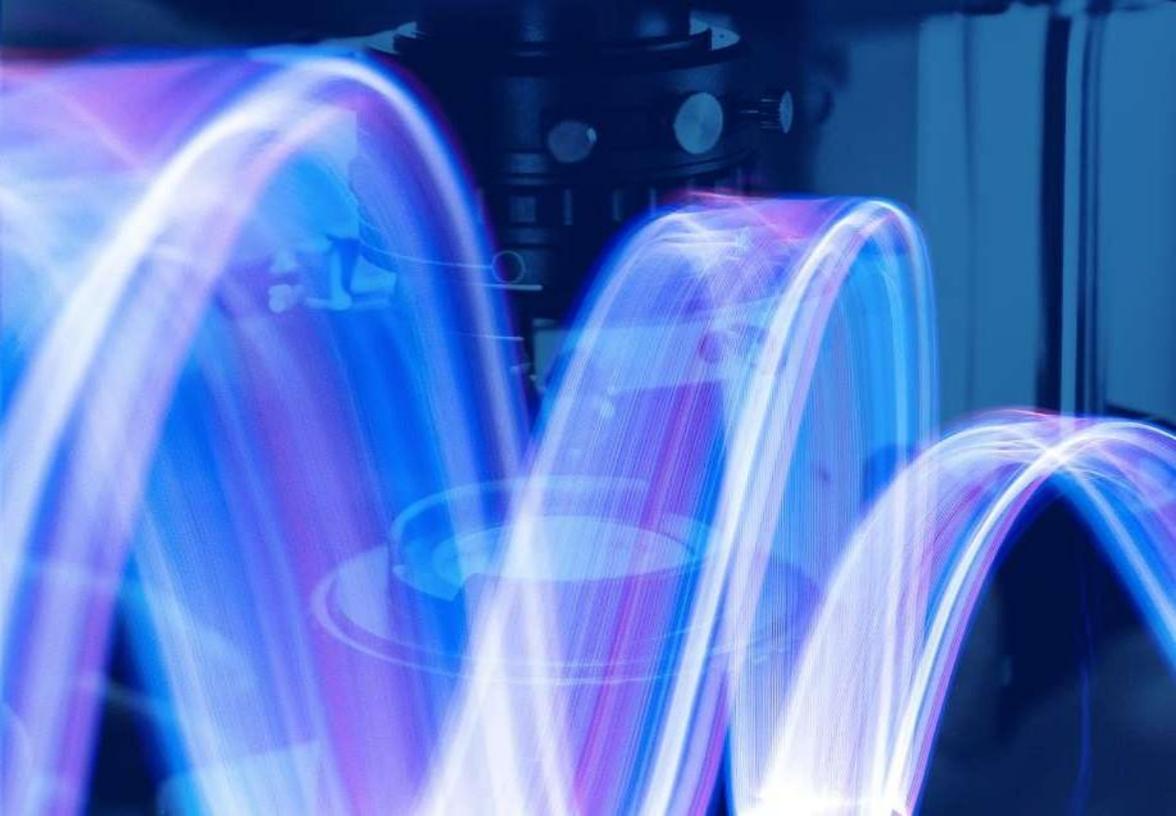


Dr. Romy Faisal Mustofa, S.Pd., M.Pd.

TEKNIK DAN MANAJEMEN
LABORATORIUM



Dr. Romy Faisal Mustofa, S.Pd., M.Pd.

Teknik dan Manajemen Laboratorium



Tasikmalaya:
UNSIL Library Publisher

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta
Lingkup Hak Cipta

Pasal 2:

1. Hak cipta merupakan hak eksklusif bagi Pencipta atau Pemegang Hak Cipta untuk mengumumkan atau memperbanyak Ciptaannya, yang timbul secara otomatis setelah suatu ciptaan dilahirkan tanpa mengurangi pembatasan menurut peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Ketentuan Pidana

Pasal 72:

1. Barang siapa dengan sengaja melanggar dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 Ayat (1) dan Ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000,00 (lima juta rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagai dimaksud dalam Ayat (1) dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Dr. Romy Faisal Mustofa, S.Pd., M.Pd.

Teknik dan Manajemen Laboratorium

Perpustakaan Nasional RI

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Mustofa, Romy Faisal/Teknik dan Manajemen Laboratorium

Tasikmalaya: Unsil Library Publisher

TEKNIK DAN MANAJEMEN LABORATORIUM

© Romy Faisal Mustofa

Pemeriksa Ejaan: Dea Silvia Rahman

Tata Letak: Azis Fahrul Roji

Desain Kover: Mufidz At thoriq

Cetakan Pertama, April 2023

xii + 131., 15,5 x 23 cm

ISBN 978-623-09-2569-6

Diterbitkan oleh **UNSil LIBRARY PUBLISHER**

Gedung UPT Perpustakaan, Jalan Siliwangi Nomor 24 Kota Tasikmalaya Kode Pos 46115.

Laman: perpustakaan.unsil.ac.id

Email: perpus@unsil.ac.id

Kontak: (0265) 330634, 333092

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

All rights reserved.

Kata Pengantar

Pendidikan tidak akan pernah terbatas oleh satu peristiwa yang stagnan. Selama kehidupan ini terus berjalan, selama itu pula hal-hal baru akan selalu bermunculan. Peristiwa demi peristiwa hadir ke permukaan membawa latar historisnya masing-masing. Problematika ini bisa saja diakibatkan oleh perubahan sikap manusia maupun lingkungannya. Maka menjadi satu kewajaran jika sesuatu yang sudah terjadi dan yang sedang dilakoni akan saling terpaut dalam benang sosio-antropologisnya. Siklus ini adalah *sunatullah* bagi manusia yang telah dianugerahi nikmat paling besar, yakni akal.

Sebagaimana firman pertama yang diwahyukan Allah s.w.t., yakni mengajak setiap makhluk-Nya untuk membuka seluruh cakrawala kemampuan akal dan jiwanya agar dapat memahami apa-apa yang telah dikaruniakan-Nya di langit dan bumi. Maka tugas manusia dalam mengimani kebesaran-Nya adalah dengan mendayagunakan seperangkat tubuh dan jiwanya untuk bersyukur. Terminologi yang lebih luas dari rasa syukur ini, dengan mengaktifkan akal sehat serta mengoperasionalkan ilmunya agar dapat bermanfaat bagi keberlangsungan kehidupan manusia.

Dalam upaya mencerdaskan kehidupan bangsa, saya menyambut dengan gembira program penerbitan buku-buku karya dosen Universitas Siliwangi yang diinisiasi UPT Perpustakaan. Program ini merupakan gagasan dan ikhtiar cemerlang juga produktif untuk menjawab tantangan zaman. Selain itu, program ini menjadi wadah yang dapat memancing gairah kreativitas civitas akademika Universitas Siliwangi dalam melahirkan produk-pro-

duk pemikirannya.

Di tahun 2023 ini, UPT Perpustakaan Universitas Siliwangi telah menerbitkan sembilan buku karya dosen. Program baik ini harus didukung oleh seluruh civitas akademika, dan harus terus berjalan berkesinambungan. Lahirnya sembilan buku ini, diharapkan menjadi pemantik awal untuk terbitnya buku-buku dosen lain di tahun-tahun berikutnya. Tidak lupa, saya ucapkan selamat kepada para dosen yang bukunya telah terbit, semoga bermanfaat bagi kehidupan manusia serta mendorong institusi yang kita cintai menuju akreditasi unggul.

Tasikmalaya, 2023

Dr. Ir. Nundang Busaeri, M.T., IPU., ASEAN Eng.
Rektor Universitas Siliwangi

Daftar Isi

Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran	Vii

BAB I

Pengenalan Laboratorium

A. Laboratorium Biologi	1
B. Fungsi dan Peran Laboratorium Biologi	3
1. Pengertian Biologi Sebagai Materi	3
2. Pengertian Biologi Sebagai Metodologi	4
3. Cara Mengembangkan Keterampilan Kerja di Laboratorium	5
4. Mengembangkan Sikap Ilmiah	5
5. Mengembangkan Pengetahuan Biologi	5
6. Laboratorium dan Pengajaran dengan Induksi	6
7. Laboratorium dan Pengajaran dengan Deduksi	7
8. Laboratorium Sebagai Pengembangan Diri	7
9. Model Peranan Dosen/Instruktur dan Mahasiswa/Praktikan	10
C. Jenis Laboratorium Biologi	13
1. Laboratorium Dasar	14
2. Laboratorium Pengembangan	14
3. Laboratorium Penelitian	14
4. Laboratorium Biologi SMU	15

BAB II

Klasifikasi Perlengkapan Laboratorium Biologi

A. Pengklasifikasian Perlengkapan	17
1. Kelompok Alat	17
2. Kelompok Model	17
3. Alat bantu	18
4. Alat Perkakas (Perabot)	18
B. Inventarisasi dan Sarana Laboratorium Biologi	19
1. Cara Melakukan Inventarisasi	19
2. Penerimaan	20
3. Pemindahan	22
4. Penambahan	22
5. Penghapusan	24
C. Tata Tertib dan Pengaturan Pemakaian Laboratorium	28

BAB III

Usaha Pencegahan Terjadinya Kecelakaan dan Pertolongan Pertama pada Kecelakaan Laboratorium

A. Usaha Pencegahan Terjadinya Kecelakaan	33
B. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan Laboratorium	36
1. Penanganan Umum	36
2. Penanganan Khusus Sesuai Jenis Racun	37
3. Zat Penawar Racun	40
4. Pertolongan Pertama pada Luka Bakar	41
5. Pertolongan Pertama Jika Terjadi Percikan	45
6. Pertolongan Pertama Jika Mata Terkena Percikan Asam	45
7. Pertolongan Pertama Jika Mata Terkena Percikan Basa	46
8. Pertolongan Pertama Jika Terjadi Tumpahan Zat	46
9. Pertolongan Pertama Jika Terjadi Kebakaran	47

BAB IV

Cara Membuat Larutan

A. Konsentrasi Larutan	49
B. Larutan-larutan yang Dibuat dengan Cara Khusus	57
C. Indikator	63
D. Larutan Buffer (Larutan Penyangga)	65
E. Larutan Untuk Hewan dan Tumbuhan	67
F. Larutan Untuk Elektrolisis	70
G. Larutan untuk Kertas Indikator untuk Beberapa Keperluan	71

BAB V

Pemeliharaan dan Penyimpanan Alat dan Bahan

A. Pemeliharaan dan Penyimpanan Bahan Kimia	74
B. Pemeliharaan	76
C. Membersihkan Alat-Alat dari Kaca	80

BAB VI

Penyelenggaraan Kegiatan Laboratorium Biologi

A. Penyelenggaraan Kegiatan Laboratorium	84
B. Penyelenggaraan Karyawisata/Praktik Kerja Lapangan (PKL)	93
C. Penyelenggaraan Kegiatan Khusus	99

Daftar Pustaka	127
-----------------------	------------

Daftar Tabel

Tabel 2.1	
Daftar Penghapusan Barang Bahan Habis Pakai (BHP)	25
Tabel 2.2	
Buku Penerimaan Barang	26
Tabel 2.3	
Buku Induk Inventaris	26
Tabel 2.4	
Buku Golongan Inventaris	27
Tabel 2.5	
Penambahan Barang dalam Inventaris	27
Tabel 2.6	
Penghapusan Barang dari Daftar Inventaris	28
Tabel 3.1	
Massa Rumus, Massa Jenis, Persen Massa, Normalitas Asam dan Basa Pekat	56
Tabel 3.2	
Larutan Buffer dengan pH Antara 2,2-8,0	66
Tabel 3.3	
Larutan Buffer yang Sederhana	67

Daftar Gambar

Gambar 1

Bagian Urut-Urutan Kegiatan
dalam Penerapan Metode Ilmiah 12

Gambar 2

Pilihan Kegiatan yang Diperankan oleh Instruktur
atau Praktikan 13

Gambar 3

Cara Menyimpan Buret dan Pipet 77

Daftar Lampiran

Lampiran 1

Daftar Satuan, Besaran, dan Simbol 128

Lampiran 2

Tabel Konversi 129

Lampiran 3

Daftar Awalan dan Simbol Pengganti Bilangan 130

BAB I

Pengenalan Laboratorium

A. Laboratorium Biologi

Laboratorium adalah tempat kerja untuk mengadakan percobaan dan penyelidikan. Umumnya laboratorium diartikan sebagai suatu tempat berupa ruangan yang dilengkapi dengan berbagai peralatannya. Dalam arti luas, lapangan di luar ruangan juga dapat berfungsi sebagai laboratorium.

Oleh karena biologi merupakan salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), dalam hal cara pengelolaan laboratorium biologi, termasuk pengelolaan pelaksanaan kegiatan belajar di dalam laboratorium, tetap menggunakan prinsip-prinsip seperti pada pengelolaan laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam. Walaupun di dalam laboratorium biologi sudah ada kekhususan mengenai objek studinya, dalam hal ini makhluk hidup, tidak dapat disangkal bahwa dalam mempelajari biologi diperlukan ilmu-ilmu lain sebagai penunjang seperti fisika, kimia, dan matematika.

Seperti sudah disebuntukan di atas, laboratorium pada umumnya merupakan tempat mengadakan percobaan dan penelitian. Demikian juga di dalam laboratorium biologi, mahasiswa (praktikan) mengadakan kontak dengan objek permasalahannya, menghayati sendiri, berhadapan dengan objek dan gejala yang timbul, serta belajar memecahkan persoalan-persoalan yang ia temukan. Dengan demikian, siswa akan melakukan proses belajar secara aktif dan akan memperoleh pengalaman langsung atau yang disebut pengalaman pertama. Siswa diharapkan memperoleh kesempatan mengembangkan berbagai keterampilan, baik motorik maupun intelektual, menghayati prosedur ilmiah, mengembangkan sikap jujur dan tanggung jawab serta menyadari bahwa ilmu sebenarnya tidak bersifat statis dan otoriter, melainkan dinamik.

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan proses belajar mengajar di laboratorium adalah bagaimanakah bentuk instruksi yang diberikan oleh instruktur kepada praktikan. Apabila instruktur lebih banyak mendominasi kegiatan, ia akan mempersempit kesempatan keterlibatan praktikan dengan objek studi permasalahannya. Dengan demikian, guru berarti menghambat pengembangan keterampilan dan potensi intelektual siswa. Jadi, apa yang perlu mendapat perhatian dari seorang instruktur dalam mengelola kegiatan belajar mahasiswa dalam laboratorium adalah kapan instruktur akan mengambil bagian dan kapan praktikan diberikan kesempatan melibatkan diri. Satu hal yang perlu mendapat perhatian instruktur ialah kegiatan belajar dalam laboratorium harus lebih banyak menekankan pendekatan *inquiry-discovery*. Mengenai bentuk kegiatan, apapun yang dilaksanakan dalam laboratorium, yang diutamakan adalah pengembangan kemampuan praktikan.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa, *laboratorium biologi adalah suatu tempat terjadinya proses belajar secara aktif untuk mengembangkan diri praktikan dengan cara menghayati sendiri atau melalui kontak langsung dengan objek dan permasalahannya serta mencari usaha pemecahannya.*

B. Fungsi dan Peran Laboratorium Biologi dalam Menunjang Proses Belajar Mengajar

Biologi sebenarnya tidak dapat diartikan hanya berupa ilmu yang memberikan *suatu bahan informasi*, tetapi juga merupakan ilmu yang memberikan *cara memecahkan suatu masalah*. Dengan kata lain, biologi memiliki unsur materi dan unsur metodologi.

1. Pengertian Biologi sebagai Materi

Pada dasarnya biologi adalah ilmu yang mempelajari makhluk hidup dan kegiatan hidupnya. Jadi, objek studi biologi berupa makhluk hidup dan segala kegiatan yang dilakukan oleh makhluk hidup itu. Objek dan kegiatan ini memiliki kenyataan atau fakta. Manusia dapat mengenal fakta-fakta tersebut melalui pengamatan dengan inderanya.

Sesuai dengan kedudukan biologi sebagai sumber informasi, biologi menuntut dari orang yang mempelajarinya untuk membuat observasi-observasi baru, mengulang uji eksperimen-eksperimen, mengembangkan konsep-konsep, dan memberikan penilaian terhadap kesimpulan terdahulu. Pikiran manusia digunakan untuk memahami pengertian-pengertian tentang gejala dan fakta yang tampak dan menerangkan latar belakang yang menyebabkan terjadinya gejala tersebut. Dengan demikian, terjadi pengembangan konsep-konsep baru, perluasan pengertian tentang alam kehidupan dan peramalan terhadap masa-masa mendatang.

Biologi sebagai sumber informasi menuntut adanya kontak langsung antara pengamat dengan yang diamati melalui penginderaan.

2. Pengertian Biologi sebagai Metodologi

Semua manusia menganggap alam kehidupan ini sebagai kanvas untuk memenuhi tuntutan rasa ingin tahunya. Karena kurangnya pengetahuan dan pengertian terhadap alam kehidupan dan karena dorongan ingin tahunya, manusia mencoba menginterpretasikan segala hal yang ia jumpai. Dengan demikian dapat dimengerti, bahwa fakta-fakta dan gejala-gejala biologi merupakan materi yang di dalamnya mengandung sesuatu yang dapat digunakan sebagai objek studi untuk mendorong manusia memenuhi rasa ingin tahu.

Baik materi yang dijadikan objek studi maupun metodologi yang diterapkan, keduanya meletakkan biologi sebagai alat untuk mencapai tujuan pendidikan yang antara lain berupa pemahaman konsep-konsep atau prinsip-prinsip metode ilmiah dan pengembangan sikap ilmiah. Oleh karena pengertian biologi, baik ditinjau sebagai sumber materi untuk studi maupun dari segi metodologi yang diterapkan, proses pengajaran biologi tidak hanya sekedar memindahkan pengetahuan tentang konsep-konsep atau prinsip-prinsip yang tertulis dalam buku-buku ke dalam otak praktikan/mahasiswa, tetapi juga mengembangkan potensi yang ada dalam diri mahasiswa/praktikan. Dengan demikian, sistem pendidikan biologi harus banyak memberikan kesempatan kepada praktikan untuk mengembangkan dirinya yang dalam hal ini dapat dilakukan melalui kegiatan laboratorium. Hal ini berarti bahwa cara penyajian biologi harus dialihkan dari cara mengajar yang kritis, kreatif dan dinamik menuju ke penghayatan sedalam-dalamnya. Cara demikian mampu mengubah tingkah laku praktikan serta merangsang praktikan dari si-

fat meniru berubah menjadi sifat menemukan dan mencipta. Oleh karena itu, laboratorium mutlak atau harus ada karena laboratorium integral dalam sistem pengajaran biologi.

3. Cara Mengembangkan Keterampilan Kerja di Laboratorium

Kegiatan di laboratorium yang menyangkut cara mengembangkan keterampilan kerja dalam laboratorium ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Keterampilan penyiapan objek dan bahan.
- b. Penggunaan alat-alat laboratorium.
- c. Pelaksanaan eksperimen laboratorium yang berencana, teratur, dan terarah.

4. Mengembangkan Sikap Ilmiah

Kegiatan di laboratorium yang menyangkut mengembangkan sikap ilmiah meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Kemampuan mengidentifikasi problem-problem ilmiah.
- b. Kemampuan mengeluarkan pendapat secara kuantitatif dan simbolik.
- c. Apresiasi metode ilmiah, yang meliputi:
 - 1) Kemampuan memberi saran dan meneliti hipotesis.
 - 2) Kemampuan memilih prosedur-prosedur yang tepat.
 - 3) Kemampuan menafsirkan data dan menarik kesimpulan.

5. Mengembangkan Pengetahuan Biologi

Kegiatan di laboratorium yang menyangkut mengembangkan pengetahuan biologi meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Informasi fakta-fakta biologi.
- b. Tata nama.
- c. Kemampuan membuat generalisasi.
- d. Kemampuan menggunakan pengetahuan pada situasi baru.
- e. Kemampuan mendapatkan hubungan melalui analisis dan sintesis.

- f. Kemampuan mengevaluasi berdasarkan fakta-fakta yang diperoleh dari laboratorium.

Fungsi laboratorium termasuk alat dan kegiatan yang dilakukan di dalamnya dapat diperinci menjadi:

- a. Alat atau tempat memverifikasi informasi.
- b. Alat atau tempat membuktikan benar tidaknya fakta atau fenomena tertentu.
- c. Alat atau tempat menentukan hubungan-hubungan antara sebab dan akibat.
- d. Alat atau tempat mempraktikkan sesuatu yang diketahui.
- e. Alat atau tempat memberikan latihan-latihan.
- f. Alat atau tempat membantu praktikan belajar menggunakan metode ilmiah dalam pemecahan masalah.
- g. Alat atau tempat melanjutkan/melaksanakan penelitian secara perseorangan.

Sesuai dengan tujuan dan kegiatannya, laboratorium dapat diartikan sebagai tempat pelaksanaan *induksi* dan *deduksi*.

6. Laboratorium dan Pengajaran dengan Induksi

Apabila laboratorium digunakan sebagai tempat proses belajar yang bersifat induktif, praktikan harus diberi kesempatan membuat kesimpulan dari fakta-fakta yang mereka amati. Kemungkinan struktur instruksi dalam hal ini dapat bersifat jawaban terbuka (*open ended*) ataupun jawaban yang sudah jelas arahnya (*closed ended*). Dalam hal ini, kegiatan laboratorium lebih diarahkan ke penemuan konsep-konsep atau prinsip biologi yang benar-benar baru (baru diketahui oleh praktikan). Adakalanya konsep-konsep atau prinsip-prinsip biologi yang sudah ada dan kesimpulan apa yang akan dicapai tidak atau belum diberitahukan kepada praktikan sehingga proses penemuan yang dilakukan oleh praktikan benar-benar mereka hayati. Sebagai konse-

kuensinya, kegiatan laboratorium lebih baik diadakan sebelum kegiatan pemberian informasi dilakukan, baik langsung dari instruktur maupun melalui bacaan.

7. Laboratorium dan Pengajaran dengan Deduksi

Apabila laboratorium digunakan sebagai tempat proses belajar yang bersifat deduktif, kegiatan praktikan hendaknya lebih diarahkan ke pembuktian konsep-konsep atau prinsip-prinsip yang sudah diketahui oleh praktikan, baik yang diperoleh dari instruktur maupun dari bacaan. Konsekuensinya ialah kegiatan laboratorium diadakan bersama atau sesudah kegiatan pemberian informasi oleh instruktur atau melalui bacaan.

8. Laboratorium sebagai Tempat Pengembangan Diri

Seseorang yang selama mempelajari biologi banyak terlibat dengan kegiatan laboratorium diharapkan dapat memiliki sikap ilmiah yang positif. Bagaimanakah sikap ilmiah itu timbul dan berkembang pada diri seseorang?

Yang pertama-tama timbul pada pikiran seseorang biasanya ialah rasa ingin tahu mengenai kejadian di sekelilingnya. Hasrat ingin tahu mengenai hal-hal lain dan kaitan biologi dengan ilmu lain mungkin belum timbul dalam diri seseorang.

Sikap lain yang harus dimiliki dan dikembangkan adalah sikap percaya akan adanya hubungan sebab-akibat, yaitu suatu keyakinan yang teguh bahwa tidak ada akibat tanpa sebab dan setiap sebab adalah akibat lain yang telah ada sebelumnya.

Dalam mempelajari ilmu pengetahuan sering kita temukan adanya pendapat yang tampaknya bertentangan antara para ahli. Pendapat yang tampak bertentangan ini biasanya berkisar sekitar usaha mencari kebenaran. Kebenaran yang dicari ilmu pengetahuan hanya satu dan tidak pernah berubah, tetapi persepsi dan interpretasi seseorang dan tolok ukur yang ia pergunakanlah yang berbeda-beda.

Belajar yang diawali dengan menghadapkan praktikan kepada fakta adalah suatu langkah untuk melatih seseorang mencari kebenaran, walaupun kita sudah mengetahui bahwa yang dianggap sebagai kebenaran itu dapat berubah dari masa ke masa. Percaya pada kebenaran tanpa mengadakan pengujian sebenarnya merupakan suatu tindakan yang tergesa-gesa, seperti sering dilakukan orang yang memecahkan suatu masalah atau mengambil keputusan dari suatu pendapat yang tidak disertai dengan sikap dan metode ilmiah. Segala sesuatu, baik yang berupa pendapat maupun yang berupa tindakan yang dilakukan oleh atasan, terlepas apakah pendapat, tindakan dan sebagainya itu benar atau tidak, biasanya disetujui saja secara mutlak. Sudah barang tentu tindakan dan sikap demikian ini tidak ilmiah. Oleh sebab itu, kepada praktikan perlu ditanamkan **sikap ilmiah** dan dibiasakan melakukan **metode ilmiah** dengan melatih praktikan mengadakan kontak langsung dengan fakta dan permasalahannya, kemudian menetapkan langkah-langkah pemecahannya untuk mengambil kesimpulan. Salah satu cara yang dapat digunakan dalam mencapai harapan tersebut ialah melaksanakan kegiatan laboratorium.

Pelajaran IPA pada umumnya dan pelajaran biologi pada khususnya memberikan banyak kesempatan kepada para instruktur (sebagai pendidik dan pengajar) untuk membantu praktikan mengembangkan sikap ilmiah ini. Sikap selanjutnya akan dapat menimbulkan dan menuju ke pelaksanaan menggunakan metode ilmiah.

Metode ilmiah merupakan suatu dari serangkaian tindakan yang dilakukan oleh para ilmuwan dalam memecahkan problem yang dihadapi, yang telah dipikirkan, dan yang dirancang masak-masak sebelumnya.

Metode ilmiah mencakup rangkaian tindakan yang dapat

diuraikan dalam beberapa tahap, yaitu:

- a. Mengidentifikasi masalah.
- b. Merumuskan masalah/problem dengan jelas.
- c. Mengumpulkan informasi dan fakta serta prinsip yang telah dibuktikan kebenarannya sehubungan dengan masalahnya, yang akan dijadikan bahan pemecahan masalah itu.
- d. Merumuskan hipotesis atau jawaban sementara terhadap masalah.
- e. Menguji hipotesis lebih lanjut dengan melakukan eksperimen dan mencari informasi-informasi tambahan.
- f. Menyusun serta mengolah data yang diperoleh dari eksperimen-eksperimen.
- g. Menarik kesimpulan yang logis sebagai jawaban terakhir atau mungkin merupakan masalah baru yang perlu dipecahkan lagi.

Metode ilmiah ini mempunyai arti yang sangat penting dan banyak diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, metode ilmiah ini perlu ditanamkan pada diri mahasiswa/praktikan sedini mungkin.

Seorang penemu atau pencipta akan menerapkan metode ilmiah ini dalam mewujudkan gagasannya membangun suatu mesin yang besar dan mengujinya untuk mengetahui apakah mesin itu akan bermanfaat dan dapat bekerja dengan baik. Seorang dokter pun akan menerapkan metode ilmiah ketika ia memeriksa seorang pasien. Pertama-tama dokter itu akan menanyakan gejala-gejala yang dirasakan pasien. Melalui pemeriksaan, dokter itu berusaha menemukan sebab-sebab penyakit yang diderita pasiennya, baru kemudian menyimpulkan obat apa yang harus diberikan untuk menyembuhkan penyakit pasien itu.

Seorang mahasiswa harus memikirkan dan mempertimbangkan lebih dahulu mata kuliah apa yang sebaiknya diambil untuk semester sekarang agar ia lebih mudah menyesuaikan diri dengan matakuliah-matakuliah yang akan dipilihnya pada semester berikutnya. Atau bila yang bersangkutan akan meneruskan studi ke Program Pasca Sarjana S2 atau S3, maka seorang mahasiswa harus memikirkan dan mempertimbangkan lebih dahulu fakultas/jurusan/program studi apa yang sebaiknya diambil untuk Program S1 agar ia lebih mudah menyesuaikan diri dengan fakultas/jurusan/program studi yang akan dipilihnya pada program S2 atau S3. Sangatlah diharapkan kelak bahwa setelah mahasiswa menyelesaikan pendidikannya dan kemudian terjun di masyarakat, ia akan memiliki sikap ilmiah dan mampu menerapkan metode ilmiah dalam mengambil keputusan sesuai dengan masalah yang dihadapi dalam kehidupan dan pekerjaannya sehari-hari.

9. Model Peranan Dosen/Instruktur dan Mahasiswa/Praktikan

Pada dasarnya tugas dosen/instruktur ialah membimbing mahasiswa/praktikan dalam mengembangkan potensi-potensi yang ada pada diri mahasiswa/praktikan. Kita beranggapan bahwa setiap mahasiswa/praktikan memiliki bakat atau unsur-unsur yang dapat dibina untuk menumbuhkan langkah-langkah ilmiah. Kalau demikian halnya, bagaimanakah dosen/instruktur dapat mengembangkan bakat-bakat masing-masing mahasiswa/praktikan secara maksimum?

Sebenarnya, besar kecilnya kesempatan mahasiswa/praktikan dalam mengembangkan dirinya bergantung pada banyak sedikitnya perhatian dosen/instruktur terhadap proses kegiatan belajar mahasiswa/praktikan.

Sebelum menguraikan perhatian dosen/instruktur terhadap proses kegiatan mahasiswa/praktikan, terlebih dahulu kita tin-

jau kegiatan-kegiatan yang sudah lazim dilakukan oleh setiap orang yang bila ditata dengan urutan logis merupakan tahap-tahap metode ilmiah yang senantiasa terjadi berulang-ulang pada diri seseorang.

Tahap pertama, yakni tahap yang paling awal berupa penginderaan. Mulai zaman purba manusia sudah menggunakan inderanya untuk mengadakan kontak dengan alam sekitarnya. Manusia sejak Taman Kanak-kanak, bahkan seorang bayi pun telah menggunakan inderanya untuk mengenal lingkungannya. Tahap ini menggunakan proses berpikir untuk memperoleh suatu konsep atau pengertian yang merupakan jawaban fakta yang mereka amati.

Tahap kedua, yakni tahap identifikasi dan perumusan masalah. Tahap ini diharapkan dilakukan oleh seseorang yang memiliki rasa ingin tahu yang kuat, yang tidak acuh terhadap sesuatu yang terdapat dan terjadi dalam lingkungan hidupnya. Tahap ini biasanya timbul sesudah tahap pertama terlaksana.

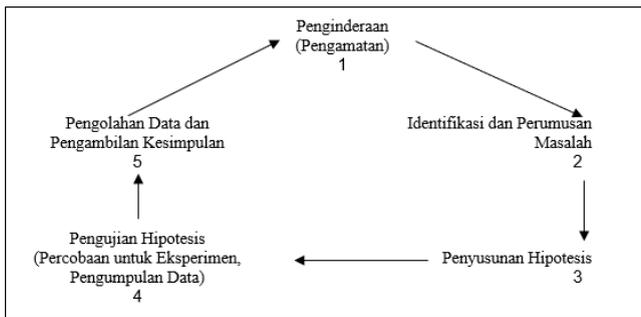
Tahap ketiga, yakni tahap mengadakan dugaan atau tahap perumusan jawaban sementara. Tahap ini membutuhkan adanya pengertian yang sudah dimiliki sebelumnya dengan atau tanpa informasi tambahan. Tahap ini dikenal sebagai tahap penyusunan hipotesis. Dalam tahap ini diadakan suatu rencana untuk menguji kebenaran jawaban sementara. Dalam tahap ini, seseorang akan berpikir secara menyeluruh, meliputi segala kemungkinan yang bakal terjadi selama pembuktian.

Tahap keempat, yakni tahap pelaksanaan kegiatan, berupa percobaan atau eksperimen, untuk mengumpulkan data atau informasi yang diperlukan dalam memverifikasi kebenaran hipotesis.

Tahap kelima, yakni tahap terakhir yang di dalamnya tercapai kegiatan pengolahan data, diskusi, dan pengambilan kesimpulan.

Setelah kesimpulan diambil dapat muncul masalah atau masalah-masalah baru yang perlu pula dicari pemecahannya.

Demikianlah tahap-tahap metode ilmiah yang sebenarnya merupakan siklus yang tidak akan pernah ada akhirnya. Proses itu secara singkat diikhtisarkan sebagai berikut:



Gambar 1

Bagian Urut-Urutan Kegiatan dalam Penerapan Metode Ilmiah

Kelima tahap ini perlu dikembangkan pada diri mahasiswa/praktikan, tetapi apakah semuanya ini dapat dikembangkan pada setiap kegiatan belajar mengajar? Dalam hal inilah sebenarnya dosen/instruktur memegang peranan penting dalam mengambil suatu tindakan.

Tahap kegiatan yang menurut penilaian dosen/instruktur dapat diserahkan kepada mahasiswa/praktikan sebaiknya diserahkan saja kepada mahasiswa/praktikan. Apabila suatu kegiatan ilmiah yang sebenarnya dapat diserahkan kepada mahasiswa/praktikan diambil alih oleh instruktur, praktikan akan kehilangan kesempatan untuk mengembangkan potensinya. Sehubungan dengan itu, instruktur memang harus bijaksana, harus

dapat memahami kemampuan praktikan, memperkirakan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi, dan sebagainya.

Di bawah ini disajikan beberapa kemungkinan pilihan seorang instruktur untuk menentukan kegiatan apa yang akan diserahkan kepada praktikan. Pilihan mengenai kegiatan yang akan diserahkan kepada praktikan dapat berubah-ubah, bergantung pada apa yang ingin dikembangkan atau tujuan, sifat materi dan kemampuan praktikan. Masing-masing prosedur merupakan suatu proses belajar mengajar yang bulat, bahkan dapat saja suatu tahap diserahkan seluruhnya atau sebagian kepada praktikan. Berikut ini diberikan suatu contoh.

Tahap \ Prosedur	I	II	III	IV	V
Penginderaan	P	P	P	P	P
Perumusan Masalah	I	P	P	P	P
Penyusunan Hipotesis	I	I	I	I	P
Pengujian Hipotesis	I	I	I	I	P
Penyimpulan	I	I	P	P	P

I = diperankan oleh instruktur

P = diperankan oleh praktikan

Gambar 2

Pilihan Kegiatan yang Diperankan oleh Instruktur atau Praktikan

Dari dua contoh skema di atas kita peroleh kesimpulan, bahwa laboratorium sebagai suatu tempat kegiatan belajar mengajar besar peranannya dalam menunjang praktikan untuk mengembangkan pengetahuan, sikap, dan metode ilmiah.

C. Jenis Laboratorium Biologi

Laboratorium biologi pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu: laboratorium dasar, laboratorium pengembangan, dan laboratorium penelitian.

1. Laboratorium Dasar

Yang dimaksud dengan laboratorium dasar ialah laboratorium dengan sifat kegiatan yang dilakukan di dalamnya masih umum dan dasar. Laboratorium ini merupakan tempat proses belajar yang tidak membutuhkan modal khusus. Yang termasuk laboratorium dasar antara lain:

- a. Laboratorium IPA Dasar
- b. Laboratorium Fisika Dasar
- c. Laboratorium Kimia Dasar
- d. Laboratorium Biologi Dasar

2. Laboratorium Pengembangan

Yang dimaksud dengan laboratorium pengembangan ialah laboratorium dengan sifat kegiatan yang dilakukan di dalamnya sudah khusus, artinya sudah menyangkut secara khusus suatu bidang studi atau bidang ilmu. Di dalam laboratorium pengembangan ini, sesuai dengan namanya *pengembangan*, dituntut adanya modal khusus atau modal dasar yang diperoleh dari laboratorium dasar. Laboratorium pengembangan lazimnya terdapat di lembaga pendidikan tinggi Yang termasuk jenis laboratorium pengembangan adalah sebagai berikut:

- a. Laboratorium Biologi Invertebrata
- b. Laboratorium Biologi Vertebrata
- c. Laboratorium Fisiologi Tumbuhan
- d. Laboratorium Fisiologi Hewan
- e. Laboratorium Anatomi Tumbuhan
- f. Laboratorium Anatomi Hewan
- g. Laboratorium Morfologi Tumbuhan
- h. Laboratorium Mikrobiologi, dan sebagainya.

3. Laboratorium Penelitian

Laboratorium penelitian merupakan laboratorium yang memiliki fasilitas dan perlengkapan yang memungkinkan dilaku-

kan kegiatan yang bersifat penelitian. Laboratorium penelitian lazimnya terdapat di lembaga pendidikan tinggi dan lembaga-lembaga penelitian lainnya yang sudah maju dan mapan.

4. Laboratorium Biologi SMU

Laboratorium Biologi SMU dapat diartikan sebagai **laboratorium dasar**, karena pelajaran biologi di SMU belum ke penjurusan bidang-bidang khusus.

Laboratorium Biologi SMU merupakan bagian integral dalam proses belajar mengajar. Fungsi utamanya ialah sebagai tempat latihan agar siswa menguasai keterampilan kerja laboratorium dalam penerapan metode ilmiah. Kegiatan siswa lebih banyak diarahkan pada kegiatan yang berupa verifikasi atau lebih ditekankan pada pembuktian kebenaran konsep-konsep atau prinsip-prinsip yang sudah ada. Hal ini disesuaikan dengan kemampuan dan tingkat perkembangan mental siswa. Walaupun demikian, dalam Laboratorium Biologi SMU tidak tertutup kemungkinan dilakukannya kegiatan yang bersifat induktif. Seorang siswa yang sangat cerdas, melalui kegiatan laboratoriumnya, diharapkan ia dapat menemukan sesuatu yang baru.

