

PEDOMAN PEMBUATAN ALAT PERAGA BIOLOGI SEDERHANA UNTUK SMA



**DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH ATAS
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2011**

KATA PENGANTAR

Pada tahun 2011 jumlah sekolah menengah atas 11.306 tersebar di seluruh Indonesia, dari jumlah tersebut sebagian berada di daerah-daerah terpencil atau kepulauan yang sulit transportasi dan sarana pendukung lainnya. Pada umumnya sekolah-sekolah tersebut sangat kurang sarana dan prasarana khususnya peralatan laboratorium IPA, sedangkan kurikulum tingkat satuan pendidikan mewajibkan ujian praktik bagi mata pelajaran IPA (Fisika, Kimia dan Biologi).

Keberadaan peralatan laboratorium IPA merupakan sarana yang harus diupayakan guna meningkatkan mutu pembelajaran IPA di sekolah. Keterbatasan sarana ini dapat dipenuhi dengan menggunakan alat peraga IPA sederhana yang bahan-bahannya mudah didapat di sekitar sekolah, tanpa mengurangi pemahaman terhadap konsep pembelajaran IPA. Oleh karena itu, Direktorat Pembinaan SMA menerbitkan buku Pedoman Pembuatan Alat Peraga IPA Sederhana untuk SMA.

Buku-buku tersebut berkaitan dengan pemanfaatan dan pen-dayagunaan peralatan atau bahan yang dirancang dan digunakan sebagai alat pratik IPA. Hadirnya buku pedoman pembuatan alat peraga IPA sederhana merupakan salah satu upaya Direktorat Pembinaan SMA dalam meningkatkan mutu pembelajaran IPA.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam mewujudkan buku pedoman pembuatan alat peraga IPA sederhana ini, khususnya kepada Pusat Pengembangan dan Pelatihan Pendidik dan Tenaga Kependidikan IPA Bandung beserta tim penulis buku ini. Kiranya menjadi sumbangan konstruktif bagi kemajuan dan pengembangan Sekolah Menengah Atas di Indonesia.

Direktur Pembinaan SMA

Totok Suprayitno, Ph.D
NIP. 196010051986031005



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Pengembangan Alat Peraga Praktik (APP) IPA Sederhana.....	5
C. Kriteria dalam Pembuatan dan Pengembangan Alat Peraga Praktik IPA Sederhana.....	7
D. Tujuan	8
 BAB II Pembuatan Dan Pengembangan Alat Peraga Praktik (App) Ipa Sederhana (Buatan Sendiri) .	 9
A. Langkah-langkah pembuatan dan pengembangan APP IPA Sederhana.....	9
B. Standar Pengujian Kelayakan Alat Peraga IPA	12
C. Menyusun laporan karya inovasi untuk kenaikan pangkat, golongan dan jabatan guru.....	20

BAB III Perancangan, Pembuatan, Dan Penggunaan Alat Peraga Praktik (App) Ipa Sederhana

(Buatan Sendiri)	27
A. Spirometer Sederhana.....	27
B. Alat Fermentasi Sederhana	31
C. Auksanometer Sederhana	34
D. Bioreaktor Mini Penghasil Biogas	38
E. Model Struktur DNA	41
F. Model Enzim	44
G. Model Rekayasa Genetika Melalui Kloning..	47
H. Model Kerangka Manusia	50
I. Puzzle Respirasi Aerob	56
J. Kartu Rangkaian Proses Mitosis dan Meiosis	61

BAB IV Demonstrasi Permainan Dan Percobaan Biologi

Untuk Membangun Literasi Biologi.....	65
A. Pendahuluan	65
B. Literasi Biologi	65
1. Kandungan Biologi.....	66
2. Proses Literasi Biologi.....	66
3. Konteks Literasi Biologi.....	67
C. Hakekat Ipa (Biologi)	67
D. Mempelajari Biologi Sebagai Proses	69

E. Mempelajari (Biologi Sebagai Prosedur	69
F. Keterampilan Proses	74
1. Keterampilan Proses Dasar	75
2. Keterampilan Proses Terintegrasi	78
G. Sains Sebagai Produk.....	79
H. Sains Sebagai Nilai	82
1. Nilai-nilai Sosial.....	82
2. Nilai moral atau nilai humaniora.....	83
I. Kriteria Penyusunan LKS	87
J. Percobaan-Percobaan Biologi.....	91

Percobaan 1 :

Mengetahui Adanya Kandungan Oksigen Dalam Udara Pernapasan	91
--	----

Percobaan 2 :

Isolasi DNA.....	93
------------------	----

Percobaan 3 :

Osmosis Terjadi Melewati Membran Semi Permeabel	96
---	----

Percobaan 4 :

Mengetahui Adanya Kandungan Karbondioksida Dalam Udara Pernapasan	100
---	-----

Percobaan 5 :

Mengetahui Berbagai Kandungan Dalam Urine 103

Percobaan 6 :

Membuktikan O_2 dilepas pada proses fotosintesis? ... 110

Percobaan 7 :

Bioreaktor Pupuk Organik 113

BAB V Penutup 115

DAFTAR PUSTAKA 117



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Alat peraga praktik (APP) IPA mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembelajaran, yaitu untuk:

1. Menjelaskan konsep, sehingga peserta didik memperoleh kemudahan dalam memahami hal-hal yang dikemukakan guru;
2. Memantapkan penguasaan materi yang ada hubungannya dengan bahan yang dipelajari; dan
3. Mengembangkan keterampilan.

Di samping peranan yang sangat penting dalam pembelajaran, APP IPA juga mempunyai fungsi yang dapat menentukan pencapaian tujuan pembelajaran IPA di sekolah, fungsi tersebut menurut Dirjen Dikdasmen Depdikbud (1999) adalah sebagai sumber belajar; metode pendidikan, sarana dan prasarana pendidikan.

Menurut Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP, 2006), Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA) harus memiliki sarana: perabot, peralatan pendidikan, media, bahan habis pakai, dan perlengkapan lainnya; serta prasarana laboratorium.



Kondisi Laboratorium IPA: 8.886 SMA Negeri/
Swasta (Data Balitbang Depdiknas, 21 Maret 2005):

1. Memiliki laboratorium IPA (gabung) : 26,20%;
2. Memiliki laboratorium IPA (2 Laboratorium/terpisah) = 18,62%;
3. Memiliki laboratorium fisika, biologi, kimia (3 laboratorium/terpisah) = 24,18%
4. Memiliki laboratorium IPA = 69%, dan belum memiliki laboratorium IPA = 31%;
5. Kondisi gedung laboratorium IPA: baik (41%), rusak berat (33%), rusak ringan (26%);
6. Keadaan alat/bahan: lengkap (27%), belum lengkap (73%);
7. Penggunaan laboratorium IPA: frekwensi tinggi (36%), sedang (31%), rendah (33%);
8. Memiliki laboran IPA = 17,72%.

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian di lapangan, kondisi fasilitas sarana dan prasarana laboratorium khususnya untuk pembelajaran IPA di SMA/MA, hingga saat ini (Burhan, 2006):

1. Sangat minim fasilitas, alat dan bahan (zat kimia) yang ada jika dibandingkan dengan rasio jumlah pemakai laboratorium IPA;
2. Adanya kecenderungan biaya yang dialokasikan sekolah untuk penunjang kegiatan laboratorium tidak mencukupi;
3. Adanya kecenderungan pengguna laboratorium IPA tidak dapat menyelesaikan praktikumnya dengan baik karena waktu yang tersedia tidak mencukupi;
4. Praktikum yang telah direncanakan, sering tertunda

- pelaksanaannya karena beberapa bahan dan alat yang tersedia jumlahnya kurang sesuai dengan kebutuhan kegiatannya;
5. Belum dilakukan penataan terhadap fasilitas, alat dan bahan yang akan digunakan dalam kegiatan IPA;
 6. Penggunaan fasilitas dan peralatan yang tersedia di laboratorium IPA belum secara optimal;
 7. Laboratorium kurang difungsikan secara optimal sebagai tempat melaksanakan eksperimen.

Hasil survey lainnya melaporkan bahwa alat dan bahan praktik IPA di SMA baru sebatas digunakan dengan metode demonstrasi atau hanya diragakan untuk beberapa topik konsep saja.

Kondisi seperti digambarkan di atas mengakibatkan laboratorium IPA, alat dan fasilitas lainnya di Sekolah Menengah Atas tersebut kurang efektif dan pada akhirnya belum dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang dapat menunjang peningkatan kualitas pendidikan di sekolah.

Terlepas dari kondisi kelengkapan fasilitas laboratorium IPA, pendidikan hendaknya dapat terus diselenggarakan tanpa harus menunggu lengkapnya fasilitas. Oleh karena itu untuk menjaga kelangsungan pendidikan IPA melalui praktikum/eksperimen, perlu dikembangkan alternatif alat peraga praktik (APP) IPA yaitu APP sederhana (buatan sendiri) agar pembelajaran IPA dapat berjalan secara optimal. Hal tersebut penting bagi guru/sekolah dengan alasan sebagai berikut: *Pertama*, APP IPA sederhana sebagai upaya melengkapi peralatan yang dibutuhkan dalam pembelajaran. Para

guru dapat memberdayakan berbagai sumber daya yang ada di sekitar sekolah dan tempat tinggal peserta didik untuk pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana. *Kedua*, APP IPA sederhana ini dapat dijadikan sebagai alternatif peralatan laboratorium; meningkatkan kreativitas guru dan peserta didik; sebagai upaya meragamkan sumber belajar peserta didik; agar peserta didik dapat membangun pengetahuan dan keterampilan serta sikap yang sesuai dengan kompetensi yang disarankan dalam kurikulum.

Dalam Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007, tentang Standar Kualifikasi dan Kompetensi Guru disebutkan bahwa salah satu kompetensi guru adalah guru harus dapat menyelenggarakan pembelajaran yang mendidik dengan kompetensi inti dapat menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun di lapangan dan menggunakan media pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Media pembelajaran yang paling banyak digunakan disekolah di samping buku adalah alat dan bahan. Sehubungan dengan kegiatan pembelajaran IPA, alat yang diperlukan adalah APP IPA. Di sekolah APP IPA dan *chemicals* (bahan atau zat kimia) umumnya dibuat oleh pabrik (pabrikasi), dropping pemerintah (Kemendiknas) atau pembelian alat dan bahan oleh sekolah dengan ragam, dan jumlah masing-masing terbatas, sehingga guru IPA dituntut lebih kreatif dan inovatif dalam upaya mengadakan APP IPA yang lebih beragam serta dengan jumlah yang memadai untuk melaksanakan pembelajaran IPA.

Dalam upaya mengadakan APP IPA tersebut, guru dan atau dengan peserta didik dapat melakukan pengembangan dengan cara merancang dan membuat APP IPA sederhana (buatan sendiri). Produk pengembangan APP IPA walaupun sederhana dalam tampilan fisik, tetapi dapat mendukung prinsip kerja dan konsep IPA yang diajarkannya sehingga tidak menimbulkan *miskonsepsi*.

Inovasi pembuatan suatu produk APP IPA mengalami tahapan perkembangan mulai dari membuat padanan hingga dihasilkan suatu protipe. Pengalaman empiris praktisi APP IPA di P4TK IPA dan Direktorat Pembinaan SMA menunjukkan bahwa karya produktif padanan APP IPA sederhana yang terus menerus dikaji ulang serta didukung fasilitas dan kreatifitas lainnya, akhirnya dapat menghasilkan suatu prototipe APP IPA yang tangguh.

B. Pengembangan Alat Peraga Praktik (APP) IPA Sederhana

APP IPA telah banyak dibuat secara massal oleh pabrik. Namun karena alasan-alasan tertentu, seperti kurang lengkap, kekurangan alat atau sekolah tidak memilikinya, alat-alat tersebut dapat dibuat dan dikembangkan sendiri oleh guru atau peserta didik dengan memanfaatkan bahan bekas yang banyak terdapat di lingkungan sekitar kita; alat/bahan yang banyak di pasaran, penggunaan perkakas tidak memerlukan keterampilan khusus. Hal ini sesuai dengan pendapat Nyoman Kertiasa (1994) yang menyatakan tentang pengertian alat peraga praktik IPA sederhana atau disebut juga alat IPA buatan sendiri, adalah



alat yang dapat dirancang dan dibuat sendiri dengan memanfaatkan alat/bahan sekitar lingkungan kita; dalam waktu relatif singkat dan tidak memerlukan keterampilan khusus dalam penggunaan alat/bahan/perkakas; dapat menjelaskan/menunjukkan/membuktikan konsep-konsep/gejala yang sedang dipelajari; alat lebih bersifat kualitatif daripada ketepatan kuantitatif.

Pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana dapat dibuat dalam bentuk:

- a. *Padanan alat*, yaitu alat yang dibuat dengan mengacu pada contoh alat yang sudah ada (alat praktik, alat peraga, alat pendukung) di laboratorium IPA. Misalnya: bel listrik sederhana atau cakram Newton.
- b. *Prototip*, yaitu alat baru yang sebelumnya tidak ada, atau dapat merupakan pengembangan dari alat yang sudah ada, pernah ada yang membuat namun kemudian dimodifikasi. Misalnya: slide proyektor atau episkop sederhana.

Pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana meliputi: perancangan dan pembuatan alat peraga, alat praktik, atau alat pendukung pembelajaran IPA dalam bentuk padanan alat atau prototip.

C. Kriteria dalam Pembuatan dan Pengembangan Alat Peraga Praktik IPA Sederhana

Beberapa hal yang penting diperhatikan sebagai kriteria dalam pembuatan dan pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana, adalah sebagai berikut.

1. Bahan mudah diperoleh (memanfaatkan limbah, diminta, dibeli dengan harga relatif murah)
2. Mudah dalam perancangan dan pembuatannya
3. Mudah dalam perakitannya (tidak memerlukan keterampilan khusus)
4. Mudah dioperasikannya
5. Dapat memperjelas/menunjukkan konsep dengan lebih baik
6. Dapat meningkatkan motivasi peserta didik
7. Akurasi cukup dapat diandalkan
8. Tidak berbahaya ketika digunakan
9. Menarik
10. Daya tahan alat cukup baik (lama pakai)
11. Inovatif dan kreatif
12. Bernilai pendidikan



D. Tujuan

1. Tujuan Umum

Setelah mempelajari panduan pengembangan inovasi APP IPA ini, Anda sebagai guru diharapkan memahami dan mampu mengembangkan APP IPA Sederhana (Buatan Sendiri) untuk pembelajaran IPA dan karya inovatif pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

2. Tujuan Khusus

Anda terampil dalam:

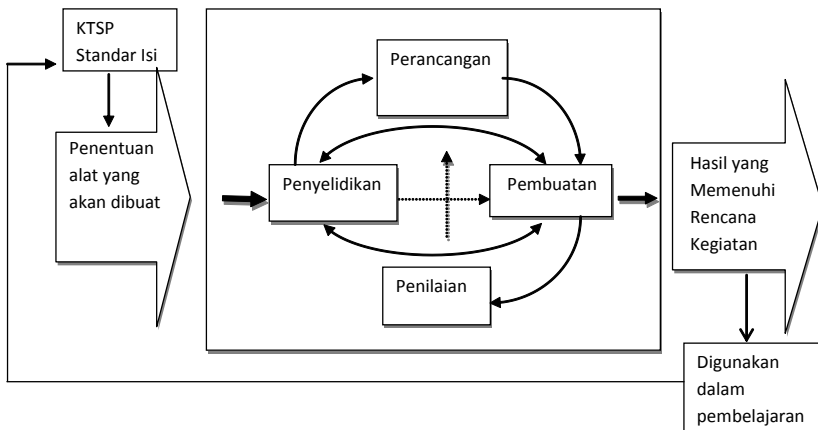
1. Merancang APP IPA sederhana.
2. Membuat APP IPA sederhana sesuai rancangan.
3. Menggunakan APP IPA dalam pembelajaran IPA.
4. Menyusun laporan karya inovatif (PKB).

PEMBUATAN DAN PENGEMBANGAN ALAT PERAGA PRAKTIK (APP) IPA SEDERHANA (BUATAN SENDIRI)

A. Langkah-langkah pembuatan dan pengembangan APP IPA Sederhana

Langkah-langkah pembuatan dan pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana dapat digambarkan seperti bagan 1.

BAGAN 1
PROSES PENGEMBANGAN APP



(Diadaptasi dari Verma 1996:59)

Keterangan bagan:

- a. Langkah pertama sebelum mengembangkan APP, Anda harus menganalisis kurikulum (KTSP) terutama yang berkenaan dengan standar isi (standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, dan materi pokok pembelajaran).
- b. Penentuan alat yang akan dibuat atau dikembangkan.
- c. Setelah APP yang akan dibuat ditentukan, Anda hendaknya melakukan penyelidikan, apakah di lingkungan sekitar terdapat alat/bahan yang mendukung untuk pembuatan APP tersebut, apakah APP yang akan dibuat sesuai dengan karakteristik peserta didik, topik IPA yang akan diajarkan. Jika semua sudah sesuai, Anda menyiapkan alat, bahan, dan perkakas yang diperlukan serta masing-masing alternatifnya.
- d. Setelah semua siap, lakukan perancangan APP, perancangan dapat berupa sketsa gambar (desain). Setelah gambar APP yang akan dibuat selesai dan dinilai, lakukan pembuatan sesuai rancangan.
- e. APP yang sudah dibuat, Anda nilai, apakah sesuai dengan rancangan, konsep IPA yang akan diajarkan, keamanan ketika digunakan, dan kelayakan digunakan dalam pembelajaran, dan aspek lainnya sesuai kriteria: yang telah dijelaskan pada Pendahuluan butir C di atas.
Pada tahap penilaian ini lakukan juga pengujian cobaan alat. Jika ada hal-hal yang kurang atau tidak/belum berhasil, perbaiki dan sempurnakan.
- f. Evaluasi keberhasilan produk hasil pembuatan/ pengembangan alatperaga praktik IPA sederhana.

Untuk mengevaluasi keberhasilan produk hasil pembuatan atau pengembangan alat peraga praktik IPA sederhana yang merupakan inovasi/kreativitas guru dan/atau peserta didik, dapat menggunakan minimal lima aspek utama agar memperoleh alat peraga sederhana yang dianggap mempunyai tampilan yang memadai. *Pertama*, akurasi hasil pengukuran, artinya alat peraga praktik yang dikembangkan tersebut presisi dalam memperagakan suatu fenomena alam. Sehingga tidak menimbulkan salah konsep atau pengertian. *Kedua*, bernilai pendidikan bagi peserta didik, artinya dengan mengkaji suatu fenomena melalui alat peraga praktik itu, peserta didik dimungkinkan secara berulang-ulang, memperlambat, mempercepat, terbuka memperlihatkan fenomena tersebut. *Ketiga*, tidak mengandung faktor resiko (*zero-risk*) bagi peserta didik yang menggunakan alat peraga tersebut. Faktor resiko dapat berupa adanya bagian yang tajam/membahayakan, kemungkinan jatuh/terbakar menimpa peserta didik, tersengat listrik. *Keempat*, *life-time* atau lama-pakai alat peraga, artinya alat peraga praktik tersebut diusahakan terbuat dari bahan yang relatif dapat dipakai lama atau secara berulang-ulang. Dengan demikian, alat peraga praktik hasil proses kreatif ini tidak sekali pakai langsung habis. *Kelima*, bernilai estetika tinggi. Walaupun sebagai alat peraga praktik yang digunakan dalam laboratorium, hendaknya mempunyai penampilan yang bernilai seni, tanpa mengurangi kinerja alat peraga tersebut.

Aspek lain, selain kelima aspek tersebut di atas, dapat juga dimasukkan menjadi kriteria tambahan dalam menganalisis alat peraga praktik hasil pengembangan guru dan/atau peserta didik tersebut sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, *originalitas gagasan yang dikembangkan*, ketersediaan bahan baku alat peraga praktik di sekitar sekolah, dsb.

g. Instrumen Uji Kelayakan alat IPA sederhana

Untuk menguji kelayakan alat IPA yang telah dibuat dapat dilakukan dengan mengisi instrumen uji kelayakan dengan memperhatikan hal-hal berikut.

B. Standar Pengujian Kelayakan Alat Peraga IPA

1. Aspek Pengujian Kelayakan Alat Peraga IPA

a. *Keterkaitan dengan bahan ajar*

Alat peraga IPA digunakan untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep IPA yang dipelajarinya. Oleh karena itu, alat peraga IPA harus dapat menampilkan objek dan fenomena yang diperlukan untuk mempelajari konsep-konsep tersebut.

b. *Nilai pendidikan: Efektivitas alat (Kemampuan menampilkan benda dan fenomena yang diperlukan), kesesuaian dengan perkembangan peserta didik.*

Konsep-konsep IPA yang dipelajari peserta didik di SD, SMP, dan SMA banyak yang sama, tetapi kedalaman dan kerumitannya berbeda. Konsep-konsep IPA di SD hanya merupakan ungkapan tentang peristiwa alam, di SMP ditingkatkan dengan masuknya prinsip dengan parameter-parameternya, di SMA prinsip dan parameter-parameternya lebih luas dan lebih kompleks. Di samping itu, perkembangan intelektual peserta didik pada setiap jenjang sekolah membatasi kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi

parameter dan prinsip dari objek dan fenomena yang ditampilkan oleh alat peraga. Makin tinggi jenjang sekolah peserta didik, batas kemampuan peserta didik tersebut makin kecil, yang berarti kemampuan peserta didik dalam mengkaji objek dan fenomena makin meningkat. Oleh karena itu, alat peraga IPA harus disesuaikan dengan tingkat perkembangan intelektual peserta didik, agar objek dan fenomena yang ditampilkan oleh alat dapat dipahami oleh peserta didik dengan baik.

- c. *Ketahanan alat (tahan lama, tidak mudah pecah, memiliki alat pelindung)*

Alat peraga IPA akan sering digunakan oleh banyak peserta didik. Sehubungan dengan hal tersebut, alat peraga IPA haruslah merupakan alat peraga yang tahan lama. Ketahanan alat tersebut meliputi keakuratan pengukuran, tidak mudah aus, dan ketahanan bahan terhadap perubahan cuaca atau terhadap perubahan zat-zat di udara, ketahanan terhadap panas, dan lain-lain, sehingga hasil pengukuran tidak akan mengalami penyimpangan, walaupun sering digunakan.

- d. *Nilai presisi (Ketepatan pengukuran)*

Nilai presisi alat diperlukan untuk keberhasilan pengukuran alat, sehingga penyimpangan hasil pengukuran oleh kesalahan alat dapat diminimalkan. Hal ini penting, agar peserta didik dapat dengan tepat membentuk konsep-konsep sains dari percobaannya.

- e. *Efisiensi penggunaan alat: mudah digunakan, dirangsang dan dijalankan.*

Efisiensi penggunaan alat diperlukan untuk kelancaran dan keberhasilan kegiatan pembelajaran fisika dengan menggunakan alat-alat peraga IPA yang antara lain sebagai berikut ini.

- 1) Menghemat waktu praktik, sehingga keterbatasan waktu pembelajaran dapat diatasi dan pembelajaran dapat dituntaskan dalam waktu yang tersedia.
- 2) Menunjang keberhasilan peserta didik dalam memperoleh data dari praktik.

- f. *Keamanan bagi peserta didik.*

Percobaan fisika menggunakan alat-alat dari logam, kaca, dan kadang-kadang memerlukan api. Alat-alat yang runcing mengandung resiko kecelakaan pada peserta didik, dan alat-alat seperti pembakar spiritus mengandung resiko kebakaran. Alat-alat yang runcing hendaknya ditumpulkan, jika keruncingan itu tidak diperlukan untuk ketelitian pengukuran. Alat-alat untuk menyalakan api harus dibuat seaman mungkin, misalnya terjaga dari kebocoran bahan bakar.

- g. *Estetika*

Alat yang tampak baik dan indah lebih disenangi oleh peserta didik. Hal itu dapat memotivasi peserta didik untuk mau belajar dengan menggunakan alat peraga IPA.

h. *Penyimpanan alat dalam kotak (khusus KIT).*

Alat-alat dalam KIT harus mudah dicari, diambil, dan disimpan kembali dengan rapih, agar pencarian, pengambilan, dan penyimpanan alat tidak memerlukan waktu yang relatif lama. Di samping itu alat-alat tersebut dapat terjaga dengan baik dan kotak penyimpanan alat juga terjaga dengan baik.

2. **Aspek Kelayakan Alat Peraga Praktik**

a. *Keterkaitan dengan bahan ajar*

- 1) Konsep yang diajarkan (ada dalam kurikulum atau hanya pengembangan)
- 2) Tingkat keperluan (Diperlukan dan kurang diperlukan)
- 3) Penampilan Objek dan Fenomena (Jelas dan kurang jelas).

b. *Nilai pendidikan*

- 1) Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik
- 2) Kompetensi yang ditingkatkan pada peserta didik dengan menggunakan alat peraga tersebut
- 3) Sikap ilmiah
Untuk alat peraga model dan multimedia: Sikap ilmiah yang dapat ditingkatkan pada peserta didik, misalnya tayangan menampilkan keperluan untuk teliti dalam mengukur
- 4) Sikap sosial (Untuk alat peraga model dan multimedia: Sikap sosial, misalnya tayangan dalam multimedia tidak mendiskriminasikan antara laki-laki dan perempuan, Ayah dan ibu)

c. *Ketahanan alat*

- 1) Ketahanan terhadap cuaca (suhu udara, cahaya matahari, kelembaban, air)
- 2) Memiliki alat pelindung dari kerusakan
- 3) Kemudahan perawatan

d. *Keakuratan Alat Ukur* (hanya untuk alat ukur)

- 1) Ketahanan komponen-komponen pada kedudukan asalnya (tidak mudah longgar atau aus).
- 2) Ketepatan pemasangan setiap komponen.
- 3) Ketepatan skala pengukuran
- 4) Ketelitian pengukuran (orde satuan)

e. *Efisiensi Penggunaan Alat*

- 1) Kemudahan dirangkai
- 2) Kemudahan digunakan/dijalankan

f. *Keamanan bagi peserta didik*

- 1) Memiliki alat pengaman
- 2) Konstruksi alat aman bagi peserta didik (tidak mudah menimbulkan kecelakaan pada peserta didik)

g. *Estetika*

- 1) Warna
- 2) Bentuk

h. *Kotak Penyimpanan*

- 1) Kemudahan mencari alat
- 2) Kemudahan mengambil dan menyimpan
- 3) Ketahanan kotak KIT.

KELAYAKAN ALAT PERAGA PRAKTIK

Nama Alat :

Jenis Penggunaan : Praktik/Demonstrasi

Kelas/Sekolah : /

Isilah dengan (✓) pada kolom angka, jika (1) Sangat tidak setuju, (2) Tidak Setuju, (3) setuju, (4).sangat setuju.

No	Aspek Kelayakan	Skor				Saran Perbaikan	Saran Penggunaan	Skor Nilai Kelayakan
		1	2	3	4			
I	<i>Keterkaitan dengan bahan ajar</i>							
	a. Konsep yang diajarkan							
	b. Tingkat keperluan untuk pembelajaran							
	c. Kejelasan objek dan fenomena							
II	<i>Nilai Pendidikan</i>							
	a. Kesesuaian dengan perkembangan intelektual peserta didik							
	b. Kompetensi yang ditingkatkan pada peserta didik							

No	Aspek Kelayakan	Skor				Saran Perbaikan	Saran Penggunaan	Skor Nilai Kelayakan
		1	2	3	4			
III	<i>Ketahanan Alat</i> a. Ketahanan terhadap cuaca							
	b. Memiliki alat pelindung dari kerusakan							
	c. Kemudahan perawatan							
IV	<i>Keakuratan Alat</i> a. Ketahanan komponen-komponennya pada kedudukan asalnya							
	b. Ketepatan pemasangan setiap komponen pada alat ukur							
	c. Ketepatan skala pengukuran							
	d. Ketelitian pengukuran							
V	<i>Efisiensi Alat</i> a. Kemudahan dirangkai							
	b. Kemudahan digunakan/dijalankan							

C. Menyusun laporan karya inovasi untuk kenaikan pangkat, golongan dan jabatan guru

Dalam pedoman pengelolaan Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dinyatakan bahwa PKB adalah pengembangan keprofesian berkelanjutan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan guru untuk mencapai standar kompetensi profesi dan/atau meningkatkan kompetensinya di atas standar kompetensi profesinya yang sekaligus berimplikasi kepada perolehan angka kredit untuk kenaikan pangkat/jabatan fungsional guru. Sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya, selain kedua unsur utama lainnya, yakni: (i) pendidikan; dan (ii) pembelajaran/pembimbingan dan tugas tambahan dan/atau tugas lain yang relevan; PKB adalah unsur utama yang kegiatannya juga diberikan angka kredit untuk pengembangan karir guru. Dalam Permenneqpan tersebut juga dijelaskan bahwa PKB mencakup tiga hal; yakni pengembangan diri, publikasi ilmiah, dan karya inovatif. Agar guru mencapai kenaikan pangkat, golongan, dan jabatannya, khususnya yang berkaitan dengan pengembangan karya inovasi dalam pembuatan APP IPA, maka dapat dilakukan melalui cara menyusun laporan karya inovatif yang diajukan pada usulan penetapan penilaian angka kreditnya.

Kegiatan PKB yang berupa karya inovatif, terdiri dari 4 (empat) kelompok, yakni:

1. Menemukan teknologi tepat guna;
2. Menemukan/menciptakan karya seni;
3. Membuat/modifikasi alat pelajaran/peraga/praktikum;
4. Mengikuti pengembangan penyusunan standar, pedoman, soal, dan sejenisnya.

Didalam buku ini akan diuraikan hanya point 1 dan 3 saja yang berkaitan dengan tujuan penulisan buku yang dimaksud.

1. Menemukan Teknologi Tepat Guna (Karya Sains/ Teknologi)

Definisi Karya Teknologi Tepat Guna yang selanjutnya disebut karya sains/teknologi adalah karya hasil rancangan/pengembangan/percobaan dalam bidang sains dan/atau teknologi yang dibuat atau dihasilkan dengan menggunakan bahan, sistem, atau metodologi tertentu dan dimanfaatkan untuk pendidikan atau masyarakat sehingga pendidikan terbantu kelancaran atau masyarakat terbantu kehidupannya.

Kriteria Karya Sains/Teknologi

- a. Berupa karya sains/teknologi yang digunakan di sekolah atau dimasyarakat.
- b. Dengan karya sains/teknologi tersebut pelaksanaan pendidikan di sekolah tersebut menjadi lebih mudah atau dengan karya sains/teknologi tersebut masyarakat terbantu kehidupannya.
- c. Jenis karya sains/teknologi
 - 1) Media pembelajaran/bahan ajar interaktif berbasis komputer untuk setiap standar kompetensi atau beberapa kompetensi dasar.
 - 2) Program aplikasi komputer untuk setiap aplikasi.
 - 3) Alat/mesin yang bermanfaat untuk pendidikan atau masyarakat untuk setiap unit alat/mesin.
 - 4) Bahan tertentu hasil penemuan baru atau hasil modifikasi tertentu untuk setiap jenis bahan.

- 5) Konstruksi dengan bahan tertentu yang dirancang untuk keperluan bidang pendidikan atau kemasyarakatan untuk setiap konstruksi.
 - 6) Hasil eksperimen / percobaan sains / teknologi untuk setiap hasil eksperimen.
 - 7) Hasil pengembangan metodologi/evaluasi pembelajaran.
- d. Karya sains/teknologi tersebut mempunyai ciri sebagai berikut.
- 1) Bermanfaat untuk pendidikan di sekolah atau bermanfaat untuk menunjang kehidupan masyarakat.
 - 2) Ada unsur modifikasi/inovasi bila sebelumnya sudah pernah ada di sekolah atau di lingkungan masyarakat tersebut.
- e. Karya sains/teknologi dikategorikan kompleks apabila memenuhi kriteria:
- 1) Memiliki tingkat inovasi yang tinggi;
 - 2) Tingkat kesulitan pembuatan yang tinggi;
 - 3) Memiliki konstruksi atau alur kerja yang rumit atau apabila berupa hasil modifikasi, memiliki tingkat modifikasi yang tinggi;
- f. Karya teknologi dikategorikan sederhana apabila memenuhi kriteria:
- 1) Memiliki tingkat inovasi yang rendah;
 - 2) Pembuatannya memiliki tingkat kesulitan yang rendah;

- 3) Memiliki konstruksi atau alur kerja yang rumit atau apabila berupa hasil modifikasi maka memiliki tingkat modifikasi yang rendah.

Kerangka Isi

- a. Format Laporan Pembuatan dan Penggunaan Alat/Mesin, Pembuatan Media Pembelajaran, Bahan Ajar Interaktif Berbasis Komputer, dan Pembuatan Program Aplikasi Komputer adalah sebagai berikut:
 - 1) Halaman judul, memuat jenis laporan (tuliskan Laporan Pembuatan Karya Teknologi), nama karya teknologi, nama pembuat, NIP kalau PNS dan Nama Sekolah/madrasah.
 - 2) Halaman pengesahan oleh Kepala Sekolah Kata Pengantar.
 - 3) Daftar Isi.
 - 4) Daftar Gambar.
 - 5) Nama Karya Teknologi.
 - 6) Tujuan.
 - 7) Manfaat.
 - 8) Rancangan/desain karya teknologi (dilengkapi dengan gambar rancangan atau diagram alir serta daftar dan foto alat dan bahan yang digunakan).
 - 9) Prosedur pembuatan karya teknologi (dilengkapi dengan foto pembuatan).
 - 10) Penggunaan karya teknologi di sekolah atau di masyarakat (dilengkapi dengan foto penggunaan).
 - 11) *Source code* program.

b. Format Laporan Eksperimen atau Percobaan Sains/ Teknologi adalah sebagai berikut

- 1) Halaman judul, memuat jenis laporan (tuliskan Laporan Penemuan Teknologi Tepat Guna berupa Eksperimen atau Percobaan Sains/Teknologi, nama/judul eksperimen/percobaan, nama peneliti, NIP kalau PNS, dan nama sekolah/madrasah).
- 2) Halaman pengesahan oleh kepala sekolah/ madrasah.
- 3) Kata Pengantar
- 4) Daftar Isi
- 5) Daftar Gambar

BAB I : PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang
- B. Tujuan
- C. Manfaat

BAB II : LANDASAN TEORETIK/TINJAUAN PUSTAKA

- Teori Umum (sesuai dengan materi eksperimen)
- Teori Teknis (sesuai dengan materi eksperimen)

BAB III : PROSEDUR DAN HASIL EKSPERIMEN

- A. Persiapan Eksperimen
 1. Obyek dan variabel eksperimen
 2. Alat dan bahan yang digunakan
 3. Langkah-langkah penyiapan eksperimen
- B. Pelaksanaan eksperimen
 1. Langkah-langkah eksperimen
 2. Hasil eksperimen

BAB IV : KESIMPULAN DAN SARAN

- A. Kesimpulan
- B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN :

- A. Data rincian eksperimen
- B. Foto pelaksanaan eksperimen
- C. Bukti pendukung lainnya

Bukti Fisik dan Besaran Angka Kredit

- a. Laporan cara pembuatan dan penggunaan alat/mesin dilengkapi dengan gambar/foto karya teknologi tersebut dan lain-lain yang dianggap perlu.
- b. Laporan cara pembuatan dan penggunaan media pembelajaran dan bahan ajar interaktif berbasis komputer dilengkapi dengan hasil pembuatan media pembelajaran/bahan ajar tersebut dalam cakram padat (compact disk).
- c. Laporan hasil eksperimen/percobaan sains/ teknologi dilengkapi dengan foto saat melakukan eksperimen dan bukti pendukung lainnya.
- d. Laporan hasil pengembangan metodologi/evaluasi pembelajaran karya sains/teknologi dilengkapi dengan buku/naskah/instrumen hasil pengembangan.
- e. Lembar pengesahan/ Pernyataan dari kepala sekolah/ madrasah bahwa karya sains/teknologi tersebut dipergunakan di sekolah atau di lingkungan masyarakat.



Besaran angka kredit karya teknologi tepatguna sebagai berikut. Kategori kompleks diberikan angka kredit 4. Kategori sederhana diberikan angka kredit 2. Angka kredit diberikan setiap kali diusulkan dan dapat dilakukan oleh perorangan atau tim.

No	Menemukan Teknologi Tepat Guna (Karya Sains dan Teknologi)	Angka kredit
1	Kategori kompleks	4
2	Kategori sederhana	2

PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN ALAT PERAGA PRAKTIK (APP) IPA SEDERHANA (BUATAN SENDIRI)

Pada kegiatan ini disajikan contoh merancang (desain), pembuatan, dan menggunakan APP IPA sederhana berkaitan pengembangan alat peraga praktik IPA untuk Sekolah Menengah Atas.

A. RESPIROMETER SEDERHANA

1. Dasar Teori

Udara yang keluar masuk paru-paru pada waktu melakukan pernapasan biasa disebut udara pernapasan (udara tidal). Volume udara pernapasan pada orang dewasa lebih kurang 500 ml. Setelah kita melakukan inspirasi biasa, kita masih bisa menarik napas sedalam-dalamnya. Udara yang dapat masuk setelah mengadakan inspirasi biasa disebut udara komplementer, volumenya lebih kurang 1500 ml.

Udara yang dapat dikeluarkan setelah ekspirasi biasa disebut udara suplementer, volumenya lebih kurang 1500 ml. Walaupun mengeluarkan napas dari paru-paru dengan sekuat-kuatnya ternyata dalam

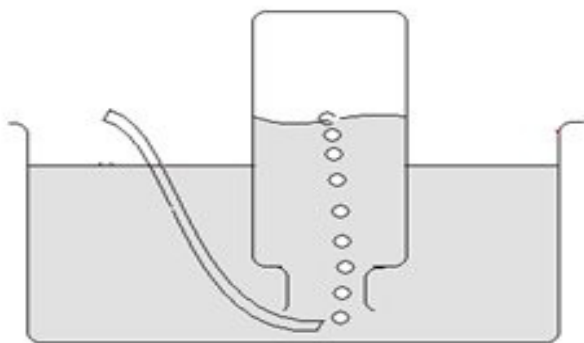
paru-paru masih ada udara disebut udara residu. Volume udara residu lebih kurang 1500 ml. Jumlah volume udara pernapasan, udara komplementer, dan udara suplementer disebut kapasitas vital paru-paru.

Spirometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kapasitas udara pernapasan pada manusia. Prinsip pengukuran dalam spirometer berbeda-beda bergantung bentuk tipe, dan spesifikasi alat. Ada spirometer yang mengukur kapasitas udara pernapasan menggunakan grafik sehingga dapat dilihat volume udara komplementer, suplementer, dan tidalnya. Ada juga spirometer yang menggunakan turbin yang sudah diberi skala tertentu sehingga jika udara pernapasan ditiupkan maka turbin akan bergerak dan dapat dilihat volume udara yang terbaca pada skala turbin.

2. Tujuan Pembuatan Alat

- Mengukur volume udara pernafasan pada manusia

3. Desain Alat





Gambar 3.1. Spirometer Sederhana

4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan spirometer sederhana ini terdiri atas :

- a. Galon
- b. Selang Plastik
- c. Baskom
- d. Air

5. Prosedur Kerja

- a. Isilah botol besar yang telah diberi skala dengan air hingga penuh. Tutuplah mulut botol, balikkan dan masukkan ke dalam bak berisi air. Masukkan pipa melalui mulut botol, ujung pipa lain masukkan ke dalam mulut. Sebelum pipa dimasukkan ke mulut, tarik napas sekuat-kuatnya dan setelah pipa masuk mulut, embuskan napas sekuat-kuatnya. Udara

tersebut akan mengalir melalui pipa kemudian masuk ke dalam botol terbalik.

- b. Tutup kembali mulut botol, keluarkan botol dari bak air, letakkan dalam keadaan tegak. Ukurlah tinggi air dalam botol dan berilah tanda dengan spidol pada botol!
- c. Isilah botol tersebut sampai penuh dengan air!
- d. Dengan menggunakan gelas ukur, catatlah berapa volume air yang ditambahkan tersebut! Volume air tersebut merupakan volume udara yang menunjukkan kapasitas vital paru-paru.
- e. Ukur juga kapasitas vital paru-paru teman kalian! Catatlah datanya!

6. Pengamatan

- a. Berapa rata-rata kapasitas vital paru-paru siswa perempuan?
- b. Berapa pula rata-rata kapasitas vital paru-paru siswa laki-laki?
- c. Apakah kapasitas vital paru-paru setiap orang sama? Mengapa demikian?

7. Pertanyaan

- a. Apakah arti dari kapasitas vital paru-paru?
- b. Faktor-faktor apa yang mempengaruhi perbedaan kapasitas vital paru-paru setiap orang?
- c. Mengapa pada saat diembuskan permukaan air dapat turun? Bagaimana hubungan antara turunnya permukaan air dengan volume udara pernapasan?

- d. Kapasitas paru-paru memiliki arti penting bagi manusia. Identifikasikan beberapa aktivitas manusia yang sangat dipengaruhi oleh kapasitas paru-paru!
- e. Frekuensi pernapasan siswa laki-laki lebih tinggi daripada siswa perempuan. Benarkah pernyataan tersebut? Jelaskan!

B. ALAT FERMENTASI SEDERHANA

1. Dasar teori

Dalam keadaan normal, respirasi seluler organisme dilakukan melalui proses fosforilasi oksidatif yang memerlukan oksigen bebas. Sehingga hasil ATP respirasi sangat tergantung pada pasokan oksigen yang cukup bagi selnya. Tanpa oksigen elektronegatif untuk menarik elektron pada rantai transport elektron, fosforilasi oksidatif akan terhenti. Akan tetapi, fermentasi memberikan suatu mekanisme sehingga sebagian sel dapat mengoksidasi makanan dan menghasilkan ATP tanpa bantuan oksigen. Misalnya, pada tumbuhan darat yang tanahnya tergenang air sehingga akar tidak dapat melakukan respirasi aerob karena kadar oksigen dalam rongga tanah sangat rendah.

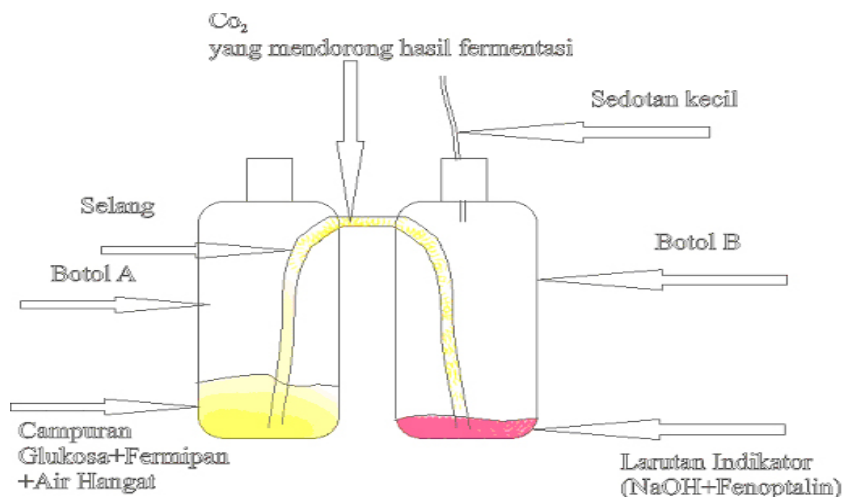
Secara prosedural, fermentasi merupakan suatu perluasan glikolisis yang dapat menghasilkan ATP hanya dengan fosforilasi tingkat substrat sepanjang terdapat pasokan NAD^+ yang cukup untuk

menerima elektron selama langkah oksidasi dalam glikolisis. Mekanisme fermentasi tidak dapat mendaur ulang NAD^+ dari NADH karena tidak mempunyai agen pengoksidasi (kondisi anaerob). Sehingga yang terjadi adalah NADH melakukan transfer elektron ke piruvat atau turunan piruvat. Berikut bahasan terhadap dua macam fermentasi yang umum yaitu fermentasi alkohol dan fermentasi asam laktat.

2. Tujuan Pembuatan

- Mengamati peristiwa fermentasi, dengan perantara larutan indikator yang bersifat basa.

3. Desain Alat



Gambar 3.2. Alat Fermentasi Sederhana

4. Alat dan Bahan

- a. Botol plastik air mineral volume 250 ml yang memiliki tutup sebanyak 2 buah.
- b. Selang plastik 1 meter
- c. Paku/jarum berukuran besar.
- d. Korek api.
- e. Lilin
- f. Sedotan kecil
- g. Glukosa
- h. Fermipan
- i. Fenoptalin/eosin/methilen blue
- j. Air kapur.
- k. Kertas label

5. Prosedur Pembuatan Alat Fermentasi Sederhana

Pembuatan alat fermentasi sederhana tersusun sebagai berikut :

- Tutup botol plastik air mineral dilubangi menggunakan jara yang telah dipanasi dengan lilin. Untuk memudahkan dalam melubanginya sebaiknya tutup botol tetap melekat pada mulut botol.
- Menandai kedua botol plastik menggunakan kertas label sebagai gelas A dan gelas B. Kemudian memasukan selang plastik ke dalam botol plastik tersebut. Selang plastik yang dimasukan diusahakan tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah.



6. Prosedur Kerja Alat

- Pada gelas A dimasukan campuran glukosa dan fermipan sedangkan pada gelas B dimasukan fenolptalin dengan air kapur. Campuran air kapur dengan fenoptalin tersebut menghasilkan warna merah. Untuk mengeluarkan gas-gas lain yang yang tidak diperlukan dalam praktikum ini, pada gelas B dimasukan sedotan plastik kecil.
- Campuran glukosa dan fermipan akan mengalami reaksi kimia dan menghasilkan gelembung air pada campuran fenoptalin dan air kapur.
- Mencatat hasil pengamatan pada lembar pengamatan.

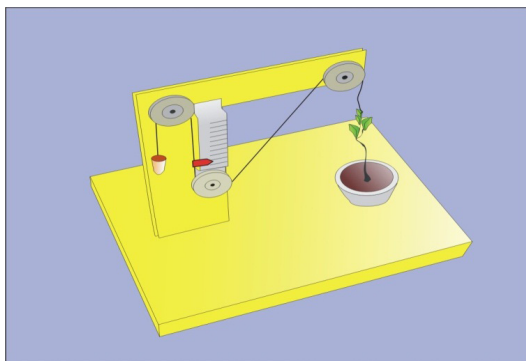
C. AUKSANOMETER SEDERHANA

1. Fungsi dan Prinsip kerja Alat

Auksanometer adalah suatu alat untuk mengukur pertumbuhan memanjang suatu tanaman, yang terdiri dari system katrol yang dilengkapi jarum penunjuk pada busur skala atau jarum yang dapat menggaris pada silinder pemutar (Ensiklopedi Biologi, 2003:17). Oleh karena itu guru diharapkan mampu memodifikasi media yang dapat difungsikan seperti alat tersebut. Media yang dapat dibuat tidak sama persis dengan auksanometer yang sebenarnya, tetapi dapat digunakan siswa untuk melihat pertumbuhan

memanjang suatu tanaman. Media tersebut dinamai dengan Model Auksanometer Sederhana.

2. Desain Alat



Gambar3.3. Alat Auksonometer

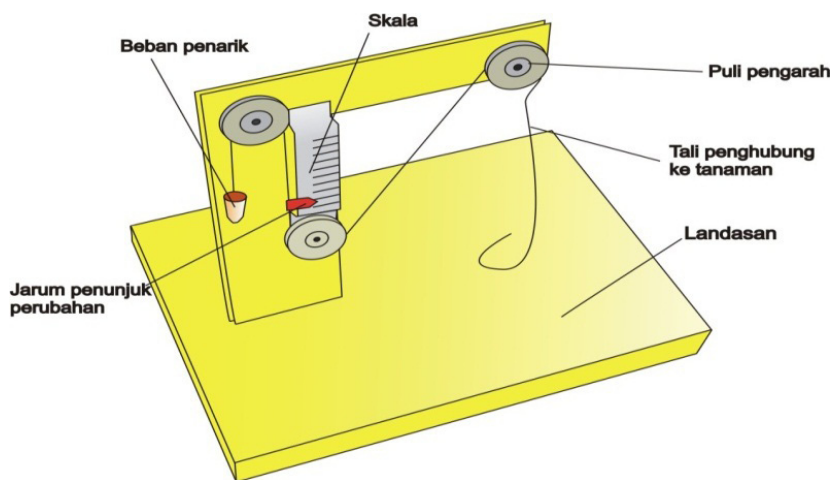
3. Alat dan Bahan

Alat / Bahan	Jumlah
Papan ukuran 30cm x 15cm x 1,5cm	1 lembar
Papan ukuran 30cm x 3cm x 15cm	2 lembar
Penggulung joran kail	1 buah
Triplek dibuat seperti busur derajat diameter 30cm	1 buah
Silinder bekas baterai kecil	1 buah
Benang	1 utas
Penghalus kayu	1 buah
Gergaji potong	1 buah
Ampelas kayu	1 lembar

Cat kayu transparan atau vernis	1 kaleng kecil
Spidol permanen	1 buah
Busur derajat plastik	1 buah
Penggaris plastik	1 buah
Mur dan baut	Secukupnya

4. Prosedur Pembuatan Alat

- Haluskan permukaan seluruh papan dengan ketam dan potong sesuai dengan ukuran di atas.
- Amplas seluruh permukaan papan dan lakukan pengecatan
- Buat skala ukuran derajat pada triplek yang berbentuk busur.
- Rakit seluruh bahan seperti gambar berikut



Gambar.3.4. Alat Auksonometer

5. Langkah Kegiatan

Auksanometer digunakan untuk mengamati perubahan panjang tanaman. Gunakanlah tanaman yang cepat tumbuh seperti tumbuhan jenis kacang-kacangan. Cara menggunakan auksanometer sederhana adalah sebagai berikut:

Ikatkan ujung benang yang bebas pada tangkai daun paling ujung tanaman.

1. Posisikan jarum penunjuk pada angka nol dan ujung pemberat pada skala mistar nol.
2. Usahakan pemberat tergantung bebas
3. Karena pertumbuhan tanaman maka jarum akan bergerak naik dan pemberat bergerak turun.
4. Lakukan pengamatan terhadap jarum penunjuk dan turunnya pemberat setiap hari pada waktu yang sama, selama beberapa hari yang ditetapkan
5. Hasil pengamatan dapat ditulis dalam bentuk tabel.



6. Pengamatan

No	Hari Ke-	Perubahan		Keterangan
		Jarum Penunjuk ($^{\circ}$)	Turunnya Pemberat (cm)	
1	Pertama			
2	Kedua			
3	Ketiga			
4	Keempat			
5	Kelima, dst			

D. BIOREAKTOR MINI PENGHASIL BIOGAS

1. Dasar Teori

Salah satu permasalahan lingkungan yang umum ditemukan dalam kehidupan manusia diantaranya adalah penimbunan sampah yang tidak terkendali. Baik di kota-kota besar maupun di pedesaan, sering kali kita temukan masalah tersebut. Segala macam aktivitas manusia, pasti menghasilkan suatu bahan sisa (Sampah) yang tidak bermanfaat lagi jika tidak diolah. Sampah tidak hanya dihasilkan oleh industri besar saja, tetapi rumah tangga, sekolah, kampus, juga dapat kita temukan sampah.

Manusia merasa terganggu oleh adanya penimbunan sampah tersebut. Jadi kita berusaha

untuk mencari solusi bagaimana caranya agar sampah tersebut tidak menumpuk. Salah satu jalan keluarnya yaitu dengan cara membinasakan sampah tersebut. Tetapi, Pengolahan yang tidak tepat justru dapat membuat masalah baru. Contohnya, pembakaran sampah yang dilakukan secara besar-besaran dapat menimbulkan pencemaran udara dan tanah. Jika hal ini terus dilakukan, maka sistem pernafasan akan terganggu, air tanah akan tercemar, dan masalah-masalah lainnya yang masih dapat terjadi. Oleh sebab itu, kita harus mendapatkan cara yang tepat dalam mengolah sampah ini. Salah satunya dengan menggunakan bioreaktor. Alat ini bertujuan untuk mengolah sampah organik menjadi biogas. Dengan alat ini, diharapkan bisa mengurangi penimbunan sampah, sehingga udara dan tanah tidak semakin tercemar.

2. Desain Alat



Gambar.3.5. Bioreaktor

3. **Alat dan Bahan**

- a. Tong plastik lengkap dengan tutupnya (kapasitas 42 liter)
- b. Keran satu buah
- c. Kasa atau jaring
- d. Segel dari karet
- e. Sampah organik

4. **Prosedur Pembuatan**

- a. Sediakan tong sampah plastik dan lubangi bagian pinggir bawah tabung setinggi kurang lebih 1 cm dari dasar (diameter lubang disesuaikan dengan diameter pipa keran)
- b. Pasang keran di lubang tersebut
- c. Letakan kasa/jaring, kurang lebih 12 cm dari dasar tong

5. **Langkah Kegiatan**

- a. Masukkan sampah organik dalam keadaan basah ke dalam bioreaktor.
- b. Tutuplah bioreaktor tersebut dengan rapat dan pastikan tidak ada celah sedikitpun. Tujuannya adalah agar bakteri anaerob yang terdapat pada sampah, dapat melakukan proses pembusukan.
- c. Biarkan sampah dapur membusuk di dalam bioreaktor selama 20 hari. Selama proses pembusukan tersebut, bakteri pembusuk akan menghasilkan gas metana (CH_4) sebagai hasil dari proses metabolisme bakteri.

- d. Setelah 20 hari, Gas metana ini dapat kita peroleh dengan cara membuka keran yang telah di pasang pada bioreaktor. Gas ini dapat menjadi biogas yang berfungsi sebagai energi alternatif pengganti LPG (Liquid Petroleum Gas).

E. MODEL STRUKTUR DNA

1. DASAR TEORI

Susunan kimia DNA adalah sebuah makromolekul yang kompleks. Molekul DNA disusun oleh dua rantai polinukleotida yang amat panjang, satu rantai polinukleotida terdiri atas rangkaian nukleotida, sebuah nukleotida tersusun atas :

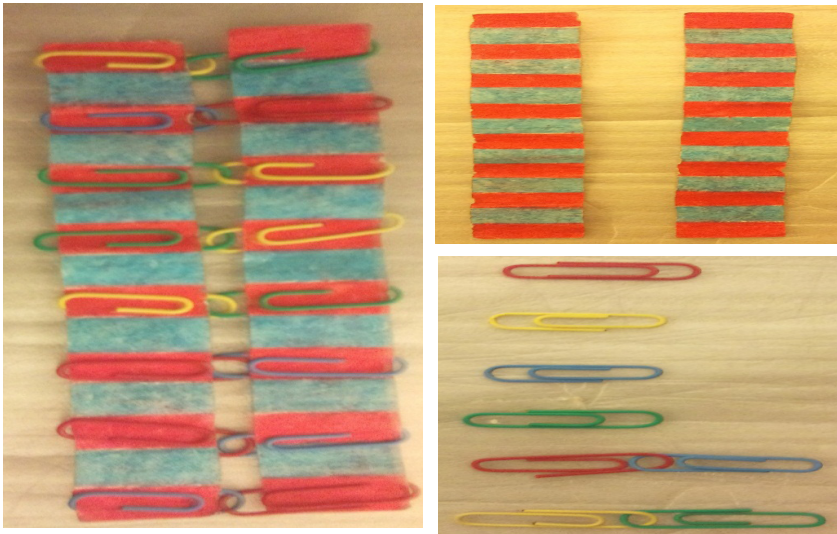
- a. Gugus gula deoksiribosa (gula dengan lima atom karbon atau pentosa)
- b. Gugus asam fosfat (fosfat terikat pada C yang kelima dari gulapentosa)
- c. Gugus basa nitrogen (gugus ini terikat pada C yang pertama dari gula pentosa)

Basa nitrogen dapat digolongkan menjadi dua, yaitu basa purin dan basa pirimidin. Basa purin terdiri atas Adenin (A) dan Guanin (G), sedangkan basa pirimidin terdiri atas Timin (T) dan sitosin (S).

2. TUJUAN

- a. Menjelaskan struktur DNA
- b. Menyusun model struktur DNA

3. DESAIN ALAT



Gambar.3.6. Model Struktur DNA

4. ALAT DAN BAHAN :

- a) Klip kertas berwarna merah, kuning, hijau dan biru masing-masing 6 buah
- b) Kertas karton putih ukuran 2 x 25 cm sebanyak 2 buah
- c) Pinsil warna merah dan biru

5. CARA KERJA

- a) Warnai karton berselang seling dengan warna yang berbeda berjarak 1 cm, masing-masing menunjukkan Phosfat dan Gula deoksiribosa
- b) Penjepit kertas/klip warna sebagai lambang Basa nitrogen pada DNA, misal Merah (Adenin), Kuning (Guanin), Hijau (Sitosin) dan Biru (Timin)
- c) Tempatkan 12 Basa nitrogen (Klip) dengan urutan A T T C G G A A T G G C pada salah satu potongan karton
- d) Buat pasangan dari basa tersebut dengan meletakkan klip berwarna pada potongan karton lainnya
- e) Kaitkan klip yang berpasangan tadi hingga membentuk seperti rangkaian anak tangga

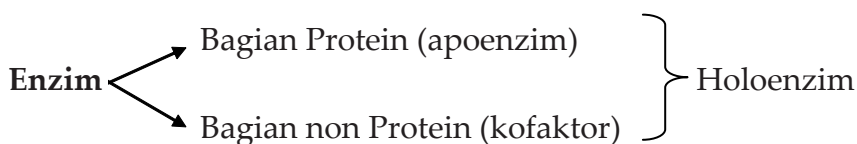
6. BAHAN DISKUSI

- a) Apa saja gugs penyusun dari sebuah DNA?
- b) Sebutkan 4 macam basa nitrogen penyusun DNA!
- c) Gambarkan struktu DNA di ata dalam bentuk diagram! disebut model apakah struktur DNA ini?
- d) Tuliskan jenis ikatan yang menghubungkan basa purin dan pirimidin!

F. MODEL ENZIM

1. Dasar Teori

Enzim merupakan kualitas yang berada ditubuh organism hidup, oleh karena itu Enzim memiliki sifat Biokatalisator. Enzim memiliki struktur sebagai berikut :



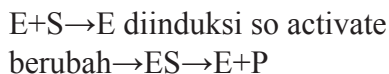
KOFAKTOR memiliki macam-macam diantaranya adalah Koenzim, gugus prostetik, juga Ion loga Enzim bersifat juga spesifik mampu bekerja bulak balik dan memiliki nama khusus mekanisme enzim dalam bekerja ada 2 teori yaitu :

- a. *Lock and Keys theory*. yang dikemukakan Emil Fisher.

Teori ini dapat digambarkan sebagai berikut:

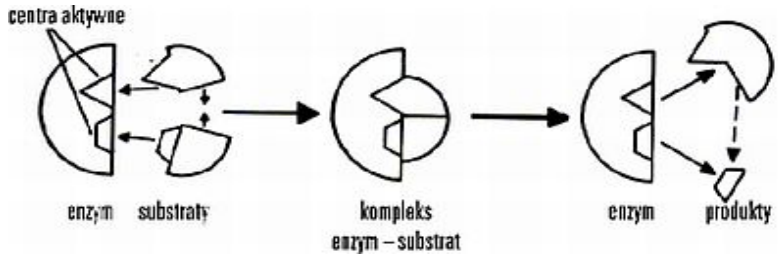


- b. *Induced Fit Theory*, yang dikemukakan oleh Daniel Koshland. Teori ini dapat ditulis sebagai berikut:

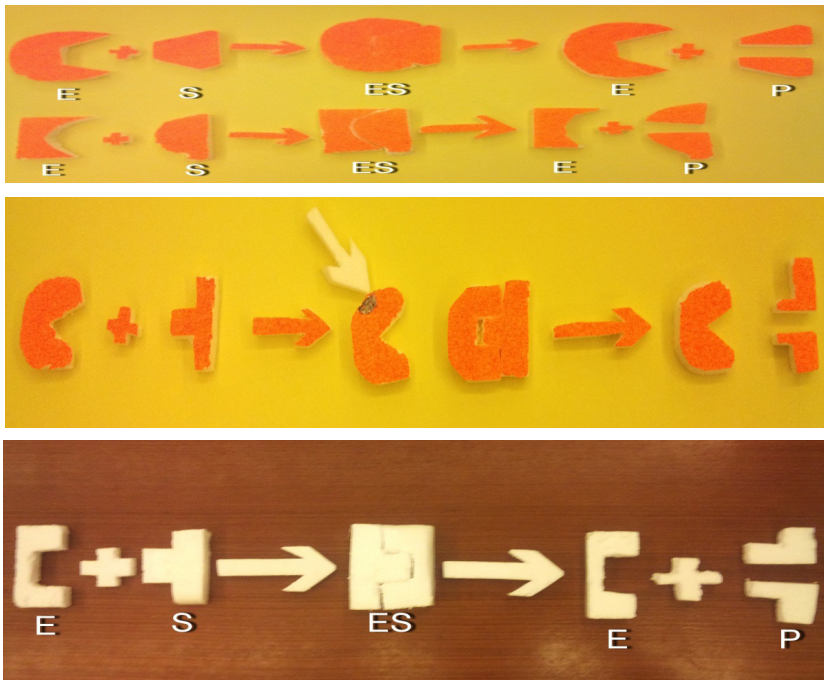


Adapun keterangan hurufnya adalah:

E=Enzim, S=Substrat, ES=Enzim Substrat,
P=Produk



2. Desain Alat



Gambar.3.7. Model Reaksi Enzim Substrat

3. **Alat dan Bahan**

- a. 5 set puzzle (di dalamnya ada 7 potongan bagian penjelasan enzim, tanda reaksi berupa tambah dan panah)
- b. Alas karton/kardus
- c. Massage papper (untuk kode keterangan)
- d. Lembar kertas deskripsi hasil seting puzzle

4. **Cara Kerja**

- a. Ambilah satu model enzim dari 5 yang disediakan secara acak
- b. Rakitlah model puzzle enzim yang diambil diatas karton /kardos
- c. Berilah keterangan untuk tiap bagian dengan menggunakan massege paper (boleh kode sepertipada teori)
- d. Deskripsikan hasil rakitan tersebut dan tulis pada kertas, kemudian simpan dibawahnya
- e. Hasil dari butir d dipamerkan
- f. Anggota kelompok memulai kelompok lain secara bergiliran, berilah komentar Benar atau salah (jika salah beri alasannya) komentar ini ditulis dan ditempelkan didekat lembar deskripsi waktu dibatasi maximal 3 menit
- g. Tiap kelompok memberi argumentasi atas komentar kelompok lain dalam forum diskusi

5. **Pertanyaan**

- a. Hasil raktan kelompokmu termasuk pada teori apa?

- b. Tuliskan reaksi secara singkat hasil dari kerja kelompokmu?
- c. Bagaimana komentar kelompok lain terhadap hasil kerja kelompokmu?
- d. Buatlah kesimpulan dari kegiatan di atas?

G. MODEL REKAYASA GENETIK MELALUI KLONING

1. Dasar Teori

Pemanfaatan organisme, sistem, atau proses biologis untuk meningkatkan potensi produk dan jasa yang dihasilkan suatu organisme melalui Ilmu-ilmu yang digunakan dalam bioteknologi :

- Mikrobiologi, contohnya fermentasi pada minuman anggur dan roti hasil bioteknologi tradisional.
- Biologi sel, contohnya manipulasi atau rekayasa DNA pada tanaman.
- Genetika, contohnya Rekayasa Genetik
Sekumpulan teknik yang memungkinkan peneliti untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan melipatgandakan suatu fragmen DNA dalam bentuk murninya.
- Biokimia, contohnya Mikroorganisme penghasil obat, seperti :
 - Antibiotik penisilin, sefalosporin, tetrasiklin
 - Vaksin





A

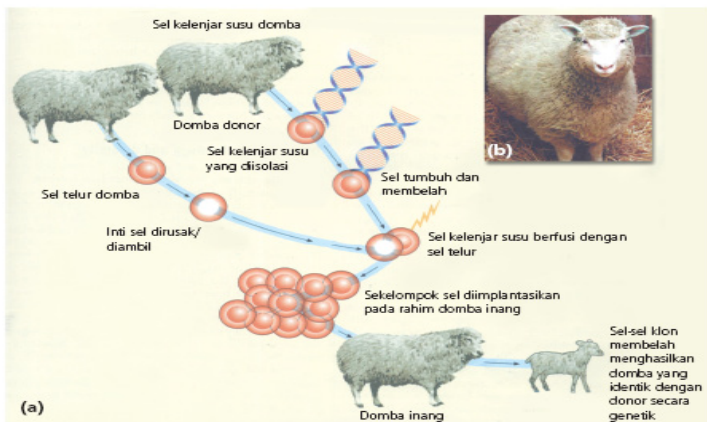


B

Gambar 3.8.

- A. Penggunaan Mikroba pada penerapan Bioteknologi Tradisional,
- B. Tanaman Kapas tahan hama hasil rekayasa genetika pada penerapan Bioteknologi Modern

2. Desain Alat



Gambar3.9.Model Kloning Domba Dolly

3. Alat dan Bahan

- a. Tiga buah Boneka Domba dengan Warna dan ukuran yang berbeda
- b. Tiga buah Bola plastik ukuran berbeda
- c. Alat suntik plastik
- d. *Cutter* atau gunting
- e. Alat-alat tulis

4. Cara Kerja

- a. Siapkan 2 buah boneka domba sebagai induk yang sudah dikosongkan bagian perutnya untuk diisi bola, kedua boneka seharusnya berbeda warnanya, misalnya satu putih untuk inang dan satu hitam untuk pendonor.
- b. Siapkan satu boneka domba untuk keturunannya yang warnanya sama dengan pendonor (hitam)
- c. Sel telur dari inang dilambangkan dengan bola yang berwarna merah besar.
- d. Sel pendonor dilambangkan dengan bola putih yang ukurannya lebih kecil dari bola merah
- e. Sel telur domba putih diinjeksikan seolah-olah diambil inti selnya
- f. Inti sel pendonor (diambil dari kelenjar susu) dimasukkan ke dalam sel telur yang telah kosong
- g. Sel telur yang terisi inti sel pendonor dimasukkan kembali ke dalam rahim domba inang, selanjutnya bereplikasi menjadi beberapa sel telur yang baru (mengalami tahapan perkembangan morula-blastula dan gastrula).
- h. Tumbuh dan berkembang menjadi sel anak yang identik dengan pendonor sel



- i. Dilahirkan anak-anak domba yang identik dengan domba pendonor sel

5. **Bahan Diskusi**

- a. Apa perbedaan dari Bioteknologi Tradisional dengan Bioteknologi Modern?
- b. Bagaimana hasil akhir dari percobaan Transfer Inti Sel Pendonor (kelenjar susu) Domba Dolly pada proses Kloning?
- c. Apa yang menjadi kesimpulan mu dengan adanya Bioteknologi dalam berbagai Bidang Pertanian dan Peternakan?

H. **MODEL KERANGKA MANUSIA**

1. **Dasar Teori**

Organ gerak manusia ada dua macam, yaitu otot dan rangka. Gerakan kita sebenarnya merupakan hasil kerja sama dari rangka dan otot. Dalam tubuh ada 206 tulang. Secara umum, fungsi rangka adalah sebagai :

- a. Sebagai Alat Gerak Pasif
- b. Tempat Melekatnya Otot Rangka
- c. Memberi Bentuk Tubuh
- d. Memberi Kekuatan dan Menunjang Tegaknya Tubuh
- e. Melindungi Organ Tubuh yang Lemah
- f. Tempat Pembentukan Sel Darah

Pada dasarnya kerangka manusia dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

a. Rangka Aksial

Rangka ini merupakan rangka yang tersusun dari tulang tengkorak, tulang belakang, tulang rusuk (iga) dan tulang dada.

a. Tulang Tengkorak (Kranium)

Tulang tengkorak tersusun dari 22 tulang yang membentuk satu kesatuan dan berfungsi untuk melindungi organ-organ tubuh yang berada di bagian kepala, misalnya mata, telinga dalam, dan otak.

b. Tulang Belakang (Vertebrae)

Manusia bisa berdiri tegak, karena memiliki tulang belakang. Tulang belakang ini bersifat kuat tetapi lentur. Tulang belakang bertugas menopang hampir dua pertiga dari berat badan. Tulang belakang ini juga berfungsi untuk melindungi saraf-saraf tulang belakang. Ruas tulang belakang manusia berjumlah 33 buah. Tulang-tulang tersebut membentuk suatu kesatuan memanjang yang membentuk sumbu tubuh dan menopang tubuh



c. Tulang Rusuk/Iga (Costae)

Penyusun tulang rusuk berjumlah 12 pasang

d. Tulang Dada (Sterum)

Tulang dada terdiri atas tulang-tulang yang berbentuk pipih

b. Rangka Apendikuler

Rangka apendikuler merupakan rangka yang tersusun dari Tulang Bahu

- 1) Tulang Panggul (Pelvis)
- 2) Tulang Anggota Gerak Atas
- 3) Tulang Anggota Gerak Bawah

2. Tujuan

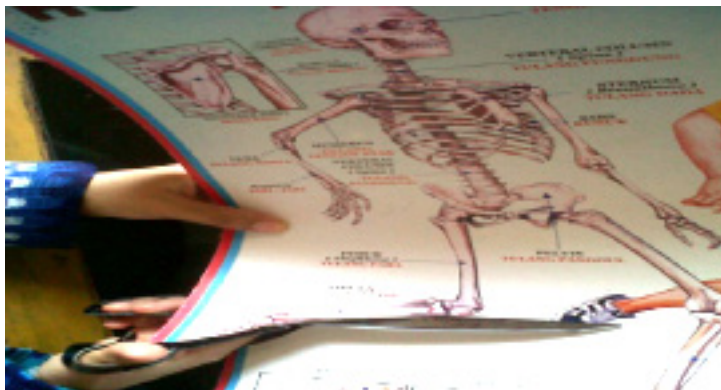
- Siswa dapat mengenal nama dan bentuk - bentuk tulang
- Siswa dapat menyusun rangkaian rangka tulang

3. Alat dan Bahan yang dibutuhkan

- a) Gambar Model gambar rangka
- b) Pembolong kertas (ferforator)
- c) Gunting
- d) Kancing jepret

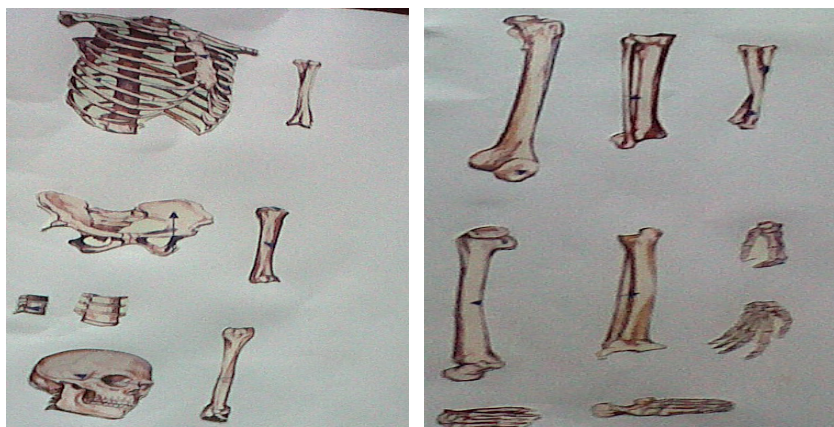
4. Cara pembuatan Alat

- a) Potong gambar kerangka dengan menggunakan gunting di garis luarnya, bagian demi bagian



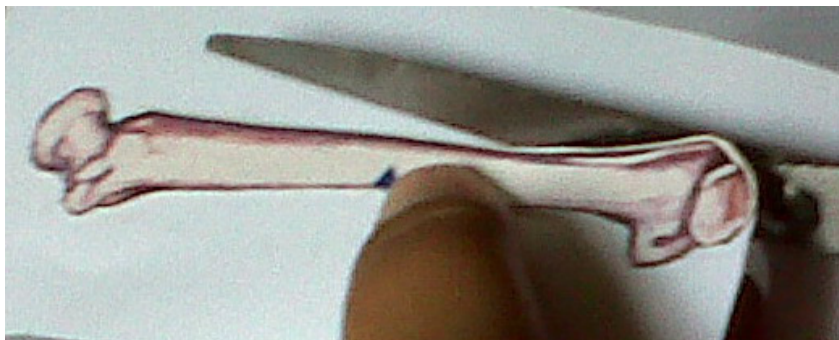
Gambar 3.10. Proses Pembuatan Model Rangka

- b) Tempelkan potongan-potongan gambar pada kertas karton yang tebal supaya lebih kuat



Gambar 3.11. Komponen-Komponen Rangka Manusia

- c) Gunting karton tersebut mengikuti pola potongan rangka, lebihkan ukuran karton di kedua ujungnya tulang untuk menempatkan kancing jepret



Gambar 3.12. Proses Pembuatan Model Rangka

- d) Beri tanda untuk menempatkan kancing jepret di kedua ujung potongan rangka



Gambar 3.13. Proses Pembuatan Model Rangka

- e) Lubangi semua tanda bagian tulang penghubung dengan pembolong kertas
- f) Pasang kancing di lubang yang telah dibuat
- g) Pasangkan kerangka yang telah dipasang kancing sehingga menjadi kerangka yang utuh



Gambar 3.14. Rangka Manusia Lengkap

5. Kegiatan

- a. Isilah tabel di bawah ini dengan nama tulang, tipe tulang dan penyusun bagian rangka

No	Nama Tulang	Jenis Tulang	Penyusun bagian
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

Susunlah rangkaian tulang yang tersedia menjadi gambaran rangka manusia yang utuh

I. PUZZLE RESPIRASI AEROB

1. Dasar Teori

Katabolisme adalah reaksi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim. Penguraian senyawa ini menghasilkan atau melepaskan energi berupa ATP yang biasa digunakan organisme untuk beraktivitas.

Katabolisme mempunyai dua fungsi, yaitu menyediakan bahan baku untuk sintesis molekul

lain, dan menyediakan energi kimia yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas sel. Reaksi yang umum terjadi adalah reaksi oksidasi. Energi yang dilepaskan oleh reaksi katabolisme disimpan dalam bentuk fosfat, terutama dalam bentuk ATP (Adenosin trifosfat) dan berenergi elektron tinggi NADH₂ (*Nikotilamid adenindinukleotida H₂*) serta FADH₂ (*Flavin adenin dinukleotida H₂*). Contoh katabolisme adalah respirasi.

Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, katabolisme dibagi menjadi dua, yaitu respirasi aerob dan anaerob. Respirasi aerob adalah respirasi yang membutuhkan oksigen untuk menghasilkan energi. Sedangkan, respirasi anaerob adalah respirasi yang tidak membutuhkan oksigen untuk menghasilkan energi.

2. Alat dan bahan yang diperlukan

- a) Papan tripleks
- b) Gambar Bagan respirasi aerob lengkap
- c) Gergaji / gunting
- d) Lem
- e) Kertas untuk keterangan

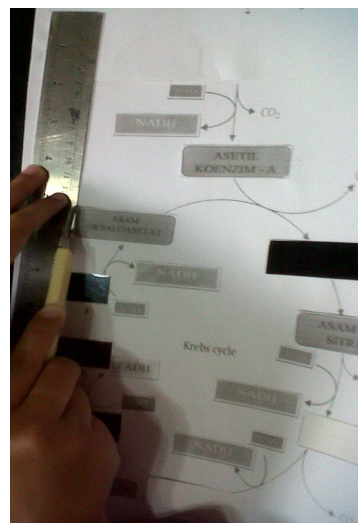
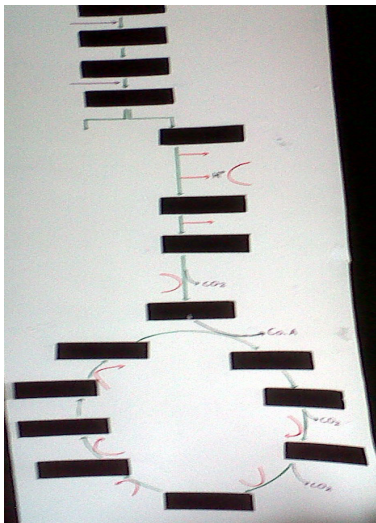
3. Cara membuat

- a) Siapkan gambar rangkaian tahapan proses katabolisme secara lengkap

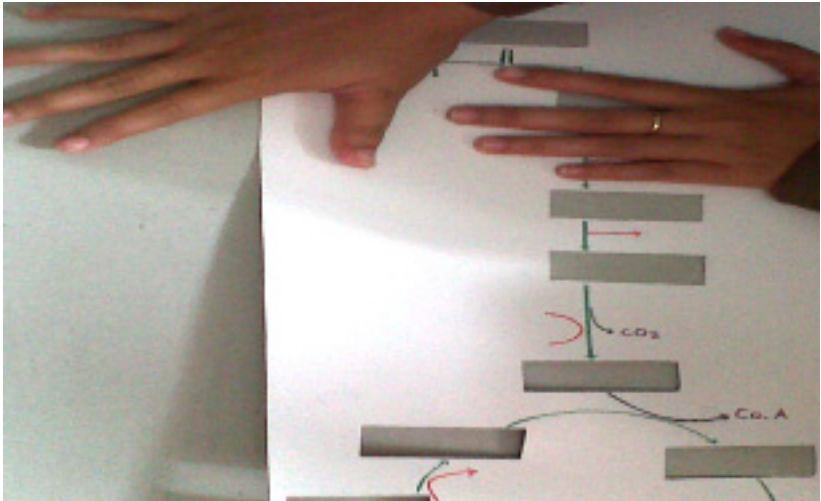




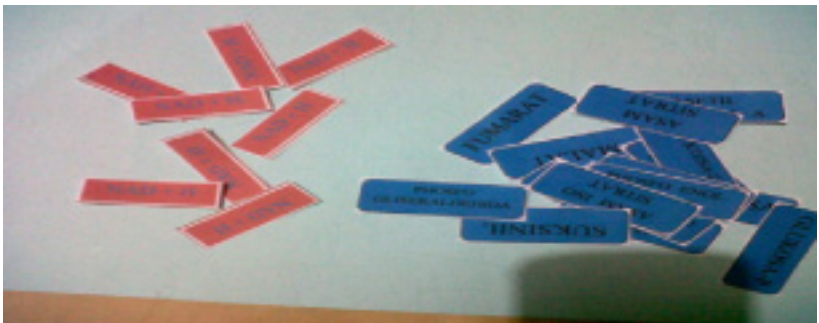
- b) Tempelkan gambar rangkaian tahapan proses katabolisme pada kertas karton tebal/triplek/ styrofoam
- c) Kosongkan/tutup keterangan-keterangan berupa nama senyawa antara dan energi yang dibutuhkan atau energi yang dihasilkan dalam proses tahapan katabolisme tersebut



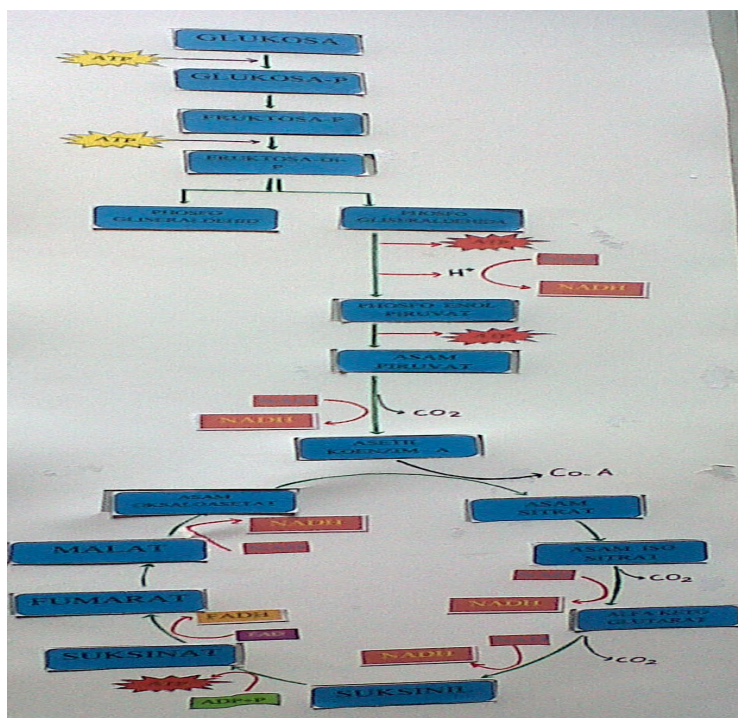
- d) Rangka bagan tersebut jadikan sebagai pola dan tempelkan pada karton tebal/sterofoam atau papan tripleks kemudian potong dengan menggunakan gunting/gergaji



- e) Buat label nama jenis-jenis senyawa penyusun rangkaian katabolisme dengan ukuran yang sama kemudian tempelkan pada kertas karton atau triplek kemudian potong/gunting



f) Tempelkan keterangan yang telah dipotong pada pada rangka bagan katabolisma yang sudah dibuat sehingga membentuk bagian yang jelas



4. Pertanyaan

- Berdasarkan puzzle yang telah disusun, tuliskan rangkaian proses respirasi secara lengkap dan berurutan
- Ada berapa tahapan yang berlangsung pada respirasi secara aerob secara keseluruhan
- Berapa tahap respirasi aerob pada puzzle
- Jelaskan masing-masing tahapan tersebut
- Lengkapi tabel di bawah ini

No.	Nama Proses	Tempat Berlangsungnya	Bahan	Hasil
1				
2				
3				

Dari hasil yang diperoleh pada proses respirasi aerob, senyawa apa sajakah yang dapat dijadikan energi

- 1) Energi siap pakai ...
- 2) Energi harus diolah dulu dalam dalam rantai transfer elektron dan.....

f. Berapa jumlah total enegi yang terbentuk dari proses respirasi aerob secara keseluruhan

J. KARTU RANGKAIAN PROSES MITOSIS DAN MEIOSIS

1. Dasar Teori

Mitosis dan meiosis merupakan pembelahan sel secara tidak langsung, yaitu melalui tahapan-tahapan tertentu, dan ditandai dengan penampakan yang berbeda-beda dari kromosom yang dikandungnya. Pada saat pembelahan sel, kromosom mudah diamati di bawah mikroskop, karena benang-benang kromatin menebal dan memendek serta mudah menyerap warna.

Sebelum sel membelah, sel melakukan persiapan, seperti pembelahan organel organel sel, setelah pembelahan sel selesai, terjadi proses pertumbuhan atau pertambahan sel. Untuk mengetahui proses pembelahan sel tersebut, mari cermati uraian berikut.

2. Tujuan

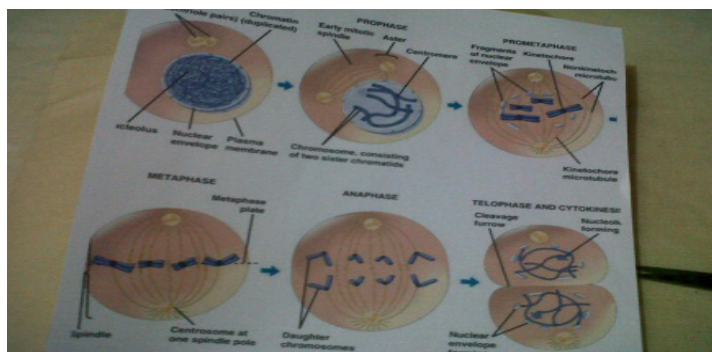
- Memahami tahapan proses Mitosis dan Meiosis

3. Alat dan bahan yang diperlukan

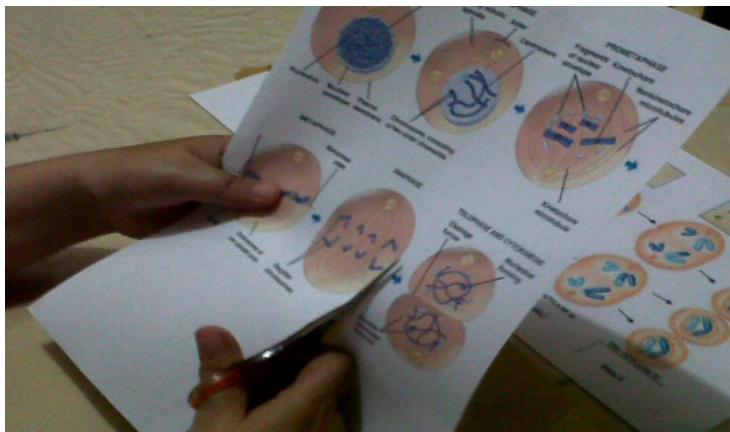
- Papan tripleks / kertas karton yang tebal
- Gambar Proses Mitosis dan Meiosis
- Gunting
- Lem
- Kertas untuk keterangan

4. Cara membuat

- Siapkan rangkaian tahapan proses Mitosis dan Meiosis secara lengkap



b. Gunting gambar tahapan mitosis dan Meiosis



c. Tempelkan pada papan tripleks/karton yang tebal supaya tidak mudah rusak, kemudian potong dengan menggunakan gunting



d. Beri label nomor atau huruf di belakang gambar secara acak

5. **Pertanyaan**

- a. Pada gambar manaterjadi duplikasi kromosom?
Apa nama fasenya?
- b. Bandingkan dan jelaskan, bagaimana keadaan kromosom pada telofase I dan II
- c. Tuliskan perbedaan sel anak hasil meiosis I dan II
- d. Pembelahan reduksi atau meiosis terjadi pada alat-alat reproduksi. Sebutkan tempat terjadinya pembelahan reduksi pada
- e. Hewan
- f. Lumut dan paku
- g. Tmbuhan berbiji
- h. Sebutkan perbedaan antara pembelahan mitosis dan meiosis, tulis dalam bentuk tabel

DEMONSTRASI PERMAINAN DAN PERCOBAAN BIOLOGI UNTUK MEMBANGUN LITERASI BIOLOGI

A. PENDAHULUAN

Agar diperoleh kompetensi yang telah ditentukan dalam mempelajari biologi, siswa sebaiknya diberikan pengalaman belajar yang sesuai dengan kompetensi yang harus dikuasainya. Mempelajari Biologi bertujuan untuk membangun Literasi biologi, prinsip-prinsip pembelajaran Biologi sebaiknya memberikan pengalaman yang nyata bagi siswa yang mempelajarinya, pembelajaran biologi melalui *hands on activity* dan *minds on activity*. Guru sebaiknya dapat merancang kegiatan mempelajari biologi yang sesuai dengan tingkatan perkembangan kognitif siswanya, mengkondisikan pembelajaran sedemikian rupa diharapkan supaya pembelajaran bersifat menyenangkan.

B. LITERASI BIOLOGI

Literasi sains (dalam hal ini Biologi), yaitu kemampuan seseorang untuk menguasai Biologi

mengkomunikasikan biologi (lisan maupun tulisan), serta menerapkan biologi untuk memecahkan masalah sehingga memiliki sikap dan kepekaan yang tinggi terhadap diri dan lingkungannya dalam mengambil keputusan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan biologi (*diadaptasi dari Toharudin dkk, 2011*).

Terdapat tiga dimensi besar Literasi biologi dalam pengukurannya, yakni konten biologi, proses biologi, dan konteks aplikasi biologi. Secara perinci dipaparkan dimensinya berdasarkan PISA pada tahun 2003 sebagai berikut.

1. Kandungan Biologi

Dalam dimensi konsep ilmiah (*scientific concepts*) siswa perlu membentuk konsep (*shaping*) sejumlah konsep esensial untuk dapat memahami fenomena alam (biologi) tertentu dan perubahan-perubahan yang terjadi akibat kegiatan manusia. Hal ini merupakan gagasan besar pemersatu yang membantu menjelaskan aspek-aspek lingkungan fisik.

2. Proses Literasi Biologi

Proses Literasi biologi dalam PISA mengkaji kemampuan untuk menggunakan pengetahuan dan pemahaman ilmiah, seperti kemampuan peserta didik untuk mencari, menafsirkan dan memperlakukan bukti-bukti. Terdapat lima proses semacam itu, yakni: mengenali pertanyaan ilmiah (i), mengidentifikasi bukti (ii), menarik kesimpulan (iii), mengkomunikasikan kesimpulan (iv), dan menunjukkan pemahaman konsep ilmiah (v).

3. Konteks Literasi Biologi

Konteks literasi biologi diarahkan kepada kehidupan sehari-hari dari pada kelas atau laboratorium. Sebagaimana dengan bentuk-bentuk literasi lainnya, konteks melibatkan isu-isu yang penting dalam kehidupan secara umum seperti juga terhadap kepedulian pribadi.

C. HAKEKAT IPA (BIOLOGI)

Ilmu pengetahuan alam (termasuk biologi) sering pula disebut sains. Sebagai ilmu, sains memiliki sifat dan karakteristik unik yang membedakannya dari ilmu lainnya. Keunikan sains itu dinyatakan sebagai hakikat IPA. Hakikat sains sebenarnya adalah landasan filosofis untuk menjawab secara benar pertanyaan apakah sebenarnya sains. Sains adalah pengetahuan yang sudah diuji-cobakan kebenarannya secara empiris melalui metode ilmiah. Dengan demikian peran metode ilmiah terhadap diterimanya sebuah pengetahuan sangat penting atau sama dengan metode ilmiah merupakan ciri khusus yang menjadi identitas dari IPA (Biologi).

Sains merupakan suatu cara penyelidikan yang mencoba sampai ke informasi dunia kita (alam semesta) dengan menggunakan metode pengamatan dan mengajukan hipotesis yang telah teruji dan didasarkan pada pengamatan. Dalam kamus Webster, sains didefinisikan sebagai suatu cabang ilmu yang berkenaan dengan pengamatan dan pengelompokan fakta-fakta

serta terutama dengan pembentukan atau lebih tepat dengan formulasi kuantitatif dari hukum-hukum umum yang dapat diverifikasi terutama dengan menggunakan pendekatan induktif dan deduktif. Sains adalah kumpulan sistematis dan ilmu pengetahuan. Definisi seperti ini merujuk pada definisi sains sebagai sebuah produk. Istilah yang sejak lama dipakai seperti ini merujuk sebagai produk yang meliputi konsep, simbol dan konsepsi. Selain sebagai produk ilmu pengetahuan juga dapat dipandang sebagai proses ilmiah dan sebagai prosedur.

Biologi merupakan pengetahuan ilmiah, yaitu pengetahuan yang telah mengalami pengujian kebenarannya melalui metode ilmiah, dengan ciri objektif, metodik, sistematis, universal, dan tentatif. Biologi merupakan ilmu yang pokok bahasannya makhluk hidup beserta seluk beluknya. Biologi merupakan upaya yang dilakukan manusia secara sistematis, terorganisasi, dan terstruktur sebagai proses kreatif yang didorong oleh rasa ingin tahu, keteguhan hati, dan ketekunan yang dapat diperiksa kembali oleh orang lain secara berulang-ulang dan sebagai hasilnya adalah penjelasan tentang rahasia alam yang diungkap dalam bentuk kumpulan fakta-fakta, definisi, konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan teori ilmiah. Dengan demikian mempelajari biologi bagi siswa adalah belajar yang dapat membangun tiga unsur utama, sebagai berikut.

1. **Sikap**; rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar;

2. **Proses;** prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah; metode ilmiah meliputi penyusunan hipotesis, perancangan eksperimen atau percobaan, evaluasi, pengukuran dan penarikan kesimpulan;
3. **Produk;** berupa fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum; aplikasinya adalah berupa penerapan metode ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

D. MEMPELAJARI BIOLOGI SEBAGAI PROSES

Biologi sebagai proses adalah suatu aktifitas ilmiah para ahlinya. Setiap aktivitas ilmiah mempunyai ciri-ciri rasional, kognitif dan bertujuan. Aktifitas seseorang dalam menguasai biologi memerlukan keterampilan berbuat dan berpikir untuk mengolahnya. Melaksanakan aktifitas ilmiah merupakan kegiatan terbaik yang dapat dipayungi oleh sebuah kegiatan yang bernama penelitian atau pengamatan (praktikum). Biologi sebagai proses merupakan suatu aktifitas proses baik psikomotor maupun kognitif. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menyatakan biologi sebagai aktifitas kognitif.

E. MEMPELAJARI BIOLOGI SEBAGAI PROSEDUR

Prosedur yang digunakan didalam penyelidikan biologi sangat beragam namun hal yang paling sederhana untuk gambaran prosedur adalah: masalah—hipotesis — prosedur — data — kesimpulan. Walaupun demikian

sesungguhnya para ilmuwan tidak selalu sampai pada kesimpulan final, yang dilakukan adalah *questioning* — investigasi — mengajukan hipotesis — data — kesimpulan sementara - *questioning* — investigasi — mengajukan hipotesis — data — kesimpulan sementara, secara terus menerus dalam setiap kegiatan dan semua tingkatan.

Unsur penting dalam biologi adalah pengujian-pengujian atas kesimpulan hasil penyelidikan. Suatu fakta yang telah diselidiki melalui sebuah eksperimen akan lebih sempurna dengan adanya pengujian terhadap fakta tersebut. Tindakan penyelidikan baik itu dari fakta menjadi sebuah kesimpulan maupun dari kesimpulan menjadi kesimpulan yang lebih signifikan diuji melalui metode ilmiah. Apakah metode ilmiah itu?

Metode ilmiah adalah prosedur dalam mendapatkan produk biologi. Metode adalah suatu prosedur atau cara memperoleh produk yang mempunyai langkah-langkah sistematis. Metodologi adalah suatu pengkajian dalam mempelajari peraturan-peraturan yang terdapat pada metode tersebut. Jadi, metodologi ilmiah adalah pengkajian dari peraturan-peraturan yang terdapat dalam metode.

Tidak semua pengetahuan dapat disebut ilmu sebab ilmu merupakan pengetahuan yang cara mendapatkannya harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Syarat-syarat yang harus dipenuhi agar suatu pengetahuan dapat disebut ilmu atau dikatakan ilmiah adalah:

1. **Objektif**, artinya pengetahuan itu sesuai dengan objeknya atau didukung metodik fakta empiris;
2. **Metodik**, artinya pengetahuan itu diperoleh dengan menggunakan cara-cara tertentu yang teratur dan terkontrol;
3. **Sistematik**, artinya pengetahuan itu disusun dalam suatu sistem di mana satu sama lain saling berkaitan dan saling menjelaskan, sehingga seluruhnya merupakan satu kesatuan yang utuh;
4. **Berlaku umum**, artinya pengetahuan itu tidak hanya berlaku atau dapat diamati oleh seseorang atau beberapa orang saja, tetapi semua orang dengan cara eksperimentasi yang sama akan memperoleh hasil yang sama atau konsisten.

Pengetahuan yang didapat melalui metode ilmiah diharapkan mempunyai karakteristik tertentu, yakni sifat rasional dan teruji, sehingga memungkinkan tubuh pengetahuan yang disusun merupakan pengetahuan yang dapat diandalkan. Dalam hal ini, metode ilmiah menggabungkan cara berpikir deduktif dan cara berpikir induktif dalam membangun tubuh dan pengetahuannya. Pengetahuan yang didapat dari hasil penelitian diharapkan menghasilkan kebenaran pengetahuan. Pengetahuan selalu bertujuan mencari kebenaran namun pengetahuan tidak dapat membawa dalam kebenaran mutlak. Suatu saat pengetahuan itu benar tetapi dilain waktu kebenarannya diragukan. Hanya ilmu Tuhanlah yang mempunyai kebenaran mutlak.

Pengetahuan yang benar bisa didapatkan dengan pendekatan non ilmiah serta pendekatan ilmiah. Pendekatan ilmiah didasarkan pada teori yang berkembang melalui penelitian yang sistematis dan terkontrol berdasarkan data empiris. Supaya suatu metode yang digunakan dalam penelitian disebut metode ilmiah, maka metode tersebut harus mempunyai kriteria sebagai berikut: berdasarkan fakta, bebas dari prasangka (bias), menggunakan prinsip-prinsip analisis, menggunakan hipotesis, menggunakan ukuran objektif, dan menggunakan teknik kuantitatif. Garis besar dari serangkaian langkah eksperimen yang dilakukan oleh peneliti untuk menjawab berbagai macam pertanyaan disebut *metode ilmiah*. Pada dasarnya, tidak ada ilmuwan yang melakukan penelitian sama persis, tetapi tentu saja ada aturan-aturan atau langkah-langkah umum yang sama. Langkah-langkah ini disebut langkah-langkah metode ilmiah, yang meliputi:

1. ***Perumusan Masalah***, yang dimaksud dengan masalah di sini merupakan pertanyaan apa, mengapa, atau bagaimana tentang objek yang diteliti yang jelas batas-batasnya serta dapat diidentifikasi faktor-faktor yang terkait di dalamnya.
2. ***Penyusunan Kerangka Berpikir dalam Pengajuan Hipotesis***, merupakan argumentasi yang menjelaskan hubungan yang mungkin terdapat antara berbagai faktor yang saling berkait dan membentuk konstelasi permasalahan. Kerangka berpikir ini disusun secara rasional berdasarkan premis-premis ilmiah yang telah teruji kebenarannya dengan memperhatikan faktor-faktor empiris yang relevan dengan permasalahan.

3. ***Perumusan Hipotesis*** merupakan jawaban sementara atau dugaan jawaban pertanyaan yang diajukan materinya. Juga merupakan kesimpulan dari kerangka berpikir yang dikembangkan.
4. ***Pengujian Hipotesis*** merupakan langkah pengumpulan fakta-fakta yang relevan dengan hipotesis yang diajukan untuk memperhatikan apakah terdapat fakta-fakta yang mendukung hipotesis tersebut atau tidak.
5. ***Penarikan Kesimpulan*** merupakan penilaian apakah hipotesis yang diajukan itu ditolak atau diterima. Bila dalam proses pengujian terdapat fakta yang cukup mendukung hipotesis, maka hipotesis itu diterima. Sebaliknya, jika dalam proses pengujian tidak terdapat fakta yang cukup mendukung hipotesis, maka hipotesis itu ditolak. Hipotesis yang diterima kemudian dianggap menjadi bagian dari pengetahuan ilmiah sebab telah memenuhi persyaratan keilmuan, yakni mempunyai kerangka penjelasan yang konsisten dengan pengetahuan ilmiah sebelumnya dan telah teruji kebenarannya. Pengertian kebenaran di sini harus ditafsirkan secara pragmatis, artinya bahwa sampai saat ini belum terdapat fakta yang menyatakan sebaliknya.

Keunggulan metode ilmiah terkandung dalam sifat objektif, metodik, sistematis, dan berlaku umum yang merupakan ciri khas pengetahuan ilmiah yang akan membimbing kita pada sikap ilmiah yang terpuji, yaitu:

1. Mencintai kebenaran yang objektif, bersifat adil, dan itu semua akan menjurus ke arah hidup yang bahagia;
2. Menyadari bahwa kebenaran ilmu itu tidak absolut, hal ini dapat menjurus ke arah mencari kebenaran itu terus-menerus;
3. Ilmu pengetahuan membimbing kita untuk ingin tahu lebih banyak, ilmu pengetahuan yang kita peroleh tentunya akan sangat membantu pola kehidupan kita untuk tidak berpikir secara prasangka, tetapi berpikir secara terbuka atau objektif, suka menerima pendapat orang lain atau bersikap toleran;
4. Metode ilmiah membimbing untuk tidak percaya begitu saja pada suatu kesimpulan tanpa adanya bukti-bukti yang nyata sehingga kita selalu bersikap optimis, teliti, dan berani membuat suatu pernyataan yang menurut keyakinan ilmiah kita adalah benar.

F. KETERAMPILAN PROSES

Keterampilan proses sains adalah seluruh keterampilan ilmiah yang dapat digunakan untuk menemukan suatu konsep atau prinsip atau teori untuk mengembangkan konsep yang telah ada ataupun untuk melakukan penyangkalan terhadap suatu penemuan. Keterampilan proses sains merupakan keterampilan intelektual yang khas yang digunakan oleh semua ilmuwan serta dapat digunakan untuk memahami fenomena apa saja, dimana keterampilan ini diperlukan untuk

memperoleh, mengembangkan dan menerapkan konsep-konsep, prinsip hukum dan teori-teori sains. Melalui keterampilan proses sains ini seseorang diharapkan dapat mengalami proses sebagaimana yang dialami para ilmuwan dalam memecahkan misteri-misteri alam dan akan menjadi roda penggerak penemuan, pengembangan fakta dan konsep serta penumbuhan dan pengembangan sikap, wawasan dan nilai. Berikut ini adalah keterampilan proses dasar dan keterampilan terintegrasi yang diungkapkan oleh Funk.

1. Keterampilan Proses Dasar

Keterampilan-keterampilan proses dasar adalah bagian-bagian yang membentuk landasan metode-metode ilmiah. Keenam keterampilan tersebut adalah sebagai berikut.

a. Pengamatan (*observation*)

Kemampuan mengamati merupakan keterampilan paling dasar dalam proses dan memperoleh ilmu serta hal terpenting untuk mengembangkan keterampilan proses yang lain. Mengamati merupakan tanggapan terhadap berbagai objek dan peristiwa alam dengan panca indera. Dengan observasi, peserta didik mengumpulkan data tentang tanggapan-tanggapan terhadap objek yang diamati. Kegiatan mengamati terdiri dari dua jenis yaitu secara kualitatif menggunakan panca indera dan pengamatan secara kuantitatif yaitu dengan menggunakan alat bantu yang sudah dibakukan seperti termometer untuk mengetahui suhu,

penggaris untuk mengetahui panjang suatu objek, dan lain-lain.

b. Pengklasifikasian (*Classification*)

Sejumlah besar objek, peristiwa, dan segala yang ada dalam kehidupan di sekitar, lebih mudah dipelajari apabila dilakukan dengan cara menentukan berbagai jenis golongan. Menggolongkan dan mengamati persamaan, perbedaan dan hubungan serta pengelompokan objek berdasarkan kesesuaian dengan berbagai tujuan. Keterampilan mengidentifikasi persamaan dan perbedaan berbagai objek peristiwa berdasarkan sifat-sifat khususnya sehingga didapatkan golongan atau kelompok sejenis dari objek peristiwa yang dimaksud.

c. Pengkomunikasian (*Communication*)

Manusia mulai belajar pada awal-awal kehidupan bahwa komunikasi merupakan dasar untuk memecahkan masalah. Keterampilan menyampaikan sesuatu secara lisan maupun tulisan termasuk komunikasi. Mengkomunikasikan dapat diartikan sebagai menyampaikan dan memperoleh fakta, konsep, dan prinsip ilmu pengetahuan dalam bentuk suara, visual, atau suara dan visual. Contoh membaca peta, tabel, grafik, bagan, lambang-lambang, diagram, demonstrasi visual.

d. **Pengukuran (*Measurement*)**

Mengukur dapat diartikan sebagai membandingkan yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Keterampilan dalam menggunakan alat dalam memperoleh data dapat disebut pengukuran.

e. **Penyimpulan (*Inference*)**

Melakukan inferensi adalah menyimpulkan. Ini dapat diartikan sebagai suatu keterampilan untuk memutuskan keadaan suatu objek atau peristiwa berdasarkan fakta, konsep dan prinsip yang diketahui.

f. **Peramalan (*Prediction*)**

Prediksi merupakan keterampilan meramal yang akan terjadi, berdasarkan gejala yang ada. Keteraturan dalam lingkungan kita mengizinkan kita untuk mengenal pola dan untuk memprediksi terhadap pola-pola apa yang mungkin dapat diamati. Memprediksi dapat diartikan sebagai mengantis Sainssi atau membuat ramalan tentang segala hal yang akan terjadi pada waktu mendatang, berdasarkan perkiraan pada pola atau kecenderungan tertentu, atau hubungan antara fakta, konsep, dan prinsip dalam pengetahuan.

Keenam keterampilan di atas terintegrasi ketika seorang ilmuwan merancang dan mengadakan sebuah eksperimen. Enam keterampilan dasar di



atas sangat penting dalam kedudukannya sebagai keterampilan mandiri sebagaimana pentingnya ketika berkedudukan sebagai keterampilan terintegrasi.

2. Keterampilan Proses Terintegrasi

Keterampilan terintegrasi merupakan perpaduan dua kemampuan keterampilan proses dasar atau lebih. Keterampilan terintegrasi terdiri atas:

- a. Identifikasi variabel, yaitu keterampilan mengenal ciri khas dari faktor yang ikut menentukan perubahan
- b. Identifikasi tabulasi, yaitu keterampilan penyajian data dalam bentuk tabel, untuk mempermudah pembacaan hubungan antar komponen (penyusunan data menurut lajur-lajur yang tersedia)
- c. Identifikasi berupa grafik, keterampilan penyajian dengan garis tentang turun naiknya sesuatu keadaan.
- d. Deskripsi hubungan variabel merupakan keterampilan membuat sinopsis/pernyataan hubungan faktor-faktor yang menentukan perubahan.
- e. Perolehan dan proses data merupakan keterampilan melakukan langkah secara urut untuk memperoleh data.
- f. Analisis penyelidikan merupakan keterampilan menguraikan pokok persoalan atas bagian-bagian

dan terpecahkannya permasalahan berdasarkan metode yang konsisten untuk mencapai pengertian tentang prinsip-prinsip dasar.

- g. Merumuskan hipotesis, merupakan keterampilan merumuskan dugaan sementara.
- h. Keterampilan melakukan percobaan untuk membuktikan suatu teori/penjelasan berdasarkan pengamatan dan penalaran.

G. SAINS SEBAGAI PRODUK

Sains sebagai produk ilmiah dapat berupa pengetahuan-pengetahuan sains yang didapat dari bahan ajar, makalah-makalah ilmiah, buku-buku teks, artikel ilmiah, serta pernyataan-pernyataan para ahli sains berupa teori, postulat, hukum dan lain-lain. Secara umum produk sains dapat dibagi menjadi: fakta, konsep, lambang, konsepsi atau penjelasan dan teori. Ketika seorang ilmuwan mengamati fenomena alam mereka memperoleh sejumlah fakta dan informasi tentang hal-hal yang terkait dengan fenomena tersebut. Selanjutnya mereka membangun konsep-konsep Sains berupa sebuah kata atau gabungan dua kata atau lebih. Misalnya panas, suhu, massa, panas jenis, volume, massa jenis, gerak berubah beraturan dan lain-lain. Untuk memudahkan komunikasi antar para ilmuwan atau antara ilmuwan dengan masyarakat pengguna ilmu pengetahuan maka mereka menggunakan lambang atau simbol seperti Q untuk simbol panas dan T untuk simbol suhu. Penjelasan para ahli tentang suatu fenomena disajikan dalam bentuk deskripsi yang dinyatakan dengan

konsep-konsep yang telah ada sebelumnya dan hubungan antar konsep yang terjadi. Definisi merupakan salah satu bentuk deskripsi formal dari suatu konsep. Hubungan antar konsep disusun berupa teori, hukum, atau rumus sains.

Deskripsi seseorang terhadap konsep-konsep sains sering diberi label konsepsi. Ada konsepsi ilmuwan ada konsepsi guru ada konsepsi peserta didik dan adapula konsepsi para penulis buku ajar. Konsepsi ilmuwan adalah konsepsi yang paling jelas dengan disertai penjelasan yang lengkap dan teruji oleh penyelidikan-penyelidikan. Sedangkan konsepsi yang belum jelas dan tidak duduknya pada teori atau kenyataan yang sebenarnya disebut miskonsepsi.

Produk nyata dari sains adalah berupa konsep-konsep yang teruji kebenarannya yang pada akhirnya berguna untuk memecahkan permasalahan masalah manusia melalui teknologi yang dikembangkan oleh manusia. Konsep Sains akan menjadi dasar bagi terbentuknya pola pikir manusia dalam memecahkan masalah. Hukum, teori, postulat, dan segala bentuk produk Sains menjadi dasar utama bagi pembuatan peralatan yang diperlukan oleh manusia (teknologi). Teknologi yang dikembangkan tidak akan pernah terlepas dari konsep Sains. Sehingga teknologi yang berangkat dari sains sekaligus akan dapat memecahkan masalah manusia yang diungkapkan oleh konsep sains dari fakta. Berikut ini adalah beberapa produk sains:

1. Hukum

Pengertian hukum dalam Sains: Merupakan suatu pernyataan yang mengungkapkan adanya hubungan gejala alam yang konsisten. Karena kekonsistennannya dari gejala-gejala alam inilah maka dapat disusun suatu pernyataan yang dikenal dengan hukum. Selanjutnya hukum dapat digunakan landasan untuk menerangkan gejala berikutnya. Formulasi hukum-hukum sains bermacam-macam, dari yang sangat sederhana sampai yang kompleks.

2. Teori

Pengungkapan sebuah teori dalam sains itu dalam bentuk hukum. Teori merupakan deskripsi matematis, penjelasan logis hipotesis yang telah diverifikasi atau suatu model interaksi dalam suatu fenomena alam yang telah dibuktikan kebenarannya. Fakta dan teori memiliki kepastian ataupun konsistensi dalam menjelaskan fenomena yang terjadi meskipun kelihatannya berbeda.

3. Postulat

Postulat adalah suatu anggapan dasar atas kejadian yang teramati yang sudah dianggap benar sehingga anggapan tersebut tidak lagi dipertanyakan oleh orang yang menggunakan anggapan tersebut. Terdapat hubungan antara hukum, teori dan postulat. Hukum berfungsi untuk mengungkapkan suatu fakta yang terjadi sedangkan teori menjelaskan fakta tersebut terjadi sedangkan postulat merupakan anggapan dasar yang memungkinkan untuk fakta tersebut terjadi.

4. Prinsip atau Azas

Pengertian: adalah sebagai suatu pernyataan yang mengandung kebenaran yang bersifat mendasar dan berlaku umum. Prinsip memiliki fungsi sebagai landasan kebenaran suatu hukum, misalnya prinsip aksi reaksi melandasi hukum Boyle dan hukum Archimedes.

H. SAINS SEBAGAI NILAI

1. Nilai-nilai Sosial

Nilai etik dan estetika dapat terlihat terutama pada proses ilmuwan menetapkan sebuah kebenaran yang objektif pada tempat yang paling utama. Nilai etik dari sains akan tampak pada hubungan yang saling percaya dan menjunjung tinggi kebenaran bagi sesama ilmuwan. Temuan masa lalu yang kurang tepat akan mendapatkan jembatan untuk menuju kebenaran, bahkan antar ilmuwan tidak segan berbagi ilmu dan kebenaran. Kejujuran akan sangat dijunjung tinggi dalam tradisi keilmuan, tidak jarang kita melihat terdapat hukum yang diakui oleh ilmuwan baru dari ilmuwan-ilmuwan meski mereka berasal dari berbagai belahan bumi yang berbeda. Sentimen rasialis dibuang jauh-jauh dari tradisi keilmuan. Siapapun yang mengungkapkan kebenaran akan dijunjung tinggi. Nilai estetika dalam sains, keindahan alamiah alam semesta terletak pada keteraturan, keseimbangan dan keserasian setiap komponen penyusunnya, sains

bertujuan mengungkapkan keteraturan, keseimbangan dan keserasian alam dengan cara sederhana sehingga manusia mudah memahami alam. Dengan harapan bahwa setelah manusia mengetahui perihal tersebut maka manusia tidak akan merusaknya atau manusia mampu menyelesaikan masalahnya tanpa menimbulkan masalah baru bagi kehidupan manusia itu sendiri. Maka akan wajar seorang ilmuwan tidak akan pernah merusak hutan. Keharmonisan hubungan antar manusia dengan alam akan selalu terjaga karena hukum keseimbangan akan selalu berlaku bagi hubungan manusia dan alam.

2. Nilai moral atau nilai humaniora

Keharmonisan alam akan terwujud selagi fungsi kesetimbangan alam tetap terjaga. Maka untuk memelihara hal tersebut sangat diperlukan penggunaan konsepsi-konsepsi sains sebagai wujud dari memelihara kesetimbangan alam. Untuk itu nilai moral akan sangat diperlukan dalam usaha-usaha menjaga keharmonisan tersebut. Tindakan amoral terhadap semesta. Temuan Sains berupa konsepsi yang konsisten pada aturan-aturan alamiah. Sehingga khalayak akan dapat memahami keteraturan tersebut pasti ada yang mengaturnya tidak terjadi begitu saja. Imbas yang diharapkan dari hal ini adalah sikap percaya pada kekuatan di atas alam semesta ini yaitu Sang Pencipta. Toleransi atau dapat saling menghargai, dikalangan ilmuwan hubungan saling percaya terjaga dengan baik. Kepercayaan akan timbul dari metode-metode ilmiah yang secara tidak sengaja terbentuk untuk membuktikan suatu fakta dari sebuah

eksperimen. Metode ilmiah akan selalu diakui oleh para ilmuwan. Tradisi inilah yang selalu menjaga kepercayaan antar ilmuwan. Imbasnya adalah lahirnya sikap ilmiah.

Sikap ilmiah pada dasarnya adalah sikap yang diperlihatkan oleh para ilmuwan saat mereka melakukan kegiatan sebagai seorang ilmuwan. Dengan perkataan lain kecenderungan individu untuk bertindak atau berperilaku dalam memecahkan masalah sistematis melalui langkah-langkah ilmiah. Seorang peneliti harus mengembangkan sikap ilmiah yang dipaparkan sebagai berikut.

1. Rasa Ingin Tahu

Selalu bertanya-tanya tentang berbagai hal. Jika menghadapi suatu masalah yang baru diketahuinya maka ia akan berusaha untuk mengetahuinya banyak mengajukan pertanyaan tentang objek dan peristiwa yang terjadi. menggunakan alat indera sebanyak mungkin dalam menyelidiki suatu masalah. Selalu bersungguh-sungguh serta bersemangat ketika melakukan suatu percobaan.

2. Jujur (Objektif)

Seorang ilmuwan melihat sesuatu sebagaimana adanya objek dan selalu menjauhkan bias pribadi dan tidak dikuasai pikirannya sendiri. Seorang ilmuwan harus melaporkan hasil penelitiannya secara jujur (Objektif). menyatakan apa adanya tanpa dibarengi perasaan ego pribadi. Dalam hal

ini seorang ilmuwan harus sejujurnya melaporkan hasil penelitiannya.

3. Terbuka

Seorang ilmuwan sebaiknya mempunyai pandangan yang sangat luas, terbuka dan bebas dari praduga. Selalu bersedia mendengarkan pendapat dan argumentasi dari orang lain. Ilmuwan akan selalu menghargai setiap gagasan baru untuk diuji sebelum diterima atau ditolak. Seorang ilmuwan tidak akan meremehkan gagasan baru dan selalu terbuka terhadap pendapat orang lain. Selalu bersedia mendengarkan argumen orang lain sekalipun berbeda dengan apa yang diketahuinya.

4. Toleran (Menghargai Orang Lain)

Seorang ilmuwan bersedia mengakui bahwa orang lain mempunyai pengetahuan yang lebih banyak dan mersa dirinya lebih hebat. Mau menerima kebenaran ilmiah penemuan orang lain, dan tidak akan mengakui karya orang lain sebagai karyanya. Dalam hal menambah pengetahuannya mau belajar dari orang lain, bersedia membandingkan pendapatnya dengan orang lain dan tidak memaksakan pendapatnya kepada orang lain. Bersedia menghargai karya orang lain dengan cara menyatakan terima kasih atas keterangan orang lain dan menganggapnya sebagai karya yang orisinal milik orang lain.



5. Tekun

Seorang ilmuwan tidak akan berhenti melakukan percobaan-percobaan sebelum selesai dan bersedia mengulangi percobaan yang dilakukan apabila hasil yang didapat meragukannya. Tidak bosan melakukan percobaan serta pada hal-hal ingin diketahuinya akan bekerja dengan sangat teliti.

6. Optimis

Seorang ilmuwan tidak akan mengatakan segala sesuatu tidak dapat dikerjakan dan diselesaikan. Tetapi dia akan selalu mempunyai harapan dan selalu mengambil kesempatan untuk mencoba dan memikirkannya lagi.

7. Skeptis

Seorang ilmuwan harus bersikap kritis untuk menyimpulkan data yang diperoleh dari percobaan yang dilakukan dengan bukti-bukti yang cukup kuat. Dalam membuat kesimpulan dan mencari kebenaran apa yang dilakukannya akan bersikap hati-hati, ragu dan skeptis.

8. Berani

Seorang ilmuwan harus berani mempertahankan kebenaran, membela fakta atas hasil percobaannya. Selalu melawan semua kesalahan, kepura-puraan, penipuan, kemunafikan dan kebatilan yang akan menghambat kemajuan.

9. Bekerja Sama

Seorang ilmuwan, jika penelitian yang akan dilakukan tidak mungkin untuk dikerjakan sendiri, maka kita harus mampu bekerjasama dengan orang lain. Selain itu, seorang peneliti juga harus bersikap terbuka, yaitu mau menerima pendapat yang benar dari orang lain.

I. KRITERIA PENYUSUNAN LKS

Mewujudkan harapan-harapan kemampuan literasi Biologi bagi siswa memerlukan upaya pengkoneksian dalam pembelajaran untuk itu guru sebaiknya terampil membuat kelengkapan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran berupa Lembar Kerja Siswa (LKS) (*Toharudin:2011*).

Seperangkat LKS yang baik, sebaiknya mencerminkan karakteristik mata pelajaran yang dikembangkan. Oleh sebab itu diperlukan rambu-rambu penyusunan LKS atau kriteria LKS yang menunjang proses pembelajaran Biologi, terutama berkaitan dengan penguasaan literasi Biologi bagi peserta didik. Berikut ini adalah kriteria penyusunan LKS yang dapat dikembangkan guru secara mandiri dalam proses pembelajaran Biologi.

1. Tujuan Penyusunan LKS

- a. Memperkuat dan menunjang tujuan pembelajaran dan ketercapaian indikator dan kompetensi dasar maupun satandar kompetensi yang dirumuskan.

- b. Membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran

2. Bahan

- a. Tersusun logis dan sistematis
- b. Sesuai dengan kemampuan dan tahap perkembangan peserta didik
- c. Bahan merangsang keingintahuan peserta didik
- d. Bahan mutakhir

3. Metode

- a. Memperkaya kegiatan dalam kelas
- b. Memotivasi peserta didik
- c. Pengarahan dan instruksi jelas dan mudah dipahami
- d. Mengembangkan keterampilan proses peserta didik
- e. Mengembangkan kemampuan inkuiri sesuai dengan tahap perkembangan peserta didik
- f. Mengembangkan kemampuan memecahkan masalah
- g. Mengembangkan kemampuan literasi sains bagi peserta didik yang terdiri atas 4 aspek yaitu (1) kemampuan memahami istilah sains, (2) kemampuan membaca dalam sains, (3) kemampuan menulis tentang sains dan (4) kemampuan berbicara dalam sains.
- h. Menanamkan sikap ilmiah melalui proses pembelajaran

4. Evaluasi

- a. Mempunyai cara penilaian penguasaan bahan oleh peserta didik
- b. Cara penilaian LKS praktis, mudah dan cepat
- c. Merangsang *self assessment*

5. Pertimbangan dari sudut kepentingan bagi peserta didik

- a. Menarik minat peserta didik
- b. Atraktif
- c. Menambah keyakinan dan rasa “berhasil” bagi peserta didik
- d. Memotivasi peserta didik
- e. Pemilihan kosa kata dan istilah sains sesuai dengan peserta didik
- f. Merangsang *self assessment*
- g. Hemat biaya

6. Prinsip Penggunaan LKS

- a. Menentukan tujuan Standar Kompetensi, Kompetensi dasar, Indikator dan Tujuan Pembelajaran, lalu peserta disusun rencana pelaksanaan pembelajarannya dalam bentuk RPP.
- b. Memilih secara cermat dan nilai secara teliti pertanyaan, tugas atau latihan dalam LKS apakah sudah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan tahap perkembangan peserta didik.
- c. Setiap tes yang tertuang dalam LKS seyogianya dapat diperiksa dengan cepat agar efektif dan efisien.



- d. Latihan dalam LKS menunjang penguasaan literasi sains peserta didik, penguasaan inkuiri dan menanamkan sikap ilmiah.
- e. Bila kelas heterogen, rancanglah sebuah latihan yang bersifat individual.
- f. Penggunaan LKS bukanlah untuk menggantikan tanggung jawab guru dalam pembelajaran melainkan sebagai sarana untuk mempercepat pencapaian tujuan pembelajaran.
- g. Penggunaan LKS sebaiknya dapat menumbuhkan minat peserta didik terhadap pembelajaran sains melalui diskusi dan pelaksanaan langkah kerja berupa percobaan atau demonstrasi.
- h. Guru sebaiknya memiliki kesiapan dalam pengelolaan kelas berkaitan dengan pengindividualan pengajaran berhubung LKS disusun dengan mempertimbangkan aspek perbedaan individu dan mengembangkan kemampuan *self assessment* bagi peserta didik.

Dalam panduan ini dipaparkan judul-judul dan cara melakukan demonstrasi permainan percobaan Biologi untuk siswa Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah.

J. PERCOBAAN-PERCOBAAN BIOLOGI

Percobaan1: Mengetahui Adanya Kandungan Oksigen Dalam Udara Pernapasan

A. Pendahuluan

Pada udara pernapasan ada udara yang masuk dan ada udara yang dikeluarkan. Susunan atau komposisi udara yang masuk dan udara yang dikeluarkan dalam pernapasan berbeda-beda. Perbedaan komposisi kandungan gas dalam udara terdiri atas nitrogen 79,01%, oksigen 20,95%, karbondioksida 0,04% dan sisanya adalah gas-gas lain. Sedangkan komposisi gas yang keluar dari udara yang pernapasan terdiri atas nitrogen 79,6%, oksigen 18,6%, dan karbondioksida 4,0%.

B. Tujuan:

- Kegiatan ini bertujuan untuk membuktikan kandungan gas oksigen dalam udara yang dikeluarkan pada proses pernapasan

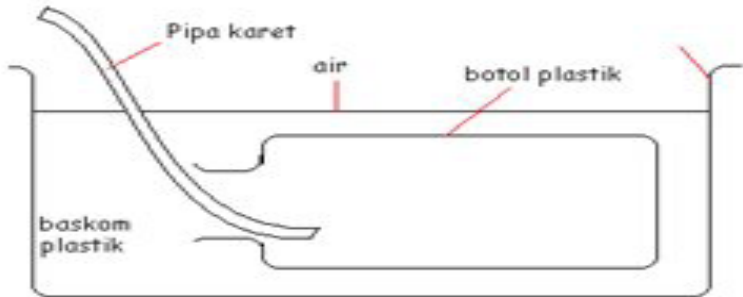
C. Alat dan Bahan

No	Alat / Bahan
1	Baskom Besar
2	Botol Plastik
3	Lilin
4	Air
5	Pipa Karet

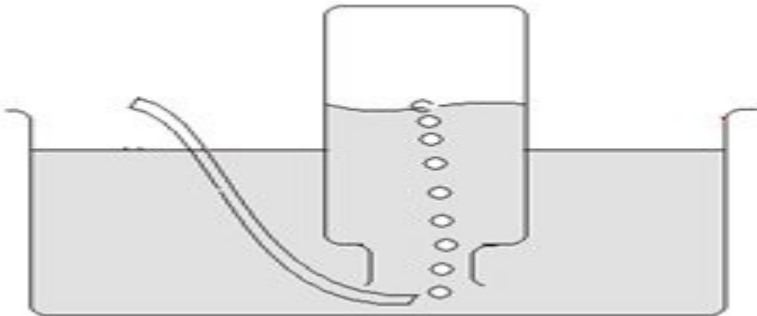


Langkah kegiatan

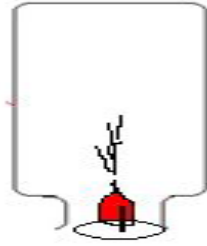
1. Susunlah perangkat eksperimen seperti gambar dibawah ini!



2. Upayakan botol terendam penuh dengan air
3. Tegakkan botol dan mulailah meniup pipa karet hingga air yang ada dalam botol habis



4. Masukkan tangan kedalam air, angkatlah botol dengan telapak tangan menutup mulut botol



5. Nyalakan lilin, dan sungkup dengan botol, upayakan tidak ada gas yang keluar saat menyungkup lilin.

D. Pertanyaan

1. Apa yang terjadi dengan nyala api lilin setelah ditutup dengan botol yang berisi udara pernapasan?
2. Berapa lama nyala api lilin dalam botol dapat bertahan?
3. Mengapa lilin dapat menyala dalam botol?
4. Kapan nyala api lilin akan mati?
5. Rumuskan kesimpulanmu tentang percobaan ini!

Percobaan2 : Isolasi DNA

A. Pendahuluan

DNA (Deoxyribose Nucleic Acid) adalah master molekul (molekul utama) yang mengkode semua informasi yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dalam setiap organisme (Jamilah, 2005). DNA ini tersusun atas 3 komponen utama yaitu gula deoksiribosa,

basa nitrogen dan fosfat yang bergabung membentuk nukleotida (Istanti, 1999). DNA tanaman, seperti halnya DNA pada eukariotik yang lain merupakan DNA linier dengan ukuran yang bervariasi pada tiap jenis tanaman. DNA tanaman mengandung gen-gen yang esensial bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup individu tanaman yang bersangkutan. Oleh karena itu, berbagai teknik molekuler telah dikembangkan untuk memperoleh DNA tanaman agar dapat digunakan untuk lebih dapat memahami karakter biologis dari suatu tanaman dari sudut pandang genetis.

B. Tujuan:

- Dapat melakukan isolasi DNA dari berbagai jenis jaringan

C. Alat dan Bahan

1. ALAT

- Gelas Aqua
- Beaker glass
- Pengaduk
- Saringan
- Blender
- Spatula
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi

2. BAHAN

- Kentang dan Jambu air
- Deterjen
- Aquades
- Garam dapur (NaCl)
- Etanol absolute dingin

D. Langkah kegiatan

1. Kentang dan jambu air 250 gram buah ditambah 250 ml aquades, kemudian diblender selama 1 menit
2. Setelah diblender, buah disaring dengan penyaring biasa, kain saring dan kertas saring sebanyak 5 kali saring
3. Hasil saringan (alikat) dari buah tersebut diletakkan dalam beaker glass
4. Tambahkan 1 sendok deterjen dan 2 spatula NaCl ke dalam 56 ml aquades, diaduk selama 15 menit (jangan sampai membuih)
5. Masukkan 2 ml alikat ditambah 1 ml larutan dari deterjen, NaCl dan aquades diaduk (jangan sampai membuih), masukkan pada tabung reaksi.
6. Tambah 6 ml etanol absolute dingin, teteskan perlahan-lahan melalui dinding tabung reaksi
7. Terus ulangi sebanyak 3 kali
8. Catat waktu awal terbentuknya benang-benang DNA dan bandingkan ketebalan lapisan DNA yang terbentuk setiap perlakuan



E. Pengamatan

Alektot	Warna	Waktu	Bentuk
Jambu Air			
Kentang			

Pertanyaan

- Apa yang dimaksud dengan isolasi DNA?
- Apa fungsi dari penggunaan garam dalam praktikum ini?
- Apakah terjadi perbedaan warna pada setiap perlakuan tersebut? Jelaskan?
- Mengapa pada saat pengadukan harus dilakukan dengan pelan?

Percobaan3: Osmosis terjadi melewati membran semi permeabel

A. Pendahuluan

Seperti dikatakan di atas, bahwa pada dasarnya osmosis termasuk peristiwa difusi. **Osmosis** adalah perpindahan air bergerak melalui membran sel semi permeabel (membran permeabel selektif) ialah air darilarutan encer atau hipotonis (konsentrasi air tinggi, konsentrasi zatpelarut rendah) ke pekat atau hipertonis (konsentrasi air rendah,konsentrasi zat terlarut tinggi).

Membran semi permeabel harus dapat ditembus oleh pelarut, tapi tidak oleh zat terlarut, yang

mengakibatkan gradien tekanan sepanjang membran. Osmosis merupakan suatu fenomena alami, tapi dapat dihambat secara buatan dengan meningkatkan tekanan pada bagian dengan konsentrasi pekat menjadi melebihi bagian dengan konsentrasi yang lebih encer. Gaya per unit luas yang dibutuhkan untuk mencegah mengalirnya pelarut melalui membran permeabel selektif dan masuk ke larutan dengan konsentrasi yang lebih pekat sebanding dengan tekanan turgor. Tekanan osmotik merupakan sifat koligatif, yang berarti bahwa sifat ini bergantung pada konsentrasi zat terlarut, dan bukan pada sifat zat terlarut itu sendiri.

B. Tujuan:

- Membuktikan proses osmosis yang terjadi melalui membran semi permeable.
- Mengukur berapa kecepatan osmosis pada membran telur.

C. Alat dan Bahan

No	Alat	Bahan
1	Sedotan	Telur
2	Lilin	Air
3	Korek api	kecap
4	Lap	
5	Gelas plastik air mineral	
6	Cutter/pisau/ silet	
7	Ampelas	



Langkah Kegiatan

Percobaan 1

- a. Tipiskan permukaan kulit telur pada ujung-ujung telur menggunakan silet/cutter/ampelas supaya mudah melepas kulitnya.
- b. Kemudian buka kulit ekor telur dengan diameter sekitar 1-2 cm, tapi jangan sampai membrannya sobek. Kemudian buat lubang di ujung yang lain, untuk memasukan sedotan, lebarnya pas dengan sedotan.
- c. Tutup celah-celah antara sedotan dengan tetesan lilin.
- d. Kemudian letakkan telur dengan sedotan menghadap ke atas di atas aqua gelas yang telah di lubangi plastik penutupnya, upayakan lubang yang bermembran masuk ke air. Sehingga osmosis dapat berjalan.
- e. Tunggu hingga ada perubahan terhadap cairan dari telur.

Percobaan 2

- a. Tipiskan permukaan kulit telur pada ujung-ujung telur menggunakan silet/cutter/ampelas supaya mudah melepas kulitnya.
- b. Kemudian buka kulit ekor telur dengan diameter sekitar 1-2 cm, tapi jangan sampai membrannya sobek.
- c. Kemudian buat lubang di ujung yang lain, dengan diameter yang agak lebar sekitar 3-4 cm, lalu buang isi telur dan ganti isi telur dengan air jernih. (hati-hati jangan sampai membran telur robek)
- d. Kemudian siapkan gelas yang telah berisi kecap.

- e. Lalu letakkan telur dengan ekor telur/lubang membran di bawah, kedalam kecap.
- f. Namun jangan sampai telur tenggelam, gunakan penahan agar telur tetap berdiri dan tidak tenggelam.
- g. Berilah tanda pada batas permukaan kecap pada dinding gelas.
- h. Perhatikan sampai terjadi perubahan



D. Pengamatan

Perhatikan telur setelah diberi perlakuan

.....

.....

.....

E. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

Pertanyaan

1. Kapanakah osmosis akan berhenti?
2. Berperan sebagai apakah selaput pada telur?

Percobaan 4: Mengetahui Adanya Kandungan Karbondioksida Dalam Udara Pernapasan

A. Pendahuluan

Pada udara pernapasan ada udara yang masuk dan ada udara yang dikeluarkan. Susunan atau komposisi udara yang masuk dan udara yang dikeluarkan dalam pernapasan berbeda-beda. Perbedaan komposisi kandungan gas dalam udara terdiri atas nitrogen 79,01%, oksigen 20,95%, karbondioksida 0,04% dan sisanya adalah gas-gas lain. Sedangkan komposisi gas yang keluar dari udara yang dipernapaskan terdiri dari nitrogen 79,6 %, oksigen 18,6 %, dan karbondioksida 4,0%.

B. Tujuan:

- Membuktikan udara yang dikeluarkan dalam proses pernapasan mengandung karbondioksida

C. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Botol air mineral	2 buah
2	Tutup botol	2 buah
3	Sedotan	4 batang
4	Air kapur	Secukupnya

D. Langkah Kegiatan

1. Susunlah perangkat eksperimen seperti gambar dibawah ini!





2. Isi masing-masing botol dengan air kapur sebanyak 20 ml
3. Tiup sedotan selama 15 detik, bandingkan perubahan yang terjadi pada kedua cairan tersebut
4. Jika setelah 15 detik belum tampak ada perbedaan yang tampak, ulangi lagi dengan waktu 15 detik berikutnya
5. Buatlah kesimpulanmu tentang percobaan ini!

E. Pertanyaan

1. Apakah yang terjadi pada kedua larutan pada botol A dan B?
2. Apa yang menyebabkan air kapur berubah menjadi keruh?

3. Tuliskan bagaimana reaksi kimia yang terjadi antara air kapur dengan udara pernapasan
4. Tuliskan kesimpulanmu tentang percobaan ini!

Percobaan 5: Mengetahui Berbagai Kandungan Dalam Urine

A. Pendahuluan

Pada manusia, urine merupakan hasil sisa metabolisme yang diproduksi dalam ginjal. Susunan kimia cairan tubuh dipertahankan melalui beberapa proses dalam ginjal, yaitu filtrasi plasma darah oleh glomerulus, reabsorpsi secara selektif zat-zat seperti garam, air, gula sederhana, dan asam amino oleh tubulus, serta sekresi zat-zat yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh. Proses ekskresi ini mengikutsertakan penahanan kalium, asam urat, amonia organik, dan ion hidrogen yang berfungsi untuk memperbaiki kemampuan buffer darah dan mengeluarkan zat-zat yang mungkin terjadi.

Urine manusia mengandung beberapa zat hasil ekskresi yang telah dirombak dalam tubuh, zat-zat hasil ekskresi yang terdapat dalam urine akan mempengaruhi pH urine tersebut. Berdasarkan proses pembentukan urine, urine yang sehat tidak mengandung zat-zat hasil ekskresi yang berukuran besar. Jika terjadi disfungsi ginjal karena suatu hal, maka zat-zat hasil ekskresi yang berukuran besar bisa ikut terdapat dalam urine. Beberapa zat-zat hasil ekskresi yang berukuran besar diantaranya adalah protein dan glukosa, untuk mengetahui keberadaan glukosa pada

urin dapat digunakan uji Benedict's, sementara untuk menguji kandungan protein dalam urine dapat digunakan uji Biuret.

B. Tujuan

- Mengukur pH urine
- Memeriksa kandungan glukosa dalam urine
- Memeriksa kandungan protein dalam urine.
- Mengenali bau amonia.

C. Alat dan Bahan

1) Mengukur pH urine

- a) Beker gelas
- b) Urin
- c) Kertas indikator pH

2) Memeriksa kandungan glukosa dalam urin

- a) Beker gelas
- b) Urin
- c) Pipet tetes
- d) Tabung reaksi dan rak tabung reaksi
- e) Larutan Benedict's
- f) Penjepit tabung reaksi
- g) Pembakar spiritus

3) Memeriksa kandungan protein dalam urin

- a) Beker gelas
- b) Urin
- c) Pipet tetes
- d) Tabung reaksi dan rak tabung reaksi
- e) Larutan Biuret

4) Mengenali bau ammonia dari hasil penguraian urea dalam urin

- | | |
|----------------|--|
| a) Urin | d) Tabung reaksi dan rak tabung reaksi |
| b) Beker Gelas | e) Penjepit tabung reaksi |
| c) Pipet tetes | f) Pembakar spirtus |

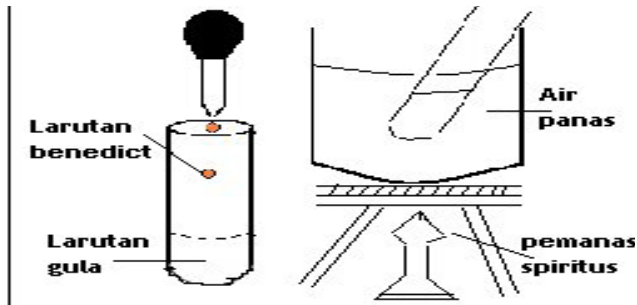
D. Cara Kerja

1) Mengukur pH urin

- Tuangkan sampel urine yang dibawa ke dalam beker gelas
- Masukkan kertas indikator pH universal ke dalam beker gelas yang berisi urine
- Amati perubahan warna pada kertas indikator pH
- Cocokkan warnanya dengan standar pH

2) Memeriksa kandungan glukosa dalam urin

- Masukkan 2 ml urin dari beker gelas ke dalam tabung reaksi.
- Tambahkan 5 tetes larutan Benedict's (5 tetes larutan CuSO_4 lalu 2 ml larutan NaOH) ke dalam tabung reaksi dengan menggunakan pipet, kemudian panaskan hingga mendidih.

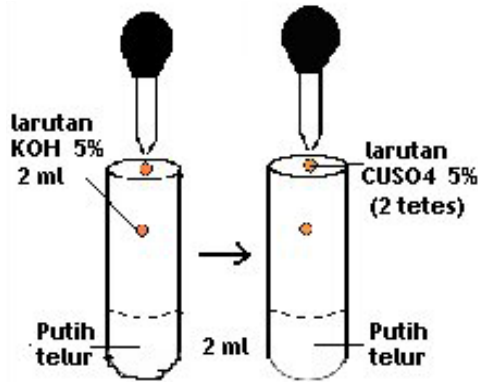


c) Setelah dingin, amati perubahan warna yang terjadi, bila:

- Hijau : kadar glukosa 1,0 %
- Kuning : kadar glukosa 1,5 %
- Orange : kadar glukosa 2,0 %
- Merah : kadar glukosa 5,0 %

3) Memeriksa kandungan protein dalam urin

- a) Masukkan 2 ml urin dari beker gelas ke dalam tabung reaksi.
- b) Tambahkan 5 tetes larutan Biuret ke dalam tabung reaksi dengan menggunakan pipet.
- c) Amati perubahan warna yang terjadi, bila warna berubah menjadi ungu maka urine mengandung protein.



- 4) Mengenali bau ammonia dari hasil perombakan urea dalam urin
 - a) Masukkan 1 ml urin dari beker gelas ke dalam tabung reaksi.
 - b) Panaskan dengan pembakar spirtus.
 - c) Cium bagaimana baunya?

E. Hasil Pengamatan

Kegiatan I :Memeriksa pH urin

1) Hasil pengamatan

Warna kertas indikator pH setelah dicelupkan ke dalam urin (Gambar dan warnai/melampirkan Foto)
 Berdasarkan perbandingan warna kertas pada indikator pH universal, pH urin tersebut

2) Pertanyaan

- a) Berdasarkan hasil pengamatan terhadap warna kertas indicator, berapakah pH urin yang kamu ukur?
- b) Berdasarkan nilai pH urine, maka sifat urine tersebut adalah?
- c) Mengapa urine tersebut dapat bersifat demikian?
- d) Berapakah pH urine yang normal?

Kegiatan II :Memeriksa kandungan glukosa dalam urin.

1) Hasil Pengamatan

Warna larutan Benedict's:

Sample urin	Warna awal sample urin	Warna sample urin setelah ditambahkan Benedict's+Pemanasan	Keterangan

Pertanyaan

- a) Apa fungsi larutan Benedict's dalam percobaan tersebut?
- b) Jika hasil pengujian berwarna merah, hal ini menandakan apa? Mengapa bisa demikian?
- c) Darimana asal glukosa yang ada dalam urin yang menunjukkan hasil positif tersebut?

- d) Bagaimanakah jumlah glukosa dalam darah setelah beberapa saat anda makan ?
- e) Bagaimanakah hubungannya dengan kadar glukosa optimum darah? Jelaskan!

Kegiatan II : Memeriksa kandungan protein dalam urin.

1) Hasil Pengamatan

Warna larutan Biuret:

Sample urin	Warna awal sample urin	Warna sample urin setelah ditambahkan Biuret	Keterangan

Pertanyaan

- a) Apa fungsi larutan Biuret dalam uji tersebut?
- b) Apakah hubungannya antara kadar protein yang tinggi dalam urin dengan kesehatan orang yang bersangkutan?

Kegiatan III: Mengenali bau ammonia dari hasil perombakan urea dalam urin.

1) Hasil Pengamatan

Deskripsikan bau ammonia yang tercium?

2) Pertanyaan

- a) Bagaimana proses terbentuknya ammonia dalam urine?
- b) Enzim apakah yang bekerja dalam pembentukan ammonia tersebut?

Percobaan 6: Membuktikan O_2 dilepas pada proses fotosintesis

A. Pendahuluan

Suatu sifat fisiologi yang hanya dimiliki oleh tumbuhan ialah kemampuannya untuk menggunakan zat karbon dari udara untuk diubah menjadi bahan organik serta diasimilasikan di dalam tubuh tanaman. Peristiwa ini hanya berlangsung jika cukup cahaya, oleh karena itu asimilasi karbondisebut juga fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses dimana zat-zat anorganik H_2O dan CO_2 oleh klorofil diubah menjadi zat organik karbohidrat dengan pertolongan sinar, dan melalui perantara pigmen hijau daun (klorofil) yang terletak dalam organel kloroplas pada sitoplasma.

Percobaan Ingenhousz yang membuktikan bahwa fotosintesis menghasilkan O_2 dilakukan dengan menggunakan tanaman air *Hydrilla verticillata* yang dimasukkan ke dalam kantong plastik yang berisi air. Jika tanaman tersebut diberi sinar, maka timbulah gelembung-gelembung udara di dalam kantong plastik tersebut. Udara/gas tersebut ternyata oksigen.

B. Tujuan

- Membuktikan bahwa proses fotosintesis menghasilkan O_2

C. Alat dan Bahan

1. *Hydrilla verticillata*
2. Kantong plastik transparan
3. Air
4. Jarum
5. Bara api
6. Karet gelang

D. Cara Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Masukkan air ke dalam plastik
3. Potong tanaman *Hydrilla verticillata* sebanyak tiga tangkai
4. Masukkan tanaman ke dalam kantong plastik yang sudah berisi air
5. Ikatlah dengan menggunakan karet gelang dan pastikan plastik tidak bocor



6. Tempatkan plastik yang sudah berisi air dan tanaman di bawah sinar matahari dan di dalam kelas
7. Amati setiap lima belas menit, untuk mengetahui gelembung yang terbentuk setiap lima belas menit
8. Masukkan hasil pengamatan ke dalam tabel
9. Untuk membuktikan bahwa gelembung yang dihasilkan adalah oksigen, tusuklah rongga udara pada plastik sambil didekatkan bara api pada lubang tersebut
10. Bara api akan semakin terang.



E. Hasil Pengamatan

Waktu menit ke-	Jumlah Gelembung	
	Tempat terang	Tempat gelap
5		
10		
15		

F. Pertanyaan

- 1) Bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap laju fotosintesis ?
- 2) Selain intensitas cahaya, fotosintesis juga dipengaruhi

oleh kualitas cahaya. Bagaimana pengaruh kualitas cahaya terhadap laju fotosintesis ?

Percobaan 7 : Bioreaktor Pupuk Organik

A. Pendahuluan

Bioteknologi adalah pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dengan menggunakan makhluk hidup untuk menghasilkan produk dan jasa guna kepentingan manusia. Ilmu pengetahuan yang mendukung dalam bioteknologi meliputi mikrobiologi, biokimia, teknik kimia dan enzimatik. Bioteknologi tradisional adalah bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk skala kecil. Dalam bioteknologi modern orang berupaya agar dapat menghasilkan produksi secara efektif dan efisien. Dalam bioteknologi modern para ahli telah memanfaatkan prinsip-prinsip ilmiah melalui penelitian. Pupuk organik adalah pupuk yang dihasilkan dari fermentasi limbah organik. Pupuk organik bermanfaat untuk mengembalikan kesuburan tanah. Pupuk organik dapat digunakan pada tanaman hortikultura, tanaman bunga hias, dan tanaman tahunan.

B. Tujuan

- Membuat pupuk dari sampah organik



C. Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------|-----------|
| 1. Bioreaktor | : 3 buah |
| 2. Sampah rumah tangga | : 20 kg |
| 3. EM 4 | : 1 liter |

D. Cara Kerja

1. Rajang sampah organik yang akan digunakan
2. Masukkan sampah organik tersebut ke dalam bioreaktor yang telah disediakan
3. Larutkan 1 liter EM4 dengan 10 liter air
4. Siramkan dengan merata ke dalam bioreaktor yang sudah berisi sampah organik
5. Tutup rapat bioreaktor dan diamkan selama 10 hari. Kemudian pupuk organik airnya bisa dikeluarkan dan dikemas dalam botol kecil dan dapat digunakan sebagai pupuk cair
6. Sedangkan komposnya bisa digunakan setelah 12 hari.

E. Pertanyaan

1. Sebutkan fungsi M4?
2. Sebutkan jenis limbah yang dapat digunakan dalam pembuatan pupuk organik?
3. Berapakah perbandingan air dan M4 untuk dicampurkan?

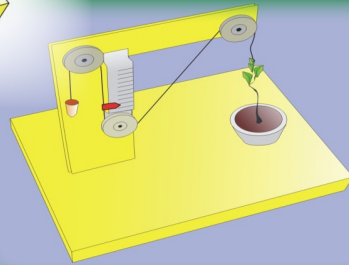
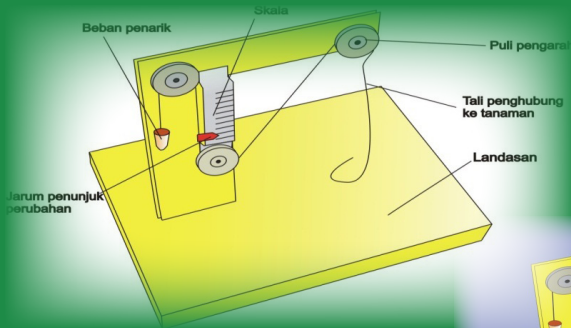
PENUTUP

Pengembangan inovasi pembuatan media termasuk alat peraga praktik IPA sederhana (buatan sendiri) dapat dilakukan oleh guru (pendidik dan tenaga kependidikan) IPA sebagai alternatif pemecahan masalah ketidakadaan, keterbatasan, mahalnnya, dan inovasi pengadaan alat peraga praktik dan bahan (zat kimia) di SMA. Gagasan pengadaan alat peraga praktik (APP) IPA sederhana dapat diwujudkan sebagai prototipe (model) atau padanan dengan proses: disain, perencanaan, pembuatan, pengujian, hingga dapat diimplementasikannya dalam pembelajaran IPA.

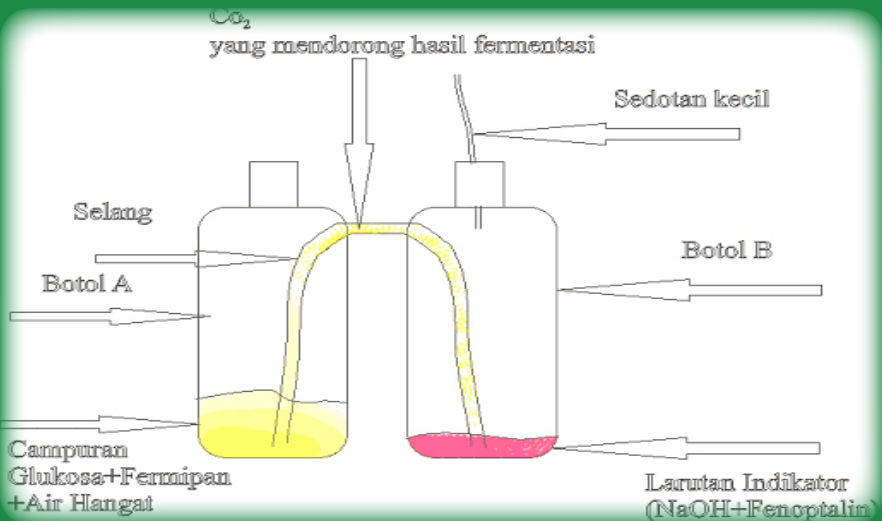
Pedoman Pembuatan APP IPA SMA dapat dijadikan acuan bagi guru IPA untuk meningkatkan kompetensi, efisiensi, keefektifan, pemanfaatan, dan akutabilitas inovasi dalam pengembangan pembuatan alat peraga praktik IPA-sederhana (buatan sendiri) di samping diperlukan untuk pembelajaran IPA, bagi guru IPA dapat diajukan sebagai karya inovatif pengembangan keprofesian berkelanjutan. serta pengembangan keprofesian berkelanjutan (PKB) sesuai Permenegpan No.16 tahun 2009 untuk pengajuan daftar usulan penilaian angka kredit bagi jabatan guru.



Alat Peraga Biologi Sederhana



Alat Auksonometer



DAFTAR PUSTAKA

- , *Permendiknas Nomor 24 tahun 2007 tentang Standar Sarana dan Prasarana.*
- , *Permenegpan dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 tahun 2009 tentang pengembangan keprofesian berkelanjutan (PKB).*
- Arief Sidharta, Dadan Muslih. (1993). *Perancangan, Pembuatan, dan Pendayagunaan Alat Peraga Praktik (APP) IPA SMP Sederhana*, Jakarta: Direktorat Sarana Pendidikan
- Arief Sidharta, Rella Turella. (2003). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Kimia Sederhana*, Jakarta: Direktorat Dikmenum.
- Darlina. (2003). *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika Sederhana*, Jakarta: Direktorat Dikmenum.
- De Boer, George E. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*, New York: Teachers College, Columbia University.
- De Vries, Marc J. (1995). *Technology Education: Beyond The Technology is Applied Science Paradigm*, Journal Technology of Education.

- H. Nault, William et.al (advisory Board).(1995).**The World Book Encyclopedia, Volume 4**, London : Wordlook International. <http://www.allaboutall.info/article/Anthocyanin>.
- Herfen. *Percobaan Biologi Sederhana*. www.prestasiherfen.blogspot.com
- Horsley, et.al.(2009).*Elementary School Science for The '90*, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Hiskia Ahmad. (2004). *Demonstrasi Kimia*. Dalam Rangka Upaya Memotivasi dan Meningkatkan Minat Siswa Terhadap MIPA.
- Moedjadi,dkk. (1985). *Ilmu Kimia 2, Petunjuk Praktikum Untuk SMA*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Ridwan, M. *Keuntungan Membuat Alat Peraga IPA Sederhana*. Bandung: <http://www.pesantrenalihsanbe.or.id>
- Toharudin,U.,& Setiono. (2011). **Strategi Belajar Mengajar Biologi**. Bandung: Prisma Press.
- Toharudin,U.,Hendrawati,S.,& Rustaman, A. (2011). **Membangun Literasi Sains Peserta Didik**. Bandung: Humaniora
- Unesco. (1973). *New Unesco Source Book for Science Teaching*, Paris: Place de Fontenoy
- Van Cleave, JP. (1990). *Gembira Bermain dengan Ilmu Kimia*, Jakarta: Grafiti

Yunita, Hiskia Ahmad. (2007). *Panduan Demonstrasi dan Percobaan Permainan Kimia untuk SD, SMP, SMA dan yang sederajat*. Bandung: Pustaka Scientific