

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

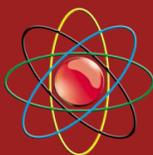
KELOMPOK KOMPETENSI J

**PEDAGOGI:
PENELITIAN TINDAKAN KELAS**

**Penulis:
Dr. Indrawati, M.Pd.**

**PROFESIONAL:
PERANCANGAN EKSPERIMEN, KIMIA
NANOTEKNOLOGI**

**Penulis:
Aritta Megadomani, M.Pd., dkk**



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

**Penulis:
Dr. Indrawati, M.Pd.**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

**Penulis:
Dr. Indrawati, M.Pd.**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penulis

Dr. Indrawati, M.Pd.

022-4231191 ine_indrawati@yahoo.co.id

Penyunting

Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.

Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.

Dr. Suharti, M.Si.

Dra. Lubna, M.Si.

Angga Yudha, S.Si.

Penata Letak

Titik Uswah, S.P., M.Pd.

Copyright ©2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

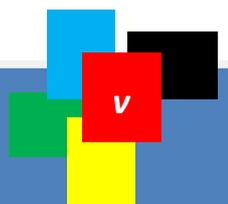
Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.



Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, dan Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. PENELITIAN TINDAKAN KELAS	5
A. TUJUAN	5
B. INDIKATOR KETERCAPAIAN KOMPETENSI	5
C. URAIAN MATERI	6
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	30
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	35
F. RANGKUMAN	39
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	39
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	41
EVALUASI	43
PENUTUP	47
DAFTAR PUSTAKA	49
GLOSARIUM	51



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1	31
Contoh Jadwal Penelitian	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1	3
Diagram Alir Cara Penggunaan Modul	
Gambar 2	15
Desain PTK Model Lewin	
Gambar 3	16
Desain PTK Model Menurut Kemmis dan Taggart	
Gambar 4	18
Desain PTK Model Jhon Elliot	
Gambar 5	19
Desain Penelitian Kelas Secara Umum	

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Upaya Pengembangan keprofesionalan berkelanjutan (PKB) pendidik IPA (guru Kimia SMA) telah dan sedang dilakukan secara terus-menerus, baik terhadap guru yang telah memenuhi persyaratan perundang-undangan maupun kepada guru yang belum. Keseluruhan upaya ini dilakukan untuk menyesuaikan dengan perubahan-perubahan yang kini sedang terjadi dan perkembangan IPTEK yang sesuai dengan norma dan nilai yang ada di dalam masyarakat.

Guru sebagai seorang profesional, dituntut selalu belajar sepanjang hidup untuk meningkatkan atau mengembangkan diri terus menerus dalam upaya memenuhi tuntutan dalam tugasnya dan mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungannya. Kemampuan guru untuk meneliti akan meningkatkan kinerja dalam profesinya sebagai pendidik. Secara operasional, hal yang terkait pada kinerja profesional guru adalah melakukan perbaikan pembelajaran secara terus menerus berdasarkan hasil penelitian tindakan kelas atau catatan pengalaman kelas dan/atau catatan perbaikan terhadap pembelajaran yang telah dilakukannya.

Mengacu pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007, keterampilan melakukan penelitian tindakan kelas ini termasuk kompetensi inti pedagogik “Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran”. Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi J ini disajikan materi tentang konsep PTK dan Proposal PTK di dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta melakukan *self assesment* sebagai tolok ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.



B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan memahami konsep penelitian tindakan kelas dan dapat melakukan penelitian kelas yang diawali dengan penyusunan proposal dan pengembangan instrumen penelitian

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti yang diharapkan setelah Anda belajar dengan modul ini adalah dapat melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
10.1 Melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan	10.1.1 Menjelaskan pengertian PTK, 10.1.2 Mendeskripsikan karakteristik PTK, 10.1.3 Menjelaskan tujuan PTK, 10.1.4 Menjelaskan prinsip PTK, 10.1.5 Menjelaskan tahap tahap melakukan PTK, 10.1.6 Mendeskripsikan kegunaan melakukan PTK, 10.1.7 Mendeskripsikan keunggulan dan keterbatasan PTK.
10.3 Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.	10.3.1 Mengidentifikasi masalah PTK 10.3.2 Merumuskan masalah PTK 10.3.3 Membuat rancangan tindakan yang akan dilaksanakan pada penelitian tindakan kelas 10.3.4 Menyusun kerangka pikir dalam bentuk diagram 10.3.5 Merancang draft proposal PTK



D. Ruang Lingkup

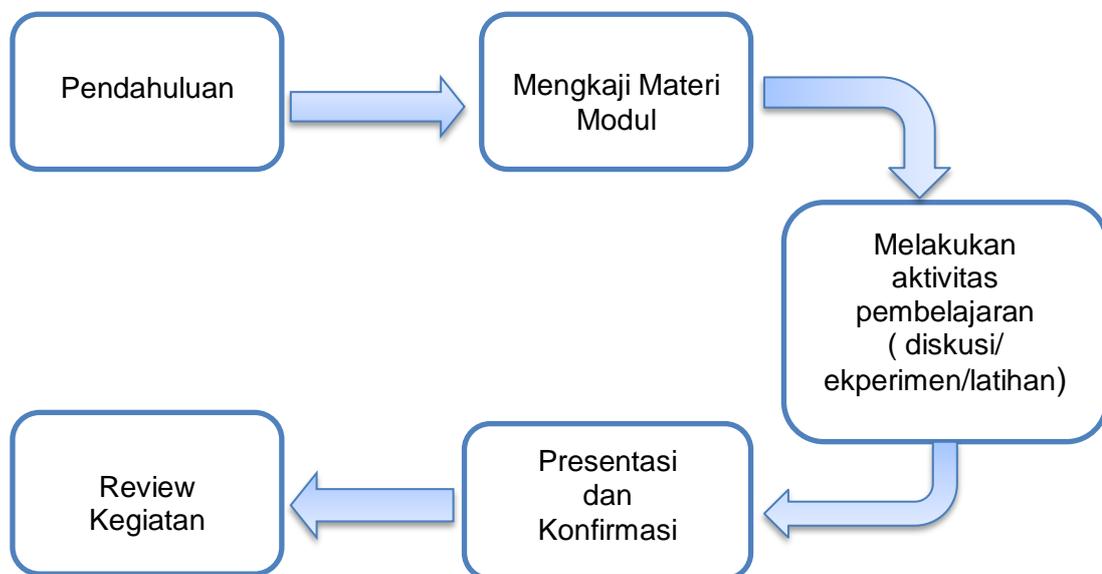
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi J, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Konsep PTK
2. Penyusunan Proposal PTK

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sbb.



Gambar 1 Diagram Alir Cara Penggunaan Modul



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi pada modul
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi pada modul
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi pada modul

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi pada modul yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi

KEGIATAN PEMBELAJARAN: PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Kompetensi melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran merupakan kemampuan untuk *continuous self improvement* antara lain melalui penelitian tindakan kelas (PTK). Hal ini sesuai dengan kecenderungan peran guru, yaitu sebagai peneliti di samping melaksanakan fungsi sebagai pendidik. PTK menjadi suatu yang aktual mengingat sebagai seorang profesional, guru hendaknya secara terus-menerus melakukan peningkatan kualitas diri sesuai dengan disiplin ilmu yang bersangkutan dan dapat lebih memantapkan pelaksanaan tugasnya.

Peningkatan kualitas diri diharapkan akan menyebabkan perbaikan hasil belajar peserta didik baik dalam aspek pengetahuan, sikap maupun keterampilan. Untuk melakukan PTK guru harus melakukan dahulu refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan, memanfaatkan hasil refleksi untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran dan dilanjutkan dengan melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

A. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi dalam kegiatan belajar ini diharapkan Anda dapat memahami konsep PTK meliputi pengertian, karakteristik, tujuan, prinsip, kegunaan, tahap-tahap dan keunggulan PTK dan merancang PTK mulai dari identifikasi masalah.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator hasil belajar yang diharapkan dicapai adalah:

1. Menjelaskan pengertian PTK,
2. Mendeskripsikan karakteristik PTK,
3. Menjelaskan tujuan PTK,



4. Menjelaskan prinsip PTK,
5. Mendeskripsikan tahap-tahap PTK,
6. Mendeskripsikan kegunaan melakukan PTK,
7. Mendeskripsikan keunggulan dan keterbatasan PTK,
8. Mengidentifikasi masalah PTK,
9. Merumuskan masalah PTK,
10. Merumuskan masalah PTK,
11. Membuat rancangan tindakan yang akan dilaksanakan pada penelitian tindakan kelas,
12. Menyusun kerangka pikir dalam bentuk diagram,
13. Merancang draft proposal PTK.

C. Uraian Materi

Uraian materi berikut meliputi uraian tentang konsep PTK dan Proposal PTK

1. Konsep PTK

Penelitian tindakan kelas adalah suatu bentuk inkuiri pendidikan. Di dalam pelaksanaannya, gagasan atau permasalahan guru diuji dan dikembangkan dalam bentuk tindakan. Penelitian tindakan pertama kali dikembangkan oleh *Kurt Lewin* pada tahun 1940-an. Lewin pertama kali mengemukakan istilah "*action research*" (penelitian tindakan) yang ditulis pada makalahnya (1946) yang antara lain berjudul *Action Reseach and Minority Problems; Characterizing Action Reseach as "a comparative reseach on the conditions and effect of various forms of social action and reseach leading to social action*. Ahli lainnya yang berkontribusi utama pada bidang penelitian ini adalah Eric Trist (ahli psikiatri sosial). Lewin dan Trist mengaplikasikan penelitian mereka pada perubahan sistem yang ada dalam atau antar organisasi-organisasi. Mereka menekankan keprofesionalannya dan berkolaborasi dengan klien untuk menguatkan peran hubungan kelompok sebagai dasar untuk pemecahan masalah. Dalam beberapa dekade, penelitian tindakan ini dilupakan orang karena dianggap kurang ilmiah, namun pada pertengahan tahun 1970-an, bidang ini berkembang dan memunculkan empat aliran utama, yaitu aliran tradisional, *contextual (action learning)*, *radical*, dan penelitian tindakan yang berhubungan dengan pendidikan.



Pada akhir-akhir ini, penelitian tindakan yang berhubungan dengan pendidikan dan bertujuan untuk memperbaiki/meningkatkan cara pengajaran guru di kelas dikenal dengan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dan mulai berkembang dengan pesat, terutama di negara-negara maju, seperti Amerika, Inggris, dan Australia, serta di Indonesia sendiri mulai diperkenalkan pada tahun 1990-an dan sampai sekarang menjadi makin banyak diminati oleh kalangan pendidik. Oleh karena itu, pengetahuan tentang PTK makin diperlukan.

a. Pengertian Penelitian Tindakan Kelas

Penelitian Tindakan Kelas diambil dari istilah bahasa Inggris *Classroom Action Research* (CAR). Dalam istilah tersebut terdapat tiga kata kunci, yaitu (1) penelitian, (2) tindakan, dan (3) kelas. Suharsimi (2006:2) menyatakan bahwa penelitian merujuk pada suatu kegiatan dengan menggunakan cara dan aturan metodologi tertentu untuk memperoleh data atau informasi yang bermanfaat dalam meningkatkan mutu suatu hal yang menarik minat dan penting bagi peneliti. Penelitian pada dasarnya merupakan suatu kegiatan ilmiah untuk memperoleh pengetahuan yang benar tentang suatu masalah. Pengetahuan yang diperoleh dari penelitian terdiri atas fakta, konsep, generalisasi, dan teori yang memungkinkan manusia dapat memahami fenomena dan memecahkan masalah yang dihadapinya.

Kata kunci kedua dalam terminologi PTK (CAR) adalah Tindakan. Pengertian Tindakan merujuk pada suatu gerak kegiatan yang disengaja dilakukan dengan tujuan tertentu. Dalam PTK, tindakan berbentuk rangkaian siklus kegiatan untuk siswa. Kata kunci ketiga dalam PTK, adalah Kelas. Pengertian Kelas, tidak terikat pada pengertian ruang kelas secara sempit, namun dalam konteks ini kelas merujuk pada pengertian sekelompok siswa yang dalam waktu yang sama menerima pelajaran yang sama dari guru yang sama pula. Dengan demikian, Kelas adalah sekelompok siswa yang sedang belajar. (Suharsimi, dkk, 2006:3). Sedangkan Siregar (2005:8) mengemukakan bahwa istilah kelas dalam PTK merujuk pada proses belajar mengajar (PBM).

Dengan merujuk pada tiga kata kunci tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian tindakan kelas merupakan suatu pencermatan terhadap kegiatan belajar berupa tindakan, yang sengaja dimunculkan dan terjadi dalam sebuah



kelas bersama Lebih lanjut Suharsimi (2006:4) menyebutkan istilah Penelitian Tindakan Kelas dipahami sebagai Penelitian Tindakan.

Pengertian tentang Penelitian Tindakan Kelas diajukan oleh banyak ahli, namun dalam modul ini hanya beberapa pendapat ahli saja yang akan dikemukakan. Hopkin (1993: 1), mengemukakan bahwa, penelitian tindakan kelas adalah tindakan yang diambil guru untuk meningkatkan dirinya atau teman sejawatnya untuk menguji asumsi-asumsi teori pendidikan di dalam praktik, atau mempunyai makna sebagai evaluasi dan implementasi keseluruhan prioritas sekolah. Guru dalam melaksanakan penelitian kelas pada dasarnya memperluas perannya termasuk di dalamnya melakukan refleksi kritis terhadap tugas profesionalnya. Dengan demikian, guru yang melakukan penelitian di dalam kelas atau menyangkut praktik pembelajaran, guru dapat meningkatkan tanggungjawabnya terhadap praktik yang mereka lakukan, dan menciptakan lingkungan yang lebih dinamis dan menarik dalam praktik pembelajaran.

Lewin (1947) dalam Hopkin (1993) menyatakan definisi penelitian tindakan sebagai tiga tahap proses spiral tentang: (1) perencanaan yang meliputi penelitian pendahuluan (*reconnaissance*), (2) pengambilan tindakan, dan (3) pengambilan data (*fact-finding*) tentang hasil tindakan yang dilakukan.

Berdasarkan berbagai definisi yang diajukan oleh berbagai ahli tentang penelitian tindakan (kelas atau di dalam pendidikan), dapat kita kemukakan bahwa pada dasarnya semua definisi tersebut menyebutkan tentang tindakan yang dilakukan di dalam pembelajaran, dilakukan oleh guru dan teman sejawatnya, bertujuan untuk memperbaiki keputusan dan/atau tindakan yang dilakukan sebelumnya. Penelitian tindakan dikenal dengan beberapa nama, diantaranya penelitian *participatory*, inkuiri kolaborasi, penelitian *emansipatory* dan *action learning*, perbedaannya terletak pada temanya.

Secara sederhana, penelitian tindakan merupakan *learning by doing*, dimana sekelompok orang mengidentifikasi masalah, melakukan sesuatu kegiatan untuk melakukan pemecahan masalah, mengkaji keberhasilan upaya-upaya mereka, dan jika tidak memuaskan, mereka mencoba melakukan pemecahan masalah kembali. (O'Brien, 1998:2)



Dari berbagai pengertian di atas, maka penelitian tindakan dalam konteks pendidikan dan atau dalam konteks pembelajaran dapat dinyatakan sebagai berikut :

Penelitian tindakan *dalam konteks pembelajaran dikenal dengan nama Penelitian Tindakan Kelas (PTK)*, yaitu suatu upaya dari berbagai pihak terkait, khususnya guru sebagai pengajar untuk meningkatkan atau memperbaiki proses belajar mengajar ke arah tercapainya tujuan pendidikan atau pembelajaran itu sendiri. Masalah penelitiannya bersumber dari lingkungan kelas yang dirasakan sendiri oleh guru untuk diperbaiki, dievaluasi, dan akhirnya dibuat suatu keputusan dan dilaksanakan suatu tindakan untuk memperbaiki masalah yang ditemukan dalam pembelajaran tersebut.

Jadi sebenarnya penelitian tindakan itu secara alamiah telah dilaksanakan oleh guru dalam melaksanakan tugasnya sehari-hari. Namun demikian, hal itu tidak secara otomatis dapat dikatakan penelitian tindakan, sebab ciri utama penelitian tindakan terletak pada perencanaan yang matang.

b. Karakteristik Penelitian Tindakan Kelas (PTK)

Setiap penelitian memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakannya dari penelitian lainnya. Dari beberapa literatur yang sangat terbatas, penulis mengidentifikasi beberapa karakteristik Penelitian Tindakan Kelas, yaitu sebagai berikut.

- 1) Masalah yang diangkat untuk dipecahkan melalui PTK harus berasal dari persoalan praktik pembelajaran sehari-hari yang dihadapi oleh guru. Permasalahan penelitian hendaknya bersifat kontekstual dan spesifik.
- 2) Tujuan utama PTK adalah untuk meningkatkan/memperbaiki praktik-praktik pembelajaran secara langsung daripada menghasilkan pengetahuan.
- 3) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) berlingkup mikro, dilakukan dalam lingkup kecil, bisa satu kelas atau beberapa kelas di suatu sekolah tertentu, sehingga tidak terlalu menghiraukan kerepresentatifan sampel. Istilah sampel dan populasi tidak diperlukan dalam PTK ini, karena hasil PTK tidak untuk digeneralisasikan.
- 4) Hasil temuan PTK adalah pemahaman mendalam mengenai kehidupan kelas.



- 5) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) bersifat praktis dan langsung relevan untuk situasi yang aktual di dalam dunia kerja atau dunia pendidikan.
- 6) Pada PTK, peneliti sebagai guru tetap melaksanakan tugasnya sehari-hari mengajar di kelas dan guru sebagai peneliti dapat melakukan perubahan-perubahan atau pemecahan masalah untuk perbaikan atau peningkatan pembelajaran.
- 7) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) termasuk jenis penelitian terapan yang melibatkan peneliti secara aktif mulai dari pembuatan rancangan penelitian, rencana tindakan, sampai pada penerapannya dengan modifikasi intervensi yang sesuai dengan perkembangan kelas.
- 8) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) bersifat fleksibel dan adaptif, membolehkan peneliti mengadakan perubahan-perubahan selama dalam masa penelitian dan mengorbankan kontrol demi kepentingan pelaksanaan *on the spot experimentation* dan inovasi.
- 9) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dapat dilaksanakan secara kolaboratif, yaitu kerja sama antara teman sejawat, atau kepala sekolah, dan pakar pendidikan, untuk berbagi kepakaran dan atas pemahaman terhadap kelebihan masing-masing. PTK dapat juga dilakukan secara individual (oleh seorang peneliti), dan atau dalam bentuk tim.
- 10) Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dilaksanakan dengan langkah-langkah berupa siklus yang sistematis, dengan urutan dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, pengamatan, dan refleksi.

c. Tujuan Penelitian Tindakan Kelas

Tujuan penelitian tindakan kelas banyak dikemukakan oleh banyak ahli, namun berikut ini hanya beberapa pendapat yang dikemukakan. Hopkin (1993:44) mengemukakan tujuan PTK adalah untuk: (1) memberikan kontribusi terhadap pemecahan permasalahan praktis dan pengembangan keprofesian guru (terutama dalam menerapkan teori ke dalam praktik mengajar); (2) untuk memberikan pengetahuan, pemahaman dan wawasan yang akan memberikan kepekaan kepada guru bagaimana siswanya belajar dalam mata pelajaran tertentu. Sedangkan Mc Niff (1992) mengemukakan bahwa tujuan PTK adalah untuk perbaikan. Kata perbaikan di sini mengacu dan memiliki konteks proses



pembelajaran di kelas. Dengan demikian tujuan utama dari PTK adalah untuk peningkatan dan atau perbaikan praktik pembelajaran yang seharusnya dilakukan oleh guru.

Suyanto (1996) menjelaskan bahwa PTK merupakan salah satu cara yang strategis bagi guru untuk meningkatkan diri atau memperbaiki layanan pendidikan dalam konteks pembelajaran di kelas. Tujuan ini dapat tercapai apabila guru melakukan berbagai tindakan alternatif dalam memecahkan berbagai persoalan pembelajaran di kelas. Tujuan iringan dari PTK ini adalah terjadinya proses latihan bagi guru dalam jabatan selama proses penelitian tindakan berlangsung. Zainal Aqib (2006:18) mengemukakan juga bahwa PTK merupakan cara yang strategis bagi guru untuk memperbaiki layanan kependidikan yang harus diselenggarakan dalam konteks pembelajaran di kelas dan peningkatan kualitas program sekolah secara keseluruhan. Dengan demikian, guru akan mendapatkan banyak pengalaman tentang keterampilan praktik pembelajaran, dan bukan bertujuan untuk mendapatkan ilmu baru.

d. Prinsip-prinsip Pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas

Hopkin (1993:57-59), mengemukakan enam prinsip yang harus diperhatikan oleh guru jika ia akan melaksanakan PTK, prinsip-prinsip itu adalah sebagai berikut.

- 1) Penelitian Tindakan Kelas yang akan dilakukan guru hendaknya tidak mengganggu tugas utama guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar.
- 2) Metode pengumpulan data tidak menyita waktu guru.
- 3) Metodologi yang digunakan harus *reliable* untuk memungkinkan guru dapat mengembangkan PBM yang diterapkan di kelas tertentu.
- 4) Masalah penelitian yang diambil hendaknya dapat dipecahkan oleh guru dan tidak terlalu kompleks.
- 5) Pemecahan masalah hendaknya mengacu pada kebutuhan guru sebagai peneliti untuk memberikan perhatian pada prosedur-prosedur di lingkungan kerjanya.
- 6) Jika memungkinkan penelitian dilakukan untuk meningkatkan upaya-upaya pada pencapaian tujuan/prioritas sekolah ke masa depan.



Suharsimi (2006:6) mengemukakan lima prinsip dalam melakukan penelitian tindakan (atau PTK), yaitu:

1) Kegiatan nyata dalam Situasi Rutin

Penelitian Tindakan Kelas dilakukan oleh guru (peneliti) tanpa mengubah situasi rutin, karena kalau diubah akan menjadikan situasi belajar tidak wajar, oleh karena itu PTK tidak memerlukan waktu khusus, tidak mengubah jadwal pelajaran yang sudah ada. Hal yang dilaksanakan dalam PTK adalah yang terkait dengan profesi guru.

2) Adanya Kesadaran Diri untuk Memperbaiki Kinerja

Penelitian Tindakan Kelas dilakukan karena adanya dorongan dan keinginan guru untuk selalu melakukan perbaikan atau peningkatan diri karena menyadari adanya kekurangan pada diri, tidak ada paksaan dari orang lain, tetapi harus atas dasar sukarela dan dengan senang hati.

3) SWOT sebagai dasar berpijak

Penelitian tindakan hendaknya dimulai dari analisis kekuatan **S**-(*Strength*), kelemahan-**W** (*Weaknesses*), kesempatan-**O** (*Opportunity*), dan ancaman-**T** (*Treath*). Empat hal tersebut dilihat dari sudut guru yang melaksanakan dan siswa yang dikenai tindakan. Guru melihat kekuatan dan kelemahan yang ada pada diri sebagai peneliti dan subjek tindakan diidentifikasi dengan cermat sebelum mengidentifikasi yang lain. Sedangkan kesempatan dan acaman diidentifikasi dari luar diri guru dan siswa apakah ada resiko-resiko yang akan dihadapi jika penelitian dilakukan.

4) Upaya Empirik dan Sistematis

Prinsip ini merupakan penerapan dari prinsip ketiga, dengan telah melakukan SWOT berarti sudah melakukan prinsip empirik (terkait dengan pengalaman) dan sistematis, berpijak pada unsur-unsur yang terkait dengan keseluruhan sistem pembelajaran (objek yang sedang digarap).



5) SMART

Ketika guru menyusun rencana tindakan, hendaknya mengingat hal-hal yang terkandung dalam SMART, **S**-spesifik: khusus, permasalahan tidak terlalu umum; **M**-*managable*, dapat dikelola, dilaksanakan. Penelitian tindakan kelas hendaknya tidak sulit, baik dalam menentukan lokasi, mengumpulkan hasil, mengoreksi, atau kesulitan dalam bentuk lain; **A**-*Acceptable*; artinya dapat diterima, dalam konteks ini dapat diterima oleh subjek yang dikenai tindakan, artinya siswa tidak mengeluh gara-gara guru memberikan tindakan-tindakan tertentu dan juga lingkungan tidak terganggu. **R**-*Realistic*, operasional, tidak di luar jangkauan. Penelitian tindakan kelas tidak menyimpang dari kenyataan dan jelas bermanfaat bagi diri guru dan siswa. **T**-*Time-bound*, diikat oleh waktu, terencana, artinya tindakan-tindakan yang dilakukan terhadap siswa sudah tertentu jangka waktunya. Batasan waktu ini penting agar guru mengetahui betuk hasil yang diberikan kepada siswanya.

e. Kegunaan Melaksanakan Penelitian Tindakan Kelas

Apabila guru melaksanakan penelitian tindakan kelas, guru akan banyak memperoleh manfaat. Manfaat dari PTK antara lain adalah sebagai berikut.

1) Inovasi Pembelajaran

Setiap tahun, Guru akan selalu berhadapan dengan siswa yang berbeda, karena itu, jika guru melakukan PTK yang dimulai dari persoalannya sendiri, dan menghasilkan pemecahannya sendiri, maka secara tidak langsung ia telah terlibat dalam proses inovasi pembelajaran.

2) Peningkatan Profesionalisme Guru

Guru yang profesional akan selalu mengkaji dan melakukan penilaian secara kritis terhadap praktik pembelajarannya. Apabila guru melihat kinerjanya sendiri, dan ia merefleksikan apa yang telah dilakukannya, lalu ia memperbaikinya, maka pada akhirnya guru akan mendapatkan otonominya secara profesional.

f. Model dan Tahapan Penelitian Tindakan Kelas

Model-model desain PTK yang dikemukakan beberapa ahli diantaranya adalah sebagai berikut



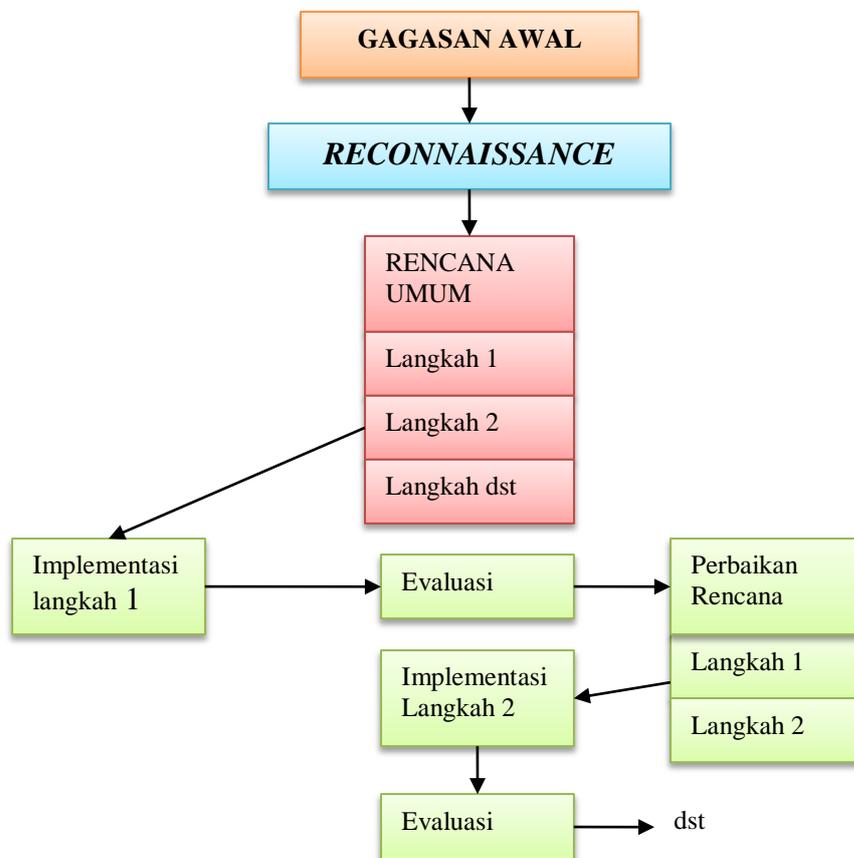
1). Model-model Desain Penelitian Tindakan Kelas

Beberapa model desain PTK yang dikemukakan para ahli mengemukakan **adalah** Model Kurt Lewin; Model Kemmis; Mc Taggart; dan John Elliot.

a). Model Desain Kurt Lewin

Model atau desain PTK menurut Kurt Lewin ditafsirkan oleh Kemmis mencakup langkah-langkah menemukan gagasan awal yang dilanjutkan dengan menemukan fakta-fakta (*reconnaissance*) yang selanjutnya fakta tersebut dianalisis untuk menentukan masalah dan prioritas untuk dicari pemecahannya. Langkah selanjutnya adalah menetapkan rencana umum berupa kerangka pemecahan masalah untuk ditindaklanjuti dalam tindakan pemecahan masalah.

Setiap tindakan terus menerus dimonitor kemudian dievaluasi atas tindakan yang dilakukan untuk merencanakan implementasi tindakan berikutnya. Secara umum bagan desain PTK menurut Lewin sebagai berikut.



Gambar 2 Desain PTK Model Lewin (Ditafsirkan Oleh Kemmis)

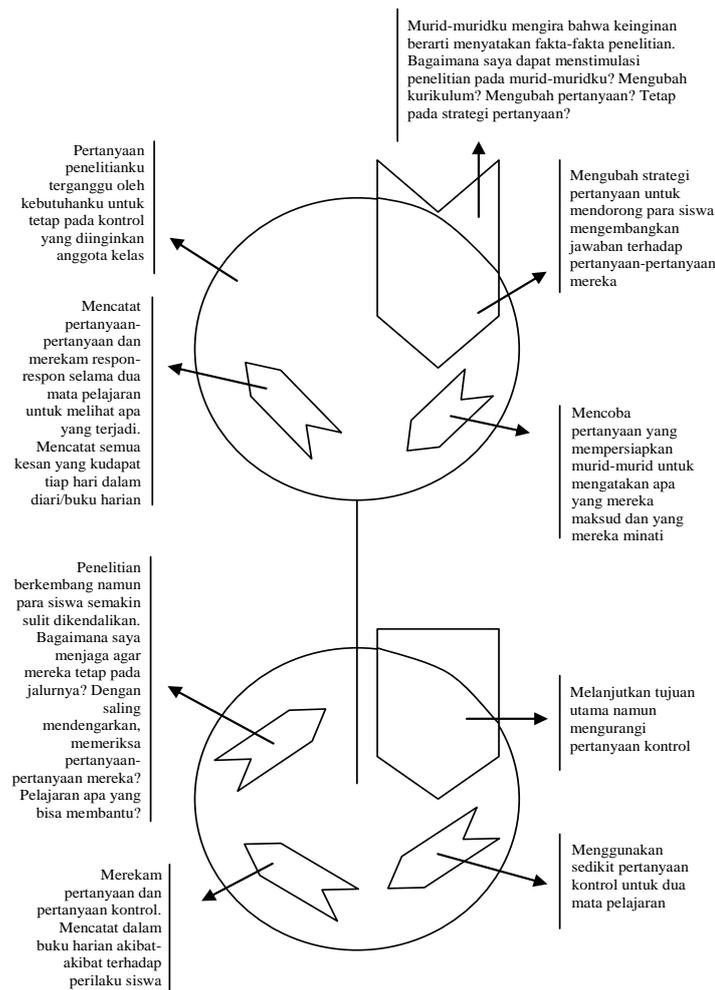
Sumber: Rochiati Wiriaatmadja (2006:62)



b) Model Kemmis dan Mc. Taggart

Model yang dikembangkan oleh Stephen Kemmis dan Robin Mc. Taggart tidak terlalu berbeda dengan model Kurt Lewin. Dikatakan demikian karena di dalam satu siklus atau putaran terdiri atas empat komponen seperti yang dilaksanakan Lewin. Keempat komponen tersebut adalah; perencanaan (*planning*), tindakan (*acting*), observasi (*observation*), dan refleksi (*reflection*).

Model Kemmis dan Taggart dapat dilihat pada Bagan 2.



Gambar 3 Desain PTK Model Menurut Kemmis dan Taggart

Sumber: Hopkins (1993:48) dan Zainal Aqib (2006:23)

Kemmis dan Taggart telah melakukan penelitian tindakan kelas, mengenai proses inkuiri pada pelajaran sains. Ia memfokuskan pada strategi bertanya kepada siswa. Keputusannya timbul dari pengamatan tahap awal yang menunjukkan bahwa siswa ketika belajar sains dengan menghafal bukan dalam



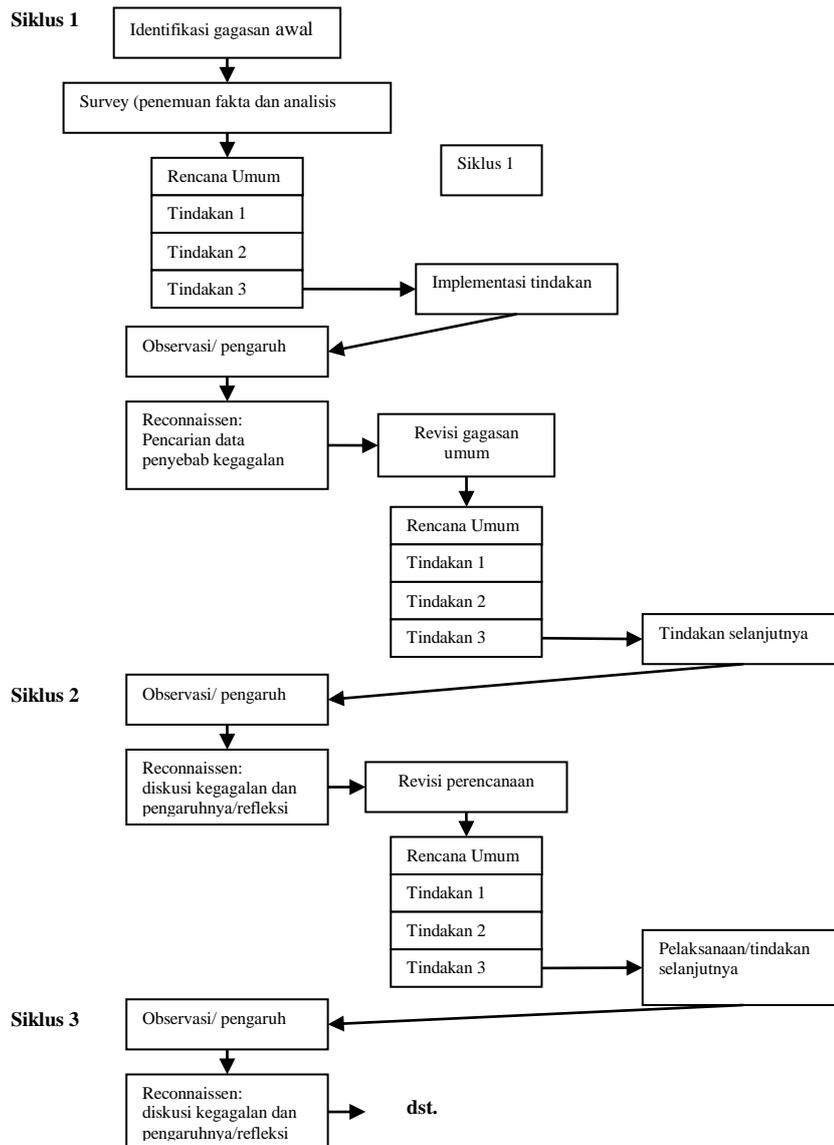
proses inkuiri. Dalam diskusi, dipikirkannya cara untuk mendorong siswa berinkuiri, apakah dengan mengubah kurikulum atau mengubah cara bertanya kepada siswa. Akhirnya diputuskan untuk menyusun strategi bertanya untuk mendorong siswa menjawab pertanyaan. Semua kegiatan ini dilakukan pada tahap perencanaan. Pada kotak *act* (tindakan), mulai diajukan pertanyaan-pertanyaan kepada siswa untuk mendorong mereka mengatakan apa yang mereka pahami dan apa yang mereka minati.

Pada kotak observasi, pertanyaan-pertanyaan dan jawaban-jawaban siswa dicatat atau direkam untuk melihat apa yang sedang terjadi. Pengamat juga mencatat dalam buku hariannya. Dalam kotak refleksi, ternyata ditemukan bahwa kontrol terhadap kelas yang terlalu ketat menyebabkan tanya jawab yang dilakukan guru kurang lancar, sehingga tidak mencapai hasil yang baik dan perlu diperbaiki. Pada siklus berikutnya, perencanaan direvisi dengan memodifikasi dalam bentuk mengurangi pertanyaan-pertanyaan guru yang bersifat mengontrol siswa, agar strategi bertanya dapat berlangsung dengan baik. Pada tahap tindakan siklus kedua hal itu dilakukan. Pelaksanaannya dicatat dan direkam untuk melihat pengaruhnya terhadap perilaku siswa. Pada tahap refleksi, ternyata siswa sulit dikendalikan. Kemmis merenung, apakah pelajaran dilanjutkan dengan probing atau menggunakan teknik lain. Demikian permasalahan selanjutnya terjadi, dan seterusnya harus kembali pada perencanaan baru.

c). Model John Elliot

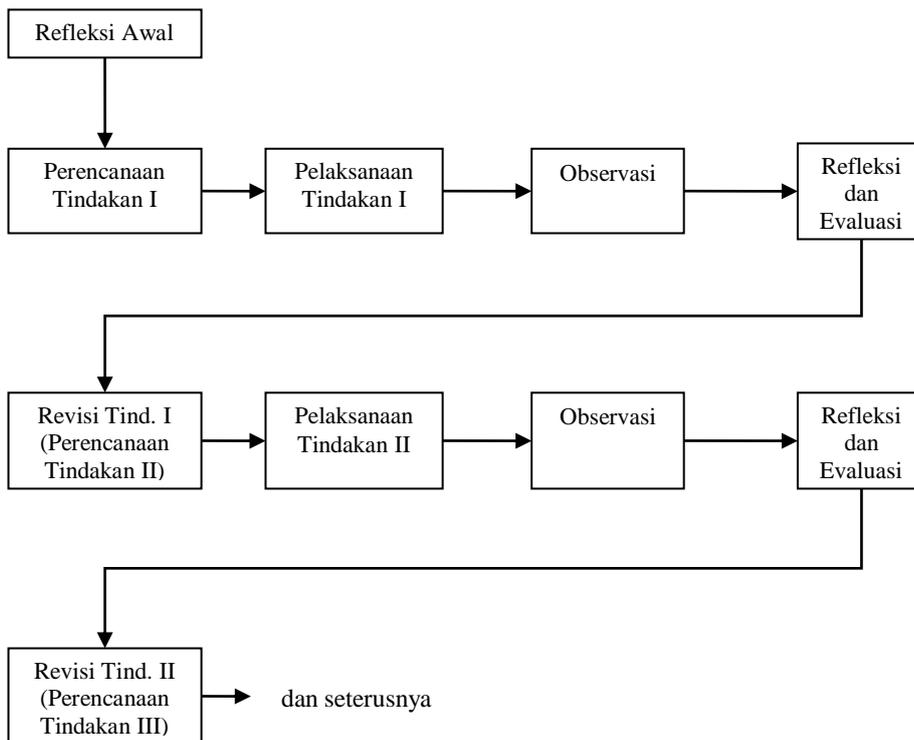
Model Elliot tampak lebih rinci jika dibandingkan dengan kedua model yang telah dikemukakan di atas, karena di dalam setiap siklus dimungkinkan terdiri dari beberapa tindakan, yaitu antara tiga sampai lima tindakan. Sementara itu setiap tindakan kemungkinan terdiri atas beberapa langkah yang terealisasi dalam bentuk kegiatan pembelajaran.

Desain PTK menurut Elliot dapat Anda pelajari pada bagan 3 pada halaman berikut ini.



Gambar 4 Desain PTK Model Jhon Elliot Sumber Hopkins (1993:49)

Dari ketiga model yang telah dipaparkan, pada dasarnya dalam PTK terdapat empat tahapan penting, yaitu: (1) perencanaan, (2) pelaksanaan, (3) pengamatan (observasi), dan (4) refleksi. Ke empat tahapan tersebut dapat dilihat pada bagan 4 berikut.



Gambar 5 Desain Penelitian Kelas Secara Umum

Dari desain yang digambarkan pada bagan 4 di atas tampak bahwa penelitian kelas merupakan proses perbaikan secara terus menerus dari suatu tindakan yang masih mengandung kelemahan sebagaimana hasil refleksi menuju ke arah yang semakin sempurna.

2) Tahapan Penelitian Tindakan Kelas

Refleksi Awal

Refleksi awal dilakukan oleh peneliti berkolaborasi dengan partisipan (teman sejawat atau dari praktisi lain) untuk mencari informasi tentang kondisi awal dari permasalahan yang akan dicari solusinya. Refleksi awal dapat dilakukan dengan cara menelaah kekuatan atau kelemahan dari suatu proses pembelajaran yang telah dilakukan baik dari aspek diri sendiri, siswa, sarana belajar atau sumber/lingkungan belajar. Dari temuan-temuan awal, difokuskan pada identifikasi masalah yang nyata, jelas dan mendesak untuk dicari solusinya.



Sebagai contoh, misalnya Anda telah mengajarkan kegiatan bagaimana peserta didik melakukan perancangan dalam melakukan penyepuhan untuk menerapkan konsep elektrolisis. Setelah pembelajaran dilaksanakan ternyata, siswa sulit melakukan kegiatan perancangan suatu proyek tersebut. Dalam hal ini, Anda dapat menelusuri beberapa penyebab kesulitan siswa dalam melakukan perancangan alat, melakukan pengkajian terhadap alur pembelajaran yang sudah dilakukan, sarana yang diperlukan, alokasi waktu, atau pengetahuan dan keterampilan prasyarat yang diperlukan siswa.

Perencanaan Tindakan (planning)

Dalam tahap ini, Anda sebagai peneliti menjelaskan tentang apa, mengapa, kapan, di mana, oleh siapa, dan bagaimana tindakan yang akan dilakukan. Apabila Anda telah yakin terhadap kebenaran rumusan masalah, maka selanjutnya adalah menyusun rencana tindakan yang meliputi:

- Penetapan bukti atau indikator untuk mengukur tingkat ketercapaian pemecahan masalah sebagai akibat dilakukannya tindakan;
- Penetapan skenario tindakan-tindakan yang diharapkan dapat menghasilkan dampak ke arah perbaikan program;
- Perencanaan metode dan alat untuk mengamati dan merekam/mendokumentasikan semua data tentang pelaksanaan tindakan;
- Perencanaan metode dan teknik pengolahan data sesuai dengan sifat dan kepentingan penelitian.

Pelaksanaan Tindakan

Tahap ini merupakan implementasi atau penerapan isi rencana, yaitu melakukan tindakan-tindakan sesuai dengan langkah-langkah tindakan yang telah direncanakan pada tahap perancangan. Dalam waktu yang sama Anda dan rekan kolaborasi Anda melakukan pengamatan dan interpretasi terhadap jalannya pelaksanaan tindakan itu.

Observasi

Observasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pelaksanaan tindakan sesuai dengan rencana yang telah disusun sebelumnya, dan seberapa jauh



proses yang terjadi dapat diharapkan menuju sasaran yang diharapkan. Sebenarnya observasi atau pengamatan tidak terpisah dengan pelaksanaan tindakan. Jadi observasi dan pelaksanaan dilakukan dalam waktu bersamaan.

Refleksi dan evaluasi

Refleksi merupakan kegiatan analisis, sintesis, interpretasi, dan eksplanasi terhadap semua informasi yang diperoleh dari pelaksanaan tindakan. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan suatu kriteria, misalnya kriteria efektivitas pengajaran yang mempunyai indikator penggunaan waktu, biaya, tenaga, dan pencapaian hasil. Evaluasi dapat dilakukan secara kualitatif atau kuantitatif.

Pada tahapan refleksi dilakukan analisis data yang diperoleh dari dampak pelaksanaan tindakan dan hambatan yang muncul dan didiskusikan rencana berikutnya untuk memperbaiki hal-hal yang masih kurang.

Setelah melakukan observasi, refleksi, dan evaluasi biasanya muncul permasalahan baru atau pemikiran baru, sehingga Andai merasa perlu melakukan perencanaan ulang, tindakan ulang, pengamatan ulang, dan refleksi ulang. Demikian langkah-langkah kegiatan PTK dalam satu siklus terus berulang, sehingga membentuk siklus kedua, ketiga, dan seterusnya.

g. Keunggulan dan Keterbatasan Penelitian Tindakan Kelas

Penelitian Tindakan Kelas memiliki keunggulan sebagai berikut :

- 1) praktis dan langsung relevan untuk situasi yang aktual;
- 2) menyediakan kerangka kerja yang teratur untuk pemecahan masalah dan pengembangan-pengembangan baru yang lebih unggul dari cara-cara yang ada sebelumnya;
- 3) berdasarkan pada observasi yang nyata dan obyektif, bukan berdasarkan pada pendapat subyektif atas dasar pengalaman masa lampau;
- 4) fleksibel dan adaptif, yaitu memperbolehkan untuk mengadakan perubahan-perubahan selama dalam masa penelitian dan mengorbankan kontrol demi kepentingan inovasi;
- 5) dapat digunakan untuk inovasi pembelajaran;
- 6) dapat digunakan untuk mengembangkan kurikulum di tingkat kelas; dan
- 7) dapat digunakan untuk meningkatkan kepakaran atau profesionalisme guru.



Adapun beberapa keterbatasan Penelitian Kelas diantaranya adalah kurang tertib ilmiah, karena validitas internal dan eksternalnya lemah; tujuan penelitiannya bersifat situasional; dan sampelnya terbatas sehingga kurang representatif dan kontrolnya terhadap variabel bebas sangat sedikit.

2. Proposal Penelitian Tindakan

Penyusunan proposal penting untuk dipelajari, kegiatan ini merupakan tahap pertama yang harus Anda lakukan sebelum melaksanakan PTK. Proposal PTK merupakan paparan rencana kegiatan yang dituangkan dalam bentuk naratif guna mengorganisasikan seluruh rangkaian kegiatan PTK. Salah satu komponen proposal adalah rumusan masalah. Merumuskan masalah diawali dengan identifikasi masalah.

a. Identifikasi Masalah dan Rumusan Masalah

Penelitian diawali dengan adanya masalah, apakah Anda selama menjadi guru pernah merasakan adanya masalah di kelas? Tentu pernah bukan? masalah yang kita temukan dapat bersumber dari mana saja. Berikut ini beberapa definisi tentang masalah.

- Masalah adalah kesenjangan antara harapan dan kenyataan.
- Masalah pembelajaran/pendidikan adalah harapan tentang kondisi pembelajaran yang berkualitas dengan mutu pembelajaran yang ada saat ini.
- Masalah adalah situasi yang tidak memuaskan/ganjalan pikiran dan perasaan yang mendorong peneliti untuk mencari solusi.

Untuk mengetahui adanya masalah dalam pembelajaran yang kita laksanakan dapat dilakukan dengan cara merenungkan kembali atau melakukan refleksi terhadap kegiatan atau proses pembelajaran yang selama ini telah Anda lakukan. Ketika Anda melakukan refleksi, Anda dapat mengajukan pertanyaan-pertanyaan kepada diri sendiri. Contoh pertanyaan yang dapat diajukan kepada diri sendiri, misalnya sebagai berikut.

- 1) Apakah proses pembelajaran yang dilakukan cukup efektif?
- 2) Apakah peserta didik cukup aktif dalam mengikuti pembelajaran?
- 3) Apakah kompetensi awal peserta didik untuk belajar suatu konsep cukup memadai?



- 4) Apakah sarana/prasana pembelajaran cukup memadai?
- 5) Apakah hasil pembelajaran mencapai nilai KKM?
- 6) Bagaimana melaksanakan pembelajaran dengan model pembelajaran inovatif tertentu?

Selain melakukan refleksi dengan cara bertanya kepada diri sendiri dengan pertanyaan-pertanyaan di atas, Anda dapat mengidentifikasi masalah dengan membuat studi kasus dari pembelajaran yang telah Anda laksanakan. Yang dimaksud dengan studi kasus dalam konteks ini adalah alat bantu untuk mengidentifikasi masalah yang dapat kita gunakan dalam PTK. Studi kasus adalah episode yang diingat, ditulis sebagai sebuah cerita, sebuah naratif pengalaman mengajar guru. Hal yang ditulis harus sangat khusus, sangat bersifat lokal. Harus menyertakan unsur manusia: minat guru, aksi dan kesalahan, rasa frustrasi, dan kesenangan atau kekecewaan yang dirasakan pada akhir sesi". (William Louden, *"Case studies in teacher education"* (1995) dalam BBM PTK Generik program BERMUTU, 2009.

Setelah membuat studi kasus, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut:

- 1) Apa yang sedang terjadi di kelas saya?
- 2) Masalah-masalah apa yang ditimbulkan oleh keadaan tersebut?
- 3) Apa pengaruh masalah tersebut bagi kelas saya?
- 4) Apa yang terjadi jika masalah tersebut saya biarkan atau tidak segera dicarikan solusinya?

Pada awalnya, mengidentifikasi masalah adalah sulit, namun ada beberapa pertanyaan yang dapat membantu kita dalam mengidentifikasi masalah PTK. Hopkins (1993:63) mengemukakan beberapa pertanyaan untuk membantu memfokuskan permasalahan, yaitu:

- 1) Apa yang sekarang sedang terjadi?
- 2) Apakah yang sedang berlangsung itu mengandung permasalahan?
- 3) Apa yang dapat saya lakukan untuk mengatasinya?
- 4) Apakah yang ingin saya perbaiki?
- 5) Adakah gagasan yang ingin saya cobakan di kelas saya?

Setelah teridentifikasi fokus masalah PTK, untuk membantu menentukan masalah yang akan dipilih, jawablah pertanyaan berikut:



- 1) Apakah dengan fokus tersebut anda dapat memperbaikinya?
- 2) Apakah orang lain juga merasakan hal yang kurang beres itu?
- 3) Apakah anda merasa kebingungan dengan apa yang ditemukan?
- 4) Apakah anda semakin terdorong untuk mencari solusi untuk permasalahan itu?

Rumusan masalah hendaknya juga memberikan informasi tentang *what* (apa yang dipermasalahkan; *who* (siapa yang terlibat sebagai objek masalah); *where* (dimana terjadinya masalah); *when* (kapan terjadinya masalah); dan *how* (bagaimana penyimpangan).

Berikut ini contoh masalah yang bersifat umum:

"Minat belajar siswa terhadap pelajaran IPA rendah"

Dari masalah yang bersifat umum di atas, dapat dispesifikkan sebagai berikut:

" Lebih dari 70% minat dan aktivitas siswa kelas XI SMA SEDEC Bandung pada tahun 2015 terhadap pelajaran Kimia rendah".

Dari masalah di atas dapat ditelusuri hal-hal berikut:

- 1) Apa yang menjadi masalah? (*minat dan aktivitas siswa terhadap pelajaran Kimia*)
- 2) Siapa yang mengalami masalah? (*siswa kelas XI*)
- 3) Di mana masalah itu terjadi? (*di kelas XI SMA SEDEC Bandung*)
- 4) Kapan masalah itu terjadi? (*tahun 2015*)
- 5) Berapa banyak siswa yang mengalami masalah? (*lebih dari 70%*)

Setelah Anda dapat mengidentifikasi masalah. Masalah yang akan diteliti dipilih sesuai prioritas yang akan dicari solusinya. Masalah dirumuskan dalam rumusan masalah. Ada beberapa petunjuk dalam merumuskan masalah, yaitu sebagai berikut

- Masalah hendaknya dirumuskan secara jelas, dalam arti tidak mempunyai makna ganda.
- Masalah penelitian dapat dituangkan dalam kalimat tanya.
- Rumusan masalah umumnya menunjukkan hubungan antara dua atau lebih variabel. Variabel bebas berupa tindakan, variabel terikat berupa hasil tindakan tersebut.



- Rumusan masalah hendaknya dapat diuji secara empirik. Maksudnya, dengan rumusan masalah itu memungkinkan dikumpulkannya data untuk menjawab pertanyaan tersebut.
- Rumusan masalah menunjukkan secara jelas subjek dan/atau lokasi penelitian.

Contoh rumusan masalah:

Masalah	Rumusan masalah
Pertanyaan –pertanyaan yang diajukan kurang membangkitkan siswa untuk berpikir	Apakah dengan banyak mengajukan pertanyaan terbuka dan pertanyaan jenis keterampilan proses dapat membangkitkan siswa untuk beripikir?

2. Perancangan Proposal PTK

Kerja penelitian dimulai dengan membuat rencana. Rencana penelitian umumnya disebut proposal atau usulan penelitian. Pada umumnya proposal PTK terdiri atas komponen-komponen berikut; judul, pendahuluan, kajian teori/kajian pustaka, metode.

a. Judul PTK

Judul dinyatakan dengan kalimat sederhana, namun tampak jelas maksud tindakan yang akan dilakukan dan dimana penelitian dilaksanakan, jika diperlukan cantumkan semester/tahun ajaran.

Berikut contoh judul PTK:

- Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XII pada Mata Pelajaran Kimia Topik Sel Volta SMA
- Upaya Meningkatkan Keterampilan Menginfer dan Menginterpretasikan Data Dalam Pelajaran Kimia Topik Sel Elektrolisis di kelas XII SMA

b. Bagian Pendahuluan

Bagian pendahuluan berisikan tentang penjelasan:



1) Latar belakang

Dalam latar belakang dijelaskan kondisi objektif yang mengharuskan dilaksanakannya PTK. Kondisi ini merupakan hasil identifikasi guru terhadap masalah pembelajaran yang telah dilaksanakan. Masalah yang diteliti benar-benar masalah pembelajaran yang terjadi dan mendesak untuk dipecahkan, serta dapat dilaksanakan ditinjau dari ketersediaan waktu, biaya, daya dukung lainnya yang dapat memperlancar penelitian tersebut. Di samping itu, kemukakan kondisi yang ada dan kondisi pembelajaran yang seharusnya dilakukan sehingga jelas terdapat kesenjangan yang merupakan masalah yang menuntut untuk dicari solusinya melalui PTK. Secara garis besar dikemukakan juga tindakan yang akan dilakukan pada subjek pelaku tindakan dan menjelaskan mengapa tindakan tersebut diberikan. Pada bagian pendahuluan, boleh juga menyinggung teori yang melandasi diajukannya ide atau gagasan untuk mengatasi masalah.

2) Masalah dan Perumusan Masalah

Masalah dapat diidentifikasi dari fakta-fakta yang dipaparkan dalam latar belakang dan dipilih untuk dicari solusi dengan PTK. Setelah masalah ditentukan dibuat rumuskan masalahnya dalam bentuk rumusan penelitian tindakan kelas. Dalam perumusan masalah dapat dijelaskan definisi asumsi, dan lingkup yang menjadi batasan penelitian. Rumusan masalah sebaiknya menggunakan kalimat tanya dengan mengajukan alternatif tindakan yang akan dilakukan.

Contoh rumusan masalah:

Judul PTK		Rumusan Masalah
Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas XII pada Mata Pelajaran Kimia Topik Sel Volta SMA		Apakah penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada topik sel volta dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah Pada Siswa Kelas XII?



Judul PTK	Rumusan Masalah
Upaya Meningkatkan Keterampilan Menginfer dan Menginterpretasikan Data Dalam Pelajaran Kimia Topik Sel Elektrolisis di kelas XII SMA	Bagaimanakah cara meningkatkan keterampilan siswa dalam menginfer dan menginterpretasikan data pada topik Reaksi Redoks pada Sel Elektrolisis melalui model Pembelajaran Discovery Learning?

3) Pemecahan Masalah

Pada bagian ini uraikan alternatif tindakan yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah. Pendekatan dan konsep yang digunakan untuk menjawab masalah yang diteliti hendaknya sesuai dengan kaidah penelitian tindakan kelas. Cara pemecahan masalah ditentukan berdasarkan pada akar penyebab permasalahan dalam bentuk tindakan yang jelas dan terarah.

Untuk mencari akar penyebab timbulnya masalah dapat ditelaah dengan menjawab beberapa pertanyaan, misalnya:

- Bagaimanakah suasana belajar siswa dalam pelajaran Kimia?
- Apakah metode/pendekatan/model pembelajaran yang digunakan guru menarik?
- Apakah pembahasan mata pelajaran Kimia menyentuh lingkungan siswa sehari-hari?

Dengan menjawab beberapa pertanyaan yang diduga menjadi akar masalah, anda dapat menentukan alternatif pemecahan masalah.

4) Tujuan penelitian

Tujuan penelitian merupakan proses yang akan dilakukan atau kondisi yang diinginkan setelah dilaksanakannya PTK. Tuliskan tujuan penelitian yang ingin dicapai secara singkat dan jelas dengan mengacu pada permasalahan penelitian dan dapat diukur tingkat pencapaian keberhasilannya.

Contoh:



Judul	Permasalahan	Tujuan
Penggunaan Model Pembelajaran Sains-Teknologi-Masyarakat Untuk Melatihkan Keterampilan Teknologi Pada Kegiatan proyek penyepuhan di Kelas XII SMA	Apakah penerapan Model Pembelajaran Sains-Teknologi-Masyarakat (STM) dapat melatih keterampilan teknologi Pada Kegiatan proyek penyepuhan di Kelas XII SMA	Ingin mengetahui: <ul style="list-style-type: none"> • Keterlaksanaan model pembelajaran STM dalam melatih keterampilan teknologi Pada Kegiatan proyek penyepuhan di Kelas XII SMA. • Keterampilan-keterampilan teknologi apa saja yang muncul dan dapat dilatihkan pada pembelajaran berbasis proyek penyepuhan di Kelas XII SMA dengan model pembelajaran STM

5) Manfaat Hasil penelitian

Pada bagian ini uraikan kontribusi hasil penelitian baik dari segi pengembangan teori (tapi tidak terlalu ambisius) dan praktik terhadap pengembangan kualitas pembelajaran sehingga tampak manfaatnya bagi guru dan siswa, maupun komponen pendidikan di sekolah lainnya. Kemukakan inovasi yang akan dihasilkan dari penelitian ini.

c. Kajian Teori/Kajian Pustaka

Pada bagian ini diuraikan kajian-kajian teori yang mendukung permasalahan yang dibahas dalam penelitian dan mendasari usulan proposal PTK. Selain itu kemukakan juga temuan dan atau hasil/bahan penelitian lain yang mendukung pilihan tindakan untuk mengatasi permasalahan yang dikemukakan. Kajian pustaka juga digunakan untuk menyusun kerangka berpikir atau konsep yang akan digunakan dalam penelitian.

d. Metode Penelitian (Rencana dan Prosedur Penelitian)

Pada bagian ini diuraikan secara jelas setting penelitian yang akan dilakukan. Kemukakan subjek penelitian, waktu, lamanya tindakan, serta lokasi penelitian secara jelas. Contoh: subjek penelitian adalah siswa kelas XI SMA SEDEC Bandung berjumlah 40 orang terdiri atas 20 orang siswa laki-laki dan 20



orang siswa perempuan dengan tingkat kemampuan siswa rata-rata. Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari s. d April tahun 2015.

Prosedur atau rencana tindakan dituliskan secara rinci mulai dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi, dan refleksi serta evaluasi. Tunjukkan siklus-siklus kegiatan penelitian dengan menguraikan indikator keberhasilan yang dicapai setiap siklus sebelum pindah ke siklus berikutnya. Jumlah siklus sebaiknya lebih dari satu. Untuk dapat membantu menyusun bagian ini, disarankan untuk menuliskan pokok-pokok rencana kegiatan dalam suatu tabel. Contohnya sebagai berikut.

Contoh Pokok-pokok Rencana Kegiatan

Siklus I	Refleksi awal	<ul style="list-style-type: none">• Menganalisis hasil pembelajaran dengan pada topik tertentu• Identifikasi masalah yang terjadi , menyusun hipotesis tindakan
	Perencanaan	<ul style="list-style-type: none">• Mendiskusikan apa yang harus disiapkan untuk melakukan tindakan• Merencanakan pembelajaran yang akan diterapkan dalam PBM• Menentukan materi pokok• Mengembangkan skenario pembelajaran dengan model pembelajaran X• Menyusun LKS• Menyiapkan sumber belajar• Mengembangkan format/instrumen evaluasi• Mengembangkan format observasi
	Tindakan	<ul style="list-style-type: none">• Menerapkan tindakan mengacu pada skenario pembelajaran
	Observasi	<ul style="list-style-type: none">• Melakukan observasi dengan menggunakan format observasi• Menilai hasil tindakan
	Refleksi	<ul style="list-style-type: none">• Melakukan evaluasi dari setiap macam tindakan yang telah dilakukan• Mendiskusikan hasil evaluasi



		<ul style="list-style-type: none"> • Memperbaiki pelaksanaan tindakan sesuai hasil evaluasi
Siklus II	Perencanaan	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikasi masalah yang muncul dari perlakuan pada siklus 1 • Penetapan alternatif pemecahan masalah • Pengembangan program tindakan II
	Tindakan	<ul style="list-style-type: none"> • Pelaksanaan program tindakan II
	Observasi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan observasi terhadap pelaksanaan program tindakan II dengan menggunakan format observasi • Menilai hasil tindakan
	Refleksi	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan evaluasi dari setiap macam program tindakan II yang telah dilakukan • Mendiskusikan hasil evaluasi
Siklus berikutnya	dst	Dst

Sumber: Suhardjono: (2006: 70-71)

Di dalam bagian metode penelitian juga diuraikan prosedur pengumpulan data yang mencakup teknik pengumpulan data (apakah menggunakan teknik wawancara, tes, dokumen, observasi, dll), instrumen yang digunakan, serta cara mengolah data.

e. Jadwal penelitian

Pada bagian ini dijelaskan rencana jadwal penelitian yang meliputi perencanaan, persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan hasil penelitian. Umumnya jadwal penelitian disajikan dalam bentuk gambar diagram atau tabel.



Tabel.1 Contoh Jadwal Penelitian

No	Rencana Kegiatan	Waktu (minggu ke)					
		1	2	3	4	5	6
1.	Persiapan						
	Menyusun perangkat pembelajaran	—	—				
	Menyiapkan alat dan bahan	—	—				
	Menyusun instrumen			—			
2	Pelaksanaan						
	Menyiapkan kelas		—		—		
	Melakukan tindakan siklus 1						
	Melakukan tindakan siklus II			—			
3	Penyusunan Laporan						
	Menyusun konsep laporan						
	Seminar Hasil penelitian				—		
	Perbaikan laporan				—		
	Penggandaan laporan						—

D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan 1

Setelah Anda mempelajari uraian materi tentang konsep PTK dan terutama langkah-langkah melakukan PTK, Anda dapat mencoba melakukan refleksi diri terhadap pembelajaran kimia di SMA yang telah dilakukan selama ini dengan cara melakukan evaluasi diri mengidentifikasi hal-hal yang menurut Anda kurang berhasil dalam membelajarkan peserta didik dalam mata pelajaran kimia.

Tuliskan hasil refleksi Anda secara singkat.



Kegiatan 2

Untuk dapat mengidentifikasi masalah pembelajaran, Anda dapat melakukan aktivitas pembelajaran berikut.

1. Pelajarilah contoh studi kasus berikut.
2. Jawablah pertanyaan-pertanyaan setelah membaca contoh studi kasus tersebut!

Contoh studi kasus

Sulitkah Mempertahankan Minat Belajar Mereka?

Sebagai seorang guru, saya berkeinginan agar siswa merasa senang saat belajar dan tetap mengikuti pembelajaran sampai jam pelajaran berakhir. Pada kesempatan ini pelajaran yang akan saya sampaikan adalah Reaksi Redoks Pada Sel Elektrolisis

Konsep yang tercantum dalam RPP adalah reaksi redoks dalam sel elektrolisis dalam kisaran kompetensi dasar: Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan.

Seperti kita ketahui bahwa pelajaran aspek Kimia sudah dipelajari siswa sejak di SMP. Sehingga siswa tentunya tidak merasa asing terhadap Laboratorium beserta alat dan bahannya sampai petunjuk kegiatannya (LKS).

Sabtu, 23 September 2015, pukul 09.50, dilaksanakanlah pembelajaran di kelas XII SMAN SEDEC. Kegiatan belajar saat itu menggunakan pendekatan kontekstual dan siswa belajar dalam kelompok yang terdiri atas 4 orang dan dibagi menjadi 10 kelompok. Pengaturan meja dan bangku disusun membentuk angka II. Pada awal pembelajaran saya lupa meminta siswa untuk menghadap ke depan papan tulis, sehingga ada beberapa siswa yang membelakangi guru. Saat itu saya begitu bersemangat untuk membawa siswa mengerti akan konsep elektrolisis dan reaksi redoks yang terjadi pada sel elektrolisis

Apersepsi disampaikan dalam waktu kurang dari 15 menit, dengan mengajukan pertanyaan tentang reaksi redoks pada sel volta, Namun apa yang terjadi?



Beberapa siswa yang belum siap untuk belajar. Mereka masih membolak-balikkan buku siswa

Saya menunggu sejenak, kemudian saya pun mendemonstrasikan percobaan elektrolisis larutan rangkaian sel yang pertama tidak diberikan arus listrik dan yang kedua diberikan arus listrik. Kemudian penjelasan berlanjut instruksi : "Coba pelajari LKS topik Sel elektrolisis dan lakukan praktikum secara berkelompok!"

Saya memperhatikan ada beberapa siswa yang tidak mengikuti penjelasan itu. Penjelasan yang disampaikan dianggap angin lalu dan mereka asyik membaca buku siswa. Rezki adalah satu dari siswa tadi yang mengantuk dan meletakkan kepalanya di meja.

"Anak-anak, coba apa yang akan terjadi di katoda ketika kita melakukan elektrolisis larutan Na_2SO_4 ? Apakah kita memerlukan indikator untuk mendeteksi hasil reaksi pada katoda? "Ucapan saya mulai sedikit menarik perhatian siswa saat melakukan tahap kontak dalam kontekstual. Lalu kegiatan belajar mulai melangkah ke tahap keingintahuan." Coba kalian perhatikan tabung U , pada kaki tabung U mana ion OH^- akan dihasilkan?

Dengan pancingan pertanyaan itu siswa mulai bekerja dalam kelompok untuk bereksplorasi sesuai LKS pada tahap elaborasi. Setiap kelompok siswa mendapatkan 2 lembar LKS. Ada siswa yang sudah aktif membaca dan langsung ingin mencoba melakukan kegiatan seperti perintah dalam LKS, tapi ada juga yang diam menonton.

Seperti pada awal pembelajaran Reki berada pada keadaan yang belum mau belajar dan malas mengikuti kegiatan kelompok. Rafima, teman sekelompoknya mulai menegur. "Ayo Reki baca LKS-nya, bantu saya dong, jangan diam saja," Gerutu Rafima. Dengan terpaksa Reki mulai melirik demi LKS. Setelah ditemukan hal yang menarik dari kegiatan yang dilakukan teman temannya, mulailah minat Reki muncul. Perlahan la mulai melakukan kegiatan dan berdiskusi tentang gejala yang timbul setelah meneteskan indikator fenolftalein. "Kok aneh ya warnanya berubah? Terbukalah suatu diskusi kelompok untuk membahas gejala yang timbul dan mereka mencatatnya pada tabel pengamatan..

Sambil berkeliling membimbing kegiatan yang dilakukan siswa kelompok demi kelompok, saya memperhatikan aktivitas siswa. Saya merasa pembelajaran



saat itu berhasil karena saya dapat membaca siswa senang dan betah belajar dari kegiatan eksperimen sel eletrolisis ini.

Setelah kegiatan kelompok berakhir saya mulai masuk pada tahap nexus yaitu tahap pembahasan data perumusan rangkuman. Dengan sangat tergesa-gesa, saya langsung memberikan penjelasan, tapi sayangnya penjelasan itu tidak menimbulkan adanya interaksi siswa dengan guru. Informasi banyak bersumber dari guru sehingga saya-lah yang memonopoli pembicaraan. .

Saya merasa kecewa. Awalnya saya mengira pembelajaran saat itu berhasil, ternyata tidak. Saya tidak dapat mempertahankan semangat belajar siswa yang justru malah di akhir jam pelajaran.

Pertanyaan:

1. Gejala atau fenomena apakah yang muncul pada suasana belajar pada *case study*: Sulitkah Mempertahankan Minat Belajar Mereka? (misal suasana kelas, keadaan siswa, perilaku siswa, kejadian di kelas)
2. Apakah yang menjadi masalah utama/esensial guru yang tertulis dalam *case study*: Sulitkah Mempertahankan Minat Belajar Mereka?
3. Hal-hal apakah yang menyebabkan timbulnya fenomena belajar dalam *case study* tersebut?
4. Tuliskanlah rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan!

Kegiatan 2:

Lakukan identifikasi masalah dalam pembelajaran kimia kemudian tentukan masalah tersebut berada pada area mana pada format klasifikasi masalah berikut!



Format Klasifikasi Masalah

No	Sumber masalah	Masalah Pembelajaran yang Teridentifikasi	Area Masalah		
			Pengembangan Kurikulum	Penguatan Materi Subjek	Praktik/ Pelaksanaan Pembelajaran
1	2	3	4	5	6
1	Pengalaman mengajar mata pelajaran kimia di SMA				
2	Kondisi atau respon siswa ketika mempelajari topik kimia				
3	LKS dan Laporan Praktikum siswa dari RPP				
4.	.....			

Tuliskan masalah dalam pernyataan kalimat yang menunjukkan kondisi yang tidak memuaskan, berilah tanda v pada kolom 4,5, atau 6 sesuai dengan masalah yang teridentifikasi

Kegiatan 3:

Buatlah proposal PTK sesuai dengan perencanaan PTK yang akan dilakukan di kelas yang Anda ampu.



E. Latihan/Kasus/Tugas

Untuk mengetahui pemahaman anda terhadap materi yang telah dipelajari, jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan cara melingkari huruf di depan jawaban yang dianggap benar.

1. Penelitian Tindakan Kelas dewasa ini banyak digeluti oleh guru. Alasan apakah yang mendorong anda melakukan penelitian tindakan kelas?
 - A. Meningkatkan keterampilan mengajar anda di kelas.
 - B. Menunjukkan kemahiran anda dalam meneliti.
 - C. Meyakinkan para orang tua murid untuk menjadi sponsor.
 - D. Membantu Kepala Sekolah dalam mencari solusi pengelolaan sekolah.
2. Penelitian Tindakan Kelas dapat meningkatkan kualitas pendidik dalam pembelajaran. Oleh karena itu melalui PTK akan meningkatkan hasil belajar peserta didik, karena
 - A. penelitian tindakan kelas dilakukan serempak bersama-sama di seluruh sekolah.
 - B. penelitian tindakan kelas dilakukan bersama dengan mitra guru lain.
 - C. semangat kompetitif di antara para guru untuk menghasilkan kinerja yang baik.
 - D. proses pendidikan berkaitan erat dengan keluaran pendidikan.
3. Penelitian Tindakan Kelas termasuk penelitian terapan. Penelitian Tindakan Kelas pada hakikatnya adalah upaya....
 - A. dari pengambil kebijakan untuk memperbaiki kualitas pembelajaran.
 - B. dari guru untuk meningkatkan atau memperbaiki proses pembelajaran ke arah tercapainya tujuan pembelajaran itu sendiri.
 - C. berbagai pihak unuk meningkatkan profesionalisme guru.
 - D pemerintah unuk meningkatkan kualitas pendidikan.
4. Penelitian Tindakan Kelas memiliki beberapa karakteristik yang berbeda dengan penelitian lain. Berikut ini karakteristik penelitian tindakan kelas, **kecuali...**



- A. masalah yang diangkat untuk dipecahkan melalui PTK harus berasal dari persoalan praktik pembelajaran sehari-hari yang dihadapi oleh guru. Permasalahan penelitian hendaknya bersifat konstektual dan spesifik
 - B. penelitian Tindakan Kelas berlingkup makro, dilakukan dalam lingkup besar, bisa satu sekolah atau beberapa sekolah di suatu daerah tertentu, sehingga harus menghiraukan kerepresentatifan sampel. Istilah sampel dan populasi diperlukan dalam PTK ini, karena hasil PTK untuk digeneralisasikan
 - C. tujuan utama Penelitian Tindakan Kelas adalah untuk meningkatkan/memperbaiki praktik-praktik pembelajaran secara langsung daripada menghasilkan pengetahuan.
 - D. hasil temuan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) adalah pemahaman mendalam mengenai kehidupan kelas dan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) bersifat praktis dan langsung relevan untuk situasi yang aktual di dalam dunia kerja atau dunia pendidikan.
5. Ada beberapa prinsip yang harus diacu dalam melakukan penelitian Tindakan Kelas. Berikut ini prinsip-prinsip dalam melakukan PTK, **kecuali**
- A. tidak mengganggu tugas utama guru dalam melaksanakan PBM.
 - B. masalah penelitian yang diambil hendaknya dapat dipecahkan oleh guru dan tidak terlalu kompleks.
 - C. pemecahan masalah hendaknya mengacu pada kebutuhan guru sebagai peneliti untuk memberikan perhatian pada prosedur-prosedur di lingkungan kerjanya.
 - D. metode pengumpulan data mengacu pada metode-metode deskriptif-kuantitatif.
6. Dalam istilah PTK terdapat kata-kata kunci penelitian, tindakan, dan kelas. Yang dimaksud dengan kelas dalam konteks ini adalah ...
- A. ruang tempat guru mengajar
 - B. sekelompok siswa yang sedang belajar
 - C. sekelompok orang yang sedang membahas sesuatu
 - D. ruang tempat siswa melakukan aktivitas



7. Desain PTK dapat mengacu pada model Lewin, Kemmis, atau Elliot. Dari ketiga model tersebut terdapat persamaan, yaitu adanya kegiatan-kegiatan yang berurutan. Kegiatan-kegiatan tersebut adalah
 - A. refleksi, perencanaan, pelaksanaan, evaluasi.
 - B. perencanaan, tindakan, pengamatan, refleksi-evaluasi.
 - C. perencanaan, tindakan, evaluasi, refleksi
 - D. perencanaan, pengamatan, tindakan, evaluasi

8. Desain Penelitian Tindakan Kelas terdiri atas rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam siklus berulang. Yang dimaksud satu siklus adalah kegiatan yang meliputi
 - A. perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi
 - B. refleksi awal, tindakan, pengamatan, dan refleksi
 - C. identifikasi masalah, perumusan masalah, dan alternatif pemecahan
 - D. penentuan masalah, perumusan tindakan, refleksi, dan evaluasi

9. Manakah dari pernyataan berikut ini merupakan beberapa keunggulan PTK?
 - A. dapat digunakan sebagai pengembangan inovasi pembelajaran
 - B. dapat digunakan untuk mengembangkan implementasi kurikulum di tingkat kelas
 - C. tujuan penelitian bersifat situasional dan praktis dengan berbagai situasi
 - D. berguna untuk mengembangkan kepakaran mengajar dan pengembangan ilmu

10. Pernyataan berikut merupakan manfaat dari penelitian.
 - i. Memperbaiki kinerja-kinerja guru agar nilai kinerjanya baik.
 - ii. Meningkatkan dan memperbaiki praktek pembelajaran yang seharusnya dilakukan oleh guru
 - iii. Membandingkan kemampuan rata-rata pencapaian hasil belajar antar kelas .
 - iv. Membantu guru mengatasi masalah pembelajaran dan pendidikan di dalam kelas

Pernyataan yang merupakan manfaat Penelitian Tindakan yang dilakukan guru adalah. . . .



- A. i dan ii
- B. i dan iii
- C. ii dan iii
- D. ii dan iv

Pelajarilah contoh kasus berikut, jawablah pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan kasus di bawah ini!

Ibu Santi, guru kimia mengajar di kelas XII. Ia merasa kurang berhasil dalam pengelolaan pembelajaran kimia yang disajikan dengan metode eksperimen pada topik Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pada saat eksperimen selalu kekurangan waktu sampai siswa menemukan konsep yang harus dicapai melalui percobaan. Sebagian siswa kurang terkendali atau ribut sebagian lagi tidak aktif pada saat melakukan praktikum. Pada saat diskusi hasil eksperimen hanya sebagian siswa saja yang aktif. Hasil postes yang dilakukan 60 % siswa tidak mencapai KKM pada konsep tersebut.

Ibu Santi ingin memperbaiki kualitas pembelajarannya sehingga KKM tercapai dan semua siswa terlibat dalam pembelajaran melalui Penelitian Tindakan Kelas.

Seandainya kasus tersebut terjadi di kelas Anda, rancanglah disain PTK yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran pada konsep tersebut dengan urutan:

- a. Tuliskan hasil identifikasi masalah yang muncul dalam pembelajaran.
- b. Tuliskan masalah pembelajaran yang akan diangkat sebagai bahan PTK.
- c. Tuliskan rumusan masalah PTK yang akan dicari solusinya
- d. Susunlah rencana tindakan yang akan dilakukan



F. Rangkuman

Penelitian tindakan dalam konteks pendidikan dan pembelajaran dikenal dengan nama Penelitian Tindakan Kelas, yaitu suatu kegiatan/ upaya di dalam kelas dari berbagai pihak terkait, khususnya guru sebagai pengajar untuk meningkatkan atau memperbaiki proses belajar mengajar ke arah tercapainya kualitas pengajaran itu sendiri. Masalah penelitiannya bersifat spesifik dan bersumber dari lingkungan kelas yang dirasakan sendiri oleh guru untuk diperbaiki, dievaluasi, dan akhirnya dibuat suatu keputusan serta dilaksanakan suatu tindakan untuk memperbaiki masalah dalam pembelajaran tersebut. Penelitian Tindakan Kelas mempunyai beberapa karakteristik, yaitu di antaranya: permasalahan yang akan dicari solusinya berasal dari persoalan pembelajaran sehari-hari di kelas, berskala mikro, hasil temuan tidak untuk digeneralisasikan, bersifat kontekstual, merupakan penelitian terapan dengan tindakan, penelitiannya berfungsi ganda, merupakan penelitian kolaboratif, dan langkah penelitian berupa siklus yang sistematis. Penyusunan proposal PTK merupakan bagian dari tahap pertama dalam desain PTK, yaitu perencanaan. Di dalam proposal PTK komponen-komponen yang harus ada minimal mencakup hal-hal berikut: 1) Judul, 2) Pendahuluan, 3) Kajian Teori, 4) Metode penelitian dan 5) Jadwal penelitian

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan membandingkan dengan kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.



KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

Kunci Jawaban

1. A
2. C
3. B
4. B
5. C
6. B
7. C
8. B
9. A
10. B



EVALUASI

1. Penelitian Tindakan Kelas dapat meningkatkan kualitas pendidik dalam pembelajaran. Oleh karena itu melalui PTK akan meningkatkan hasil belajar peserta didik, karena
 - A. penelitian tindakan kelas dilakukan serempak bersama-sama di seluruh sekolah.
 - B. penelitian tindakan kelas dilakukan bersama dengan mitra guru lain.
 - C. semangat kompetitif di antara para guru untuk menghasilkan kinerja yang baik.
 - D. proses pendidikan berkaitan erat dengan keluaran pendidikan.

2. Ada beberapa prinsip yang harus diacu dalam melakukan penelitian Tindakan Kelas. Berikut ini prinsip-prinsip dalam melakukan PTK, **kecuali**
 - E. tidak mengganggu tugas utama guru dalam melaksanakan PBM.
 - F. masalah penelitian yang diambil hendaknya dapat dipecahkan oleh guru dan tidak terlalu kompleks.
 - G. pemecahan masalah hendaknya mengacu pada kebutuhan guru sebagai peneliti untuk memberikan perhatian pada prosedur-prosedur di lingkungan kerjanya.
 - H. metode pengumpulan data mengacu pada metode-metode deskriptif-kuantitatif.

3. Desain Penelitian Tindakan Kelas terdiri atas rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam siklus berulang. Yang dimaksud satu siklus adalah kegiatan yang meliputi
 - A. perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi
 - B. refleksi awal, tindakan, pengamatan, dan refleksi
 - C. identifikasi masalah, perumusan masalah, dan alternatif pemecahan
 - D. penentuan masalah, perumusan tindakan, refleksi, dan evaluasi



4. Berikut ini adalah petunjuk dalam merumuskan masalah, kecuali....
- A. Masalah hendaknya dirumuskan secara jelas, dalam arti tidak mempunyai makna ganda.
 - B. Rumusan masalah menunjukkan secara jelas subjek dan/atau lokasi penelitian.
 - C. Rumusan masalah umumnya menunjukkan hubungan antara dua atau lebih variabel.
 - D. Rumusan masalah tidak perlu dapat diuji secara empirik.
5. Judul PTK harus menggambarkan
- A. upaya perbaikan pembelajaran
 - B. masalah dalam pembelajaran
 - C. masalah dalam pendidikan
 - D. perbaikan sistem persekolahan
6. Seorang guru ingin memperbaiki pembelajaran pada konsep kesetimbangan kimia dengan melakukan Penelitian Tindakan Kelas. Dia melakukan refleksi terhadap hasil belajar pada konsep tersebut pada tahun sebelumnya dengan hasil sebagai berikut.

No	Indikator	Pencapaian Hasil
1.	Rata-rata nilai	50%
3.	Jumlah siswa yang aktif	20%
4.	Jumlah siswa yang tuntas belajar atau mencapai KKM (> 65) untuk konsep tersebut	40%

- Berdasarkan data Guru tersebut ingin memperbaiki pembelajaran pada konsep tersebut melalui PTK. Masalah yang tepat pada penelitian tersebut adalah....
- A. "Apakah pembelajaran kooperatif pada konsep kesetimbangan dapat meningkatkan proses belajar dan aktifitas siswa "
 - B. "Apakah pembelajaran kooperatif dapat meningkatkan hasil belajar dan aktifitas siswa pada konsep kesetimbangan "
 - C. "Apakah pembelajaran kooperatif pada konsep kesetimbangan dapat meningkatkan proses belajar dan aktifitas siswa "



D. "Apakah pembelajaran kooperatif dapat meningkatkan hasil belajar pada konsep kesetimbangan "

7. Seorang guru ingin memperbaiki pembelajaran pada konsep sel Elektrokimia kimia dengan melakukan Penelitian Tindakan Kelas. Selama ini dia menyajikan pembelajaran dengan ceramah dan latihan soal. Dia melakukan refleksi terhadap hasil belajar pada konsep tersebut pada tahun sebelumnya dengan hasil sebagai berikut.

No	Indikator	Pencapaian Hasil
1.	Rata-rata nilai	50%
3.	Jumlah siswa yang aktif	30%
4.	Jumlah siswa yang tuntas belajar atau mencapai KKM (> 65) untuk konsep tersebut	40%

Berdasarkan data Guru tersebut ingin memperbaiki pembelajaran pada konsep tersebut melalui PTK. Masalah yang tepat pada penelitian tersebut adalah....

- A. "Apakah pembelajaran konsep sel elektrokimia dengan metode eksperimen dapat meningkatkan hasil belajar dan aktifitas siswa "
- B. "Apakah pembelajaran dengan metode eksperimen pada konsep sel elektrokimia dapat meningkatkan proses belajar dan aktifitas siswa "
- C. "Apakah pembelajaran dengan metode eksperimen pada konsep elektrokimia dapat meningkatkan proses belajar "
- D. Apakah pembelajaran dengan eksperimen dapat meningkatkan hasil belajar pada konsep sel elektrokimia "

8. Pernyataan berikut merupakan manfaat dari penelitian.

- v. Memperbaiki kinerja-kinerja guru agar nilai kinerjanya baik.
- vi. Meningkatkan dan memperbaiki praktek pembelajaran yang seharusnya dilakukan oleh guru
- vii. Membandingkan kemampuan rata-rata pencapaian hasil belajar antar kelas .
- viii. Membantu guru mengatasi masalah pembelajaran dan pendidikan di dalam kelas

PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi J yang berjudul Penelitian Tindakan Kelas disiapkan untuk guru pada kegiatan baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi J. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, latihan dsb.

Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan kegiatan.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi J ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.



DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Elliot, J., (1992), *Action Research for Educational Change*, Buckingham: Open University Press.
- Hopkin S, David, (1992), *A Teacher's Guide to Classroom Research* (2nd Ed.), Buckingham: Open University Press.
- Hopkin, D., (1993), *A Teacher's Guide to Classroom Research*, Buckingham: Open University Press.
- Rochiati Wiriaatmadja, 2005, *Metode Penelitian Tindakan Kelas, Untuk Meningkatkan Kinerja Guru dan Dosen*, Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Suharsimi Arikunto, Suhardjono, dan Supardi, (2006), *Penelitian Tindakan Kelas*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Zainal Aqib, (2006), *Penelitian Tindakan Kelas*, Bandung: CV Yrama Widya.

Jurnal :

- Dixon, P.J., (2001), *Encouraging Participation in a Middle School Classroom*.
<http://www.enc.org/profesional/research/journal/science/ch3,00.sht>.

Internet :

- Coe, (2001), *How is Action Research Defined?*, Florida : Atlantic University,
<http://www.fau.edu/divdept/coe/sfcel/define.htm>
- Gabel, D. (1995). *An Introduction to Action Reserch*, San Francisco,
<http://www.phy.nau.edu/~danmac/actionrsch.html>
- Guerrero, JL. (1995), *Research Paradigm Shift: Participatory Action Research*.
<http://interwork.sdsu.edu/projects/rrtcp/pubs/par.html>.



Kailin, SM., (2001), *Classroom Action Research: Empowering Teachers to Improve Their Own Practice*,
<http://www.wcer.wisc.edu/pubs/newsletters/winter1997/classroom.resr.v2.no.1.htm>.

Riding, P., Fowel, S., & Levy, P, (2001), *An Action Research Approach To Curriculum Development*. <http://informationr.net/ir/1-1/paper2.html>.

GLOSARIUM

- CAR : ***Classroom Action Research***
- Reconnaissance* : Penelitian pendahuluan dalam PTK yang dilakukan peneliti sebelum melakukan perencanaan
- Penelitian *participatory* : Penelitian yang menekankan keterlibatan pihak-pihak lain agar merasa ikut serta memiliki program penelitian tersebut, serta mereka berniat ikut aktif memecahkan masalah bersama.
- Siklus : Rangkaian kegiatan dalam PTK yang meliputi perencanaan, tindakan, pengamatan, dan refleksi.





**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

PERANCANGAN EKSPERIMEN, KIMIA NANOTEKNOLOGI

Penulis:

Aritta Megadomani, M.Pd., dkk



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN KIMIA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

PERANCANGAN EKSPERIMEN, KIMIA NANOTEKNOLOGI

Penulis:

Aritta Megadomani, M.Pd., dkk



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN KIMIA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI J

PERANCANGAN EKSPERIMEN, KIMIA NANOTEKNOLOGI

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Aritta Megadomani, S.Si, M.Pd	022-4231191	rithablue@gmail.com
Yayu Sri Rahayu, S.Si, M.Pkim.,	022-4231191	yayusrhy@gmail.com
Sumarni Setiasih, S.Si, M.Pkim	022-4231191	enni_p3gipa@yahoo.co.id

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si
Dr. I Nyoman Marsih, M.Si
Dr. Suharti, M.Si
Dra. Lubna, M.Si
Angga Yudha, S.Si

Penata Letak

Titik Uswah, S.P., M.Pd.

Copyright © 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

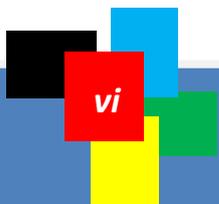


Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, dan Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. CARA PENGGUNAAN MODUL	3
PEMBELAJARAN	5
KIMIA BARU DUNIA NANOTEKNOLOGI	5
A. TUJUAN	7
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	7
C. URAIAN MATERI	7
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	37
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	38
F. RANGKUMAN	42
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	42
PERANCANGAN EKSPERIMEN KIMIA	43
A. TUJUAN	43
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	44
C. URAIAN MATERI	44
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	70
E. LATIHAN/KASUS/TUGAS	71
F. RANGKUMAN	72
G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	72



	PERANCANGAN EKSPERIMEN KIMIA (II)	73
	A. TUJUAN	74
	B. INDIKATOR KETERCAPAIAN KOMPETENSI	74
	C. URAIAN MATERI	74
	D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN	106
	E. RANGKUMAN	106
	F. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT	106
	KUNCI JAWABAN	107
	EVALUASI	113
	PENUTUP	119
	DAFTAR PUSTAKA	121
	GLOSARIUM	125



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.1	Sifat-Sifat Bahan Keramik dengan Baja Lunak Sebagai Perbandingan	25
Tabel 2.1	Keterampilan Proses Dasar dan Terpadu	46
Tabel 2.2	Langkah-langkah metode ilmiah dan Kejadiannya	47
Tabel 2.3	Identifikasi Topik kimia untuk eksperimen	69

DAFTAR GAMBAR

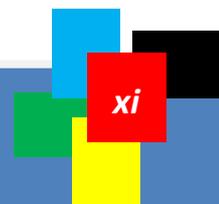
		Hal
Gambar 1	Diagram Alir Cara Penggunaan Modul	3
Gambar 1.1	Ilustrasi teknologi nanorobot dalam darah untuk mendeteksi penyakit	5
Gambar 1.2	<i>Scanning tunneling microscope</i>	6
Gambar 1.3	Penggabungan Molekuler yang Dibayangkan oleh Drexler	8
Gambar 1.4	Perbandingan skala nano dengan benda lain, serta contohnya	9
Gambar 1.5	Ilustrasi sebuah <i>Nanofactory</i>	11
Gambar 1.6	Monitor LCD	13
Gambar 1.7	a. Lelehan kolesterol benzoat di atas 179°C (bening) b. Kolesterol benzoat antara suhu 179°C dan 145°C, terbentuk fasa kristal cair seperti susu	14
Gambar 1.8	Jenis fasa kristal cair	15
Gambar 1.9	Struktur molekul kristal cair pada kolesterol benzoat	16



Gambar 1.10	a. Prinsip kerja kristal cair sebelum diberi medan listrik b. Prinsip kerja kristal cair setelah diberi medan listrik	16
Gambar 1.11	Struktur Selulosa	17
Gambar 1.12	Monomer Selulosa	18
Gambar 1.13	PPMA digunakan untuk lensa kontak	19
Gambar 1.14	Struktur kimia PPMA	19
Gambar 1.15	Proses pembuatan nilon	20
Gambar 1.16	Struktur Polikarbonat	21
Gambar 1.17	Ilustrasi dari nanorobot yang bekerja memperbaiki jaringan atau sel dan sistem nanogear yang menggerakkan nanorobot tersebut	21
Gambar 1.18	Struktur Fullerene	22
Gambar 1.19	Carbon nanotube jenis SWNT	23
Gambar 1.20	Carbon nanotube jenis MWNT	23
Gambar 1.21	SEM image of nanowire	24
Gambar 1.22	Quantum dots bulk	25
Gambar 1.23	Struktur molekul itrium-barium-tembaga oksida (YBa ₂ Cu ₃ O ₇)	27
Gambar 1.24	(a) Film tipis digunakan secara luas sebagai pelapis optik pada lensa (b) Pelapis mata bor	28
Gambar 1.25	Struktur carbonsilane campuran rantai lurus dan siklik	30
Gambar 1.26	Aplikasi nanoteknologi pada industri kain	36
Gambar 3.1	Reaksi KI dengan Pb(NO ₃) ₂	75
Gambar 3.2	Alat Generator Gas	88



Gambar 3.3	Perangkat pembuatan gas oksigen	89
Gambar 3.4	Perangkat Pembuatan gas hidrogen	90
Gambar 3.5	Rangkaian alat penghasil gas amonia	91
Gambar 3.6	Menampung gas NH ₃	91
Gambar 3.7	Air mancur berwarna	92
Gambar 3.8	Perangkat pembuatan gas CO ₂	93
Gambar 3.9	Perangkat pembuatan gas klor	94
Gambar 3.10	Padatan Kristal NaOH	99
Gambar 3.11	Rangkaian Sel Volta	101
Gambar 3.12	Padatan MgSO ₄	103
Gambar 3.13	Padatan CuSO ₄	103
Gambar 3.14	Padatan ZnSO ₄	104
Gambar 3.15	Padatan Pb(NO ₃) ₂	104
Gambar 3.16	Padatan KCl	105





PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru merupakan tenaga profesional yang bertugas merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran, menilai hasil pembelajaran, melakukan pembimbingan dan pelatihan. Untuk melaksanakan tugas tersebut, guru dituntut mempunyai empat kompetensi yang mumpuni, yaitu kompetensi pedagogik, profesional, sosial dan kepribadian. Agar kompetensi guru tetap terjaga dan meningkat. Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Untuk bahan belajar (*learning material*) guru, dikembangkan modul yang menuntut guru belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul yang berjudul “Perancangan Eksperimen Kimia dan Kimia Nanoteknologi” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi J. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut.

Di dalam modul kelompok kompetensi J ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti kegiatan. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi J, ruang lingkup, dan saran penggunaan modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk pengujian diri.



B. Tujuan

Setelah guru belajar dengan modul ini diharapkan Anda memahami materi kompetensi profesional tentang Kimia Baru Dunia Nanoteknologi dan Perancangan Eksperimen .

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori kimia meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah:

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.7 Menjelaskan penerapan hukum-hukum kimia dalam teknologi yangterkait dengankimia terutama yang dapat ditemukan dalam kehidupansehari-hari	20.7.12 Mendeskripsikan pengertian nanoteknologi dalam industri kimia 20.7.13 Menjelaskan fungsi dan manfaat nanoteknologi dalam kehidupan 20.7.14 Mendeskripsikan penerapan ilmu kimia dalam industri nanoteknologi
20.12. Merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian.	20.12.1 Mengidentifikasi topik kimia yang disajikan menggunakan metode eksperimen untuk kegiatan penelitian 20.12.2 Menentukan variabel-variabel pada keterampilan proses sebagai dasar pengembangan eksperimen 20.12.3 Membuat lembar kerja siswa untuk eksperimen sesuai dengan kriteria 20.12.4 Mengidentifikasi topik kimia untuk kegiatan penelitian 20.12.5 Merancang eksperimen untuk suatu penelitian kimia
20.12. Merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian.	20.12.6. Mengidentifikasi zat kimia yang diperlukan untuk kegiatan eksperimen atau demonstrasi kimia. 20.12.7. Menghitung zat kimia yang diperlukan untuk kegiatan eksperimen atau demonstrasi.



D. Ruang Lingkup

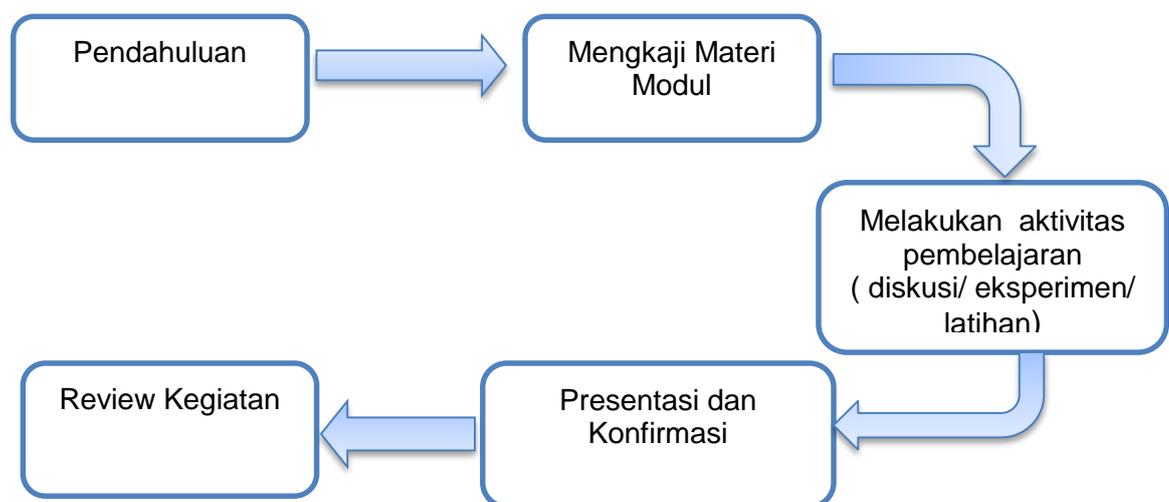
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi J, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Kimia Baru Dunia Nanoteknologi
2. Perancangan Eksperimen I tentang disain LKS
3. Perancangan Eksperimen II tentang persiapan bahan praktikum Kimia

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sbb.



Gambar 1. Diagram Alir Cara Penggunaan Modul



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi pada modul
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi pada modul
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi pada modul

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi pada modul yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: KIMIA BARU DUNIA NANOTEKNOLOGI



Gambar 1.1 Ilustrasi teknologi nanorobot dalam darah untuk mendeteksi penyakit

Sumber: Gudang ilmu Pengetahuan

Nanoteknologi atau merupakan salah satu bidang sains terapan terutama pada bidang kimia dan fisika yang menekankan pada struktur, sintesis kimia, karakterisasi, dan penggunaan bahan-bahan dan peranti-peranti pada skala (molekuler) nanometer, atau sepermilyar meter.

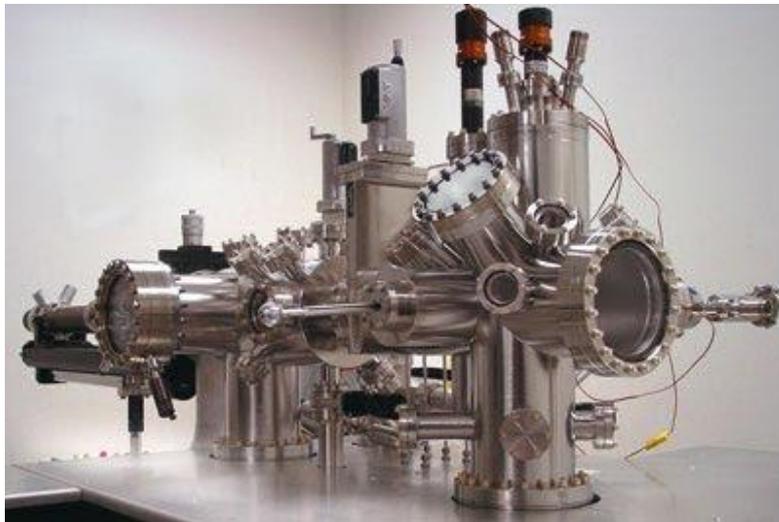
Nanoteknologi ditemukan pada tahun 1959 oleh ilmuwan Richard Feynman yang memprediksi

kemungkinan memanipulasi atom. Richard Feynman menyatakan: “*There is plenty room at the bottom*”, bahwa seorang fisikawan mampu membuat senyawa kimia dengan struktur apapun yang diinginkan seorang kimiawan, dengan cara menyusun atom-atom yang diperlukan, dan merangkainya berdasarkan prinsip-prinsip mekanis. Nanoteknologi merupakan salah satu teknologi yang dianggap sebagai pendorong utama pertumbuhan industri kimia baru dengan rekayasa atom-atom secara molekuler. Perkembangan nanoteknologi dalam kimia dan fisika yang pesat sehingga dapat mengubah wajah teknologi pada umumnya karena nanoteknologi merambah semua bidang ilmu serta dapat mengubah sistem perekonomian secara global.

Pada tahun 1981, para ilmuwan dari IBM menciptakan alat pertama untuk memanipulasi atom yang dinamakan mikroskop tunneling. Dengan bantuan mikroskop tunneling, para ilmuwan tidak hanya dapat melihat atom, tetapi juga



mengangkat dan memindahkan atom tersebut. Atom dapat disusun kembali dengan cara yang menarik, seperti menyusun blok lego.



Gambar 1.2 *scanning tunneling microscope*
Sumber : gudang ilmu pengetahuan

Pada bidang kesehatan, para ilmuwan mencoba untuk membuat mesin kecil yang bisa dengan mudah diarahkan dalam tubuh untuk menempatkan obat di dalam darah, memperbaiki kerusakan sel dan bahkan memperbaiki patah tulang. Nanoteknologi juga membantu produsen membuat gadget elektronik lebih kecil.

Kecenderungan perkembangan kimia ke arah nanoteknologi (*nanotechnology*) terjadi di akhir abad ke-19 ketika **Kimia Koloid** mulai tumbuh dengan pesat. Walaupun tidak dirujuk sebagai "nanoteknologi" ketika itu, teknik-teknik yang sama masih digunakan pada hari ini. Ide awal nanoteknologi ini dicetuskan di Caltech pada Tahun 1959 oleh Fisikawan pemenang Nobel, Richard Feynman. Pada ceramahnya yang berjudul "*There is plenty room at the bottom*", ia mengemukakan bahwa, seorang fisikawan mampu membuat senyawa dengan struktur apapun yang diinginkan seorang kimiawan, dengan cara menyusun atom-atom yang diperlukan, dan merangkainya berdasarkan hukum fisika. Feynman menguraikan sebuah proses dalam upaya untuk memanipulasikan setiap atom dan molekul. Prosesnya melibatkan secara berkesinambungan satu set alat yang tepat untuk mengatur dan mengendalikan lagi sebuah set yang lebih kecil mengikuti ukuran/skala yang diperlukan. Visi Feynman tentang



nanoteknologi tergambar dalam ungkapannya (Mike Treder, 2005): *I want to build a billion tiny factories, models of each other, which are manufacturing simultaneously.*

A. Tujuan

Kegiatan belajar mengenai Kimia Baru Dunia Nano Teknologi bertujuan memberikan pengetahuan mengenai penerapan ilmu kimia dalam bidang industri nanoteknologi yang merupakan teknologi rekayasa atom atom molekuler dalam skala nanometer untuk mendapatkan sifat-sifat yang dapat dikontrol sesuai keinginan yang berpengaruh pada pertumbuhan industri sains di dunia.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran mengenai Kimia Baru Dunia Nanoteknologi ini diharapkan peserta dapat:

1. mendeskripsikan pengertian nanoteknologi dalam industri kimia
2. menjelaskan fungsi dan manfaat nanoteknologi dalam kehidupan
3. mendeskripsikan penerapan ilmu kimia dalam industri nanoteknologi

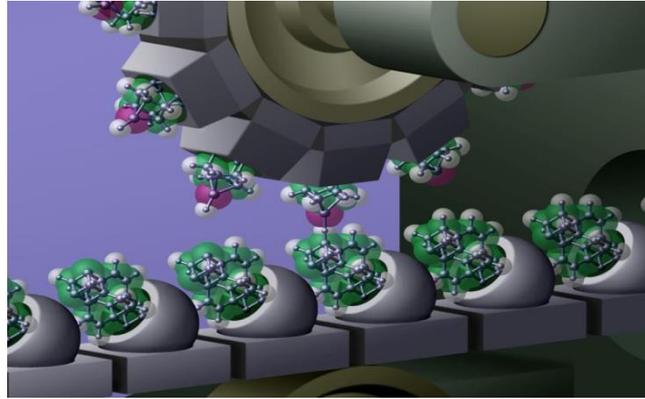
C. Uraian Materi

Nanoteknologi adalah teknologi rekayasa material dalam skala nanometer atau satu per satu milyar meter dari atom-atom atau molekul-molekul untuk mendapatkan sifat-sifat yang dapat dikontrol sesuai keinginan. Teknologi ini menggabungkan beberapa disiplin ilmu yaitu ilmu kimia, fisika, biologi, elektro, mesin dan ilmu material. Nanokimia adalah disiplin baru dalam nanoteknologi yang berkaitan dengan sifat-sifat unik yang terkait dengan perakitan atom atau molekul terutama melalui metoda kimiawi. Sebagai contoh, rekayasa DNA terkait ilmu biologi molekuler, fisika/kimia inti dan juga peran dunia teknik yang memungkinkan untuk menciptakan alat untuk mengamati hal tersebut. Demikian pula, penciptaan alat pengukur protein.

Drexler menjelaskan konsep dasar nanoteknologi. Ia menyatakan bahwa sebuah materi terbentuk dari atom-atom yang saling berhubungan, yang disusun seperti menyusun lego. Dengan mengubah lego (atom), akan didapat sebuah bentuk (materi) baru sesuai keinginan. Nanoteknologi merupakan bidang yang sangat multidisiplin, gabungan dari bidang seperti: *applied physics*, *materials*



science, interface and colloid science, device physics, supramolecular chemistry, chemical engineering, mechanical engineering, dan electrical engineering.

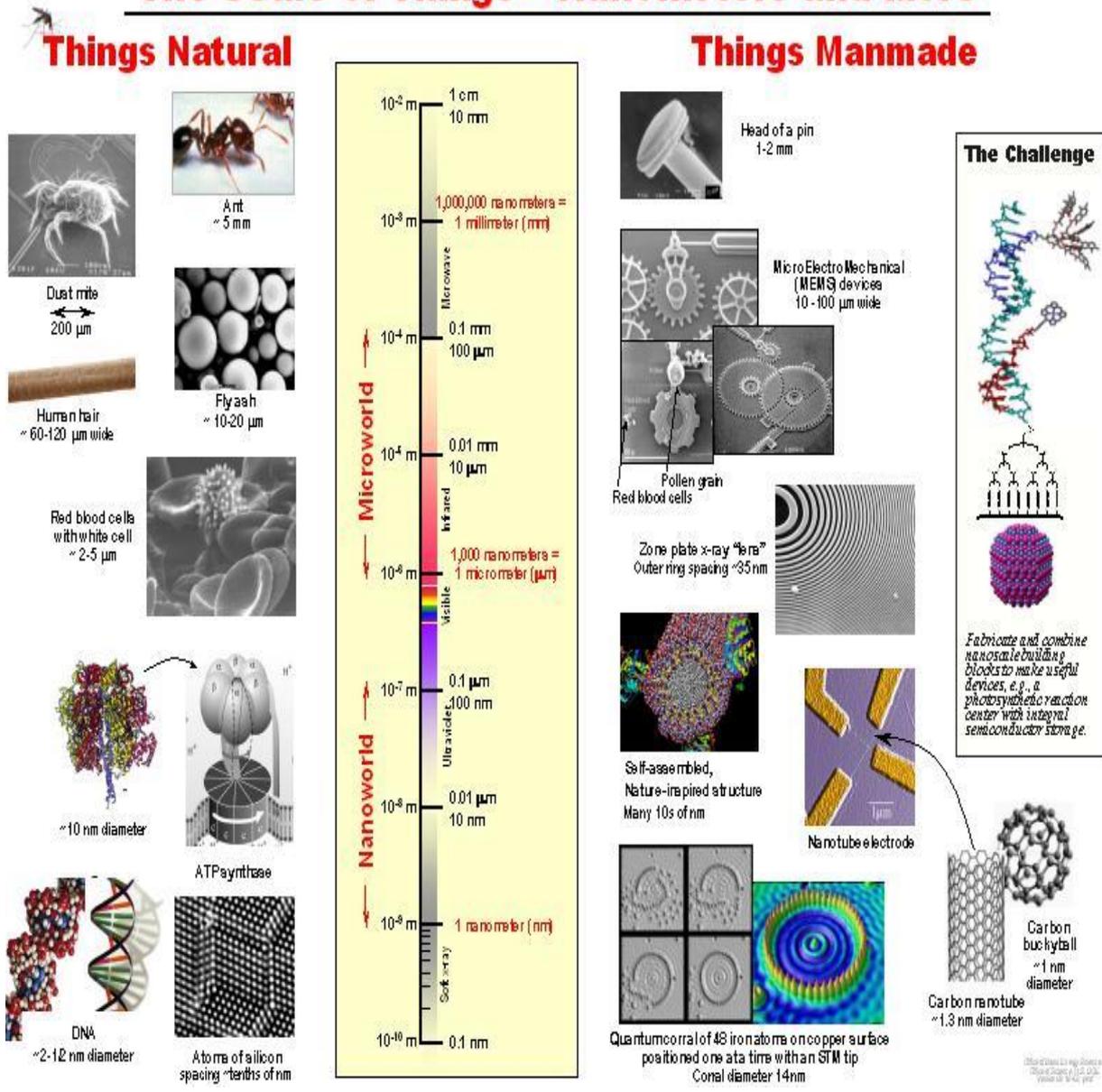


Gambar 1.3 Penggabungan Molekuler yang Dibayangkan oleh Drexler
(Sumber :Mike Treder, 2005)

Untuk dapat membayangkan dimensi nanometer, dapat diambil contoh dari tubuh kita sendiri. Sehelai rambut manusia kira-kira memiliki diameter 50 mikrometer. Satu mikrometer sendiri adalah seperseribu milimeter. Satu nanometer adalah seperseribu mikrometer, atau kira-kira sama dengan diameter rambut kita yang telah dibelah 50.000 kali (Wikipedia, 2008).



The Scale of Things – Nanometers and More



Gambar 1.4 Perbandingan skala nano dengan benda lain, serta contohnya



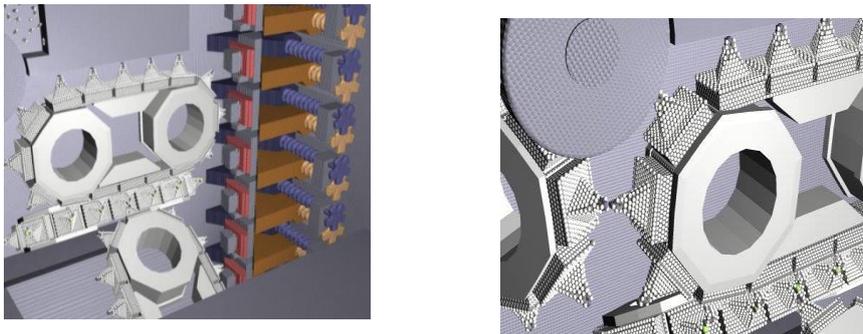
Pada dunia kimia, nanoteknologi adalah manipulasi atom-atom dan molekul-molekul, atau melalui teknologi penelitian berkaidah *action and reaction (interaction)* antara atom dan molekul dalam fenomena alam semesta. Ini adalah prinsip nanoteknologi. Rekayasa ini dilakukan oleh "mesin-mesin" seukuran molekul yang diciptakan khusus untuk tujuan tersebut. Manipulasi materi pada skala atomik dan skala molekular. Diameter atom berkisar antara 62 pikometer (atom Helium) sampai 520 pikometer (atom Cesium), sedangkan kombinasi dari beberapa atom membentuk molekul dengan kisaran ukuran nano. Deskripsi awal dari nanoteknologi mengacu pada tujuan penggunaan teknologi untuk memanipulasi atom dan molekul untuk membuat produk berskala makro.

Lebih lanjut, materi dapat disusun atau diubah dengan cara memanipulasi dan menggabungkan atom-atom pembentuknya. Misalnya, dengan nanoteknologi kita dapat membuat materi, seperti kayu, dengan merangkai sejumlah atom untuk menggantikan kayu alam yang persediaannya kian menurun. Selanjutnya, potensi setiap molekul atau benda yang dibentuk oleh nanoteknologi dapat dikembangkan sehingga dapat dikelola menjadi bahan baku sintetik, yang sesuai dengan kebutuhan beragam produk *high-tech*. Sebagai contoh, molekul air (H_2O) tersusun dari atom-atom Hydrogen (H) dan Oxygen (O). Sifat air begitu stabil, lunak serta dapat dilihat dan dipegang. Namun jika atom H dipisahkan dari atom O maka dapat terbentuk suatu gas hidrogen yang sangat eksplosif. Atom-atom H dapat pula digunakan untuk menciptakan bom hidrogen yang kekuatannya jauh lebih besar dari bom yang meledak Hiroshima dan Nagasaki. Perubahan struktur molekul dengan komposisi penggabungan atom yang berbeda akan menimbulkan sifat, fungsi, atau manfaat yang berbeda.

Pada nanoteknologi, tak terlepas dari atom, molekul, dan interaksinya. Kita anggap atom adalah bagian yang terkecil dari benda yang dapat kita manipulasi. Atom-atom dapat berinteraksi satu sama lain membentuk suatu molekul. Misalnya, molekul NH_3 terdiri atas 1 atom Nitrogen (N) dan 3 atom Hydrogen (H). Molekul-molekul dapat berinteraksi satu sama lain membentuk suatu rantai molekul yang lebih panjang atau lebih besar. Contoh rantai molekul yang terkenal adalah rantai molekul DNA (*deoxyribonucleic acid*) yang terdapat dalam sel. Rantai molekul DNA yang sangat panjang ini sesungguhnya tersusun dari empat jenis molekul basa yang disebut Adenine (A), Guanine (G), Cytosine (C)



dan Thymine (T). Keempat jenis molekul ini tersusun sedemikian rupa membentuk suatu *double helix*, karena A mampu berpasangan dengan T dan C mampu berpasangan dengan G. Sampai saat ini, nanoteknologi telah diaplikasikan ke area ilmu atau industri, antara lain: *nanomaterials*, *Nanobiomedical*, *Nanosensors*, *Nanoelectronics*, *Nanooptics*, *Nanoenergy*, *Nanofactory* dan *Nanofabrication*.



Gambar 1.5 Ilustrasi sebuah *Nanofactory*

Berikut dikemukakan beberapa contoh pengelolaan material kimia yang berkaitan dengan *nanoscale-designed materials*. Salah satu tekniknya adalah *ultra thin molecular coating* yang dapat mengubah sifat tekstil menjadi tahan bocor dan tahan kotor. Juga pada berbagai nanomaterials yang dapat bersifat tahan gores dan abrasi, bahkan menggunakan *zeolite molecule sieves* (saringan yang dibuat dengan molekul *zeolite*) yang memiliki lubang-lubang dan saluran-saluran dalam ukuran nanoscale yang sangat berguna bagi *petroleum refinery*, *oxygen separation* dari udara atau *water softening*.

Saat ini, salah satu penemuan nanoteknologi kimia yang paling menonjol adalah *Carbon Nanotube* (CNT) yang hanya tersusun dari atom-atom karbon. Diameter tube ini sekitar 1 sampai 20 nm tetapi memiliki kekuatan dan kekerasan 60 kali lebih kuat dari baja. Perkembangan nanoteknologi yang pesat mengubah wajah teknologi pada umumnya karena nanoteknologi merambah semua bidang ilmu. Tidak hanya bidang rekayasa material kimia seperti komposit, polimer, keramik, supermagnet, dan lain-lain. Bidang-bidang seperti biologi (terutama genetika dan biologi molekuler lainnya), kimia bahan dan rekayasa akan turut maju pesat. Tentu saja keluhuran moral dan agama tetap diperlukan agar penerapan teknologi ini tidak malah merugikan keberlangsungan hidup umat manusia.



Kecenderungan Ilmu kimia serta disiplin ilmu lain sedang memasuki Era Baru. Era tersebut dapat kita lihat melalui peristiwa-peristiwa penting yang terjadi secara global, antara lain perkembangan teknologi informasi dan komunikasi serta fenomena perkembangan masyarakat dunia yang terjadi beberapa dasawarsa terakhir ini. Semuanya itu menunjukkan bahwa tatanan masyarakat dunia secara global telah berubah menjadi Masyarakat Informasi (*information society*), serta keunggulan dan dominasi dalam persaingan ditentukan oleh teknologi dan ilmu pengetahuan.

Pada abad ke-21 ini terdapat 3 fenomena yang perlu dicermati dan menjadi landasan guna mengambil langkah-langkah untuk menghadapinya. Fenomena itu adalah:

- Revolusi teknologi di beberapa negara berakibat pada meningkatnya produktivitas dan pertumbuhan ekonomi yang pesat sehingga pola hidup manusia mengalami perubahan. Struktur ekonomi masyarakat juga mengalami perubahan dari masyarakat industri menjadi masyarakat informasi.
- Perkembangan teknologi yang pesat merupakan tantangan berat sekaligus merupakan peluang yang menjadikan ilmu pengetahuan sebagai sumberdaya utama menggantikan modal, kekayaan alam ataupun tenaga kerja.
- Digitalisasi, globalisasi dan futurisasi sedang berkembang menuju pluralisasi sehingga persaingan antar negara beralih ke pertarungan kemampuan ilmu, teknologi dan kekuatan lainnya yang terpadu.

1. Kimia Material

Sejak dimulainya era kimia modern pada abad ke-19, para pakar kimia telah mengembangkan material baru dan juga memproses material yang terdapat di alam (*natural product*) untuk dijadikan fiber, pelapis, perekat, dan material-material dengan sifat-sifat listrik, magnetik, dan optik tertentu. Saat ini, kita telah memasuki era millennium dengan teknologi tinggi. Teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk menemukan dan mengembangkan material baru yang berguna. Beberapa contoh material baru yang dapat memengaruhi kehidupan dan peradaban manusia pada masa sekarang dan akan datang, misalnya sebagai berikut.



- a. *Display panel* datar yang menggantikan tabung sinar katode (CRT) pada televisi dan monitor komputer.
- b. Bahan berskala nanometer (nanomaterial) yang mampu menyimpan informasi besar dengan volume kecil (seperti: hardisk, flashdisk).
- c. Material pengganti bagian-bagian tubuh (biomaterial), seperti penguat (penyambung) lutut dan pinggul.
- d. Baterai generasi baru dan desain sel bahan bakar yang memungkinkan munculnya mobil bertenaga listrik yang hemat energi dan ramah lingkungan.

a. Kristal Cair

Kristal cair merupakan materi yang sangat menarik dengan sifat-sifat di antara cairan sejati dan kristal padat. Kristal cair yang dikenal sekarang merupakan hasil pekerjaan seorang peneliti Austria, Frederick Reinitzer beberapa abad lalu. Pada beberapa tahun terakhir, kristal cair masih terus dikembangkan oleh kalangan praktisi untuk diterapkan mulai untuk sensor suhu, layar kalkulator, sampai monitor televisi dan komputer (LCD = *liquid crystal display*).



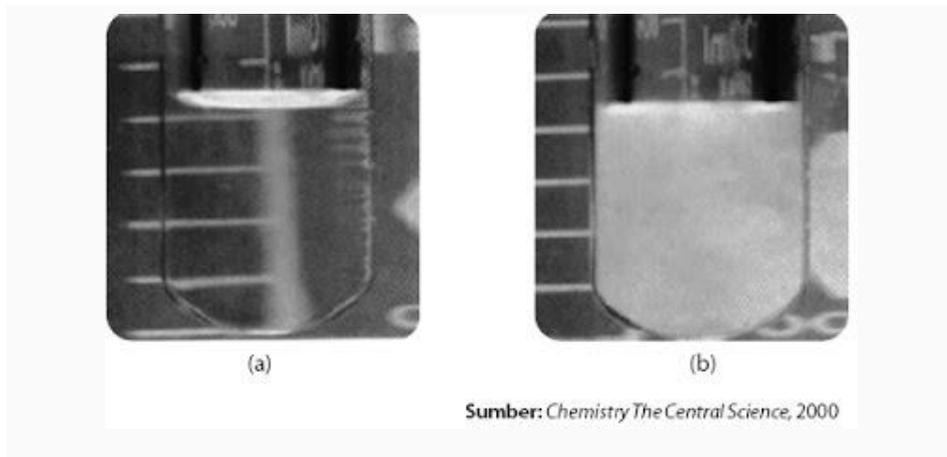
Gambar 1.6 Monitor LCD (Wikimedia Commons)

1) Gejala Kristal Cair

Zat padat kristalin umumnya memiliki struktur molekul yang teratur. Jika zat padat ini dipanaskan sampai mencair, gaya antarmolekul akan pecah dan molekul-molekul bergerak secara acak (random). Pada tahun 1888, Reinitzer menemukan bahwa senyawa organik, kolesterol benzoat memiliki sifat yang tidak wajar. Jika kolesterol benzoat dipanaskan sampai meleleh pada suhu 145°C, terbentuk cairan seperti susu. Pada 179°C, cairan seperti susu itu tiba-tiba



bening. Ketika didinginkan terjadi proses sebaliknya. Pada 179°C , cairan bening berubah menjadi seperti susu dan memadat pada 145°C (perhatikan Gambar 7).



Gambar 1.7 a. Lelehan kolesterol benzoat di atas 179°C (bening) b. Kolesterol benzoat antara suhu 179°C dan 145°C , terbentuk fasa kristal cair seperti susu

Perubahan fasa dari padat menjadi cair dari kolesterol benzoat tidak langsung, tetapi melalui fasa antarmadya dahulu. Fasa antarmadya adalah fasa kristal cair, yaitu sebagian molekul memiliki struktur padat dan sebagian bergerak bebas seperti cairan. Oleh karena beraturan sebagian, kristal cair dapat menjadi sangat kental dan memiliki sifat-sifat antarmadya antara fasa padat dan fasa cair. Daerah antarmadya ini ditandai oleh suhu transisi yang tegas, seperti yang dilakukan Reinitzer. Pemanfaatan kristal cair ini didasarkan pada fakta bahwa gaya antarmolekul lemah yang mempertahankan molekul tetap bersama di dalam kristal cair. Kristal cair sangat mudah dipengaruhi oleh perubahan suhu, tekanan, dan medan magnet.

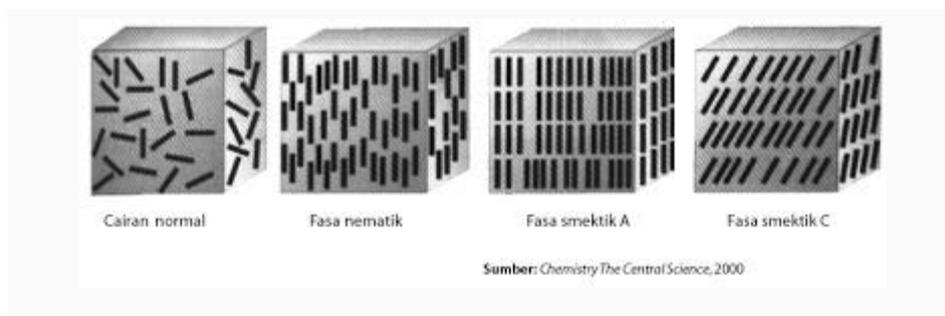
2) Jenis Fasa Kristal cair

Fasa-fasa yang terjadi pada kristal cair bergantung pada suhu. Jenis-jenis fasa kristal cair adalah sebagai berikut.

- a) Fasa nematik, yaitu fasa pada kristal cair yang paling sederhana dan terbentuk kali pertama ketika didinginkan. Dalam fasa ini kecenderungan molekul (orientasi) sejajar pada arah tertentu, tetapi ujung-ujungnya molekul tidak beraturan, seperti pada cairan biasa.



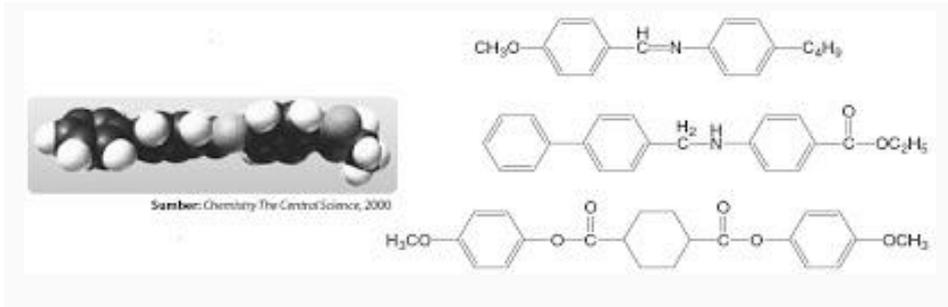
- b) Fasa smektik, yaitu fasa kedua dari kristal cair. Bentuk orientasi smektik bisa bermacam-macam. Dua di antaranya adalah bentuk smektik A dan smektik C, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Dalam fasa smektik terdapat orientasi yang beraturan.
- c) Fasa kolesterik, yaitu fasa ketiga dari kristal cair. Nama fasa diambil dari fakta bahwa kristal ini umumnya berasal dari molekul kolesterol. Pada suhu rendah, kristal cair akan membeku membentuk padatan kristalin. Orientasi molekul membentuk kisi kristal tiga dimensi yang beraturan.



Gambar 1.8 Jenis fasa kristal cair

Orientasi molekul berubah secara beraturan dari bidang ke bidang membentuk susunan heliks. Jarak antara bidang dan orientasi yang sama dinamakan bumbungan. Fasa kristal cair kolesterol dapat mendifraksi cahaya sangat kuat dengan panjang gelombang sebanding dengan bumbungan. Jika suhu berubah, nilai bumbungan juga berubah sehingga warna cahaya yang terdifraksi dapat digunakan sebagai sensor suhu.

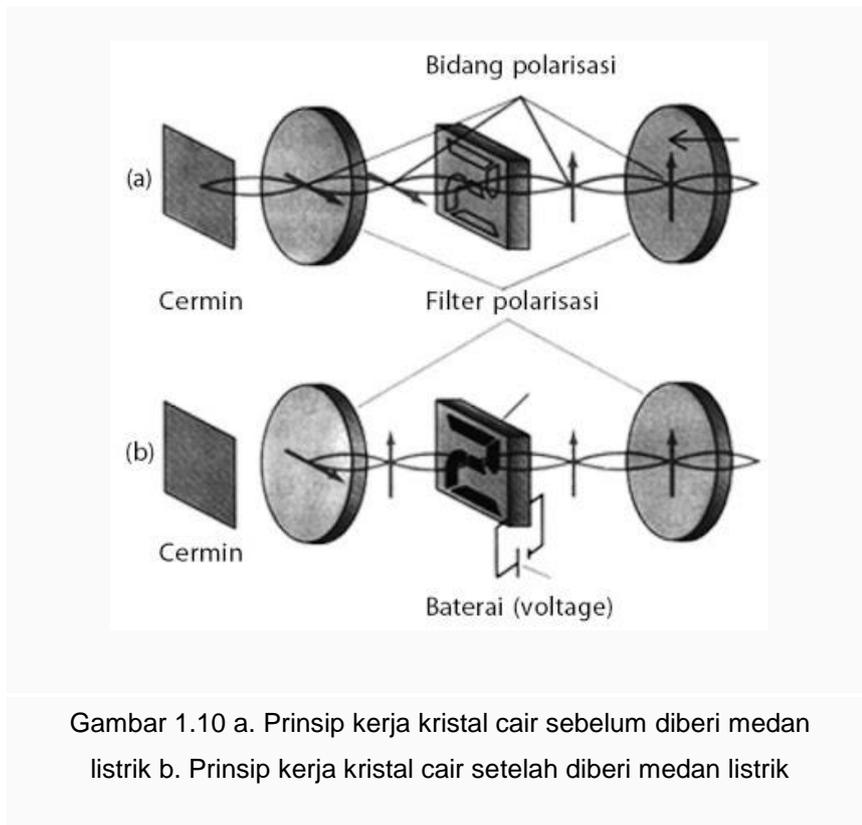
Struktur molekul kristal cair umumnya memiliki bentuk molekul yang memanjang dan bersifat tegar. Artinya, tidak membentuk lipatan-lipatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 1.9 Struktur molekul kristal cair pada kolesterol benzoat.

3) Prinsip Kerja Kristal Cair

Orientasi tertentu dari kristal cair sangat peka, terutama pada permukaan yang bersentuhan atau adanya medan listrik dan medan magnet. Kepekaan ini menjadi dasar penggunaan kristal cair dalam bahan layar elektronik. Jika kristal cair ditempatkan dalam suatu sel dengan orientasi tertentu, filter polarisasi ditempatkan agar hanya cahaya dengan polarisasi tertentu yang dapat melewatinya. Tanpa medan listrik, cahaya akan dilewatkan melalui kristal cair dan filter. Cahaya ini akan direfleksikan oleh cermin sehingga tayangan yang muncul berwarna putih seperti pada Gambar 10(a).



Gambar 1.10 a. Prinsip kerja kristal cair sebelum diberi medan listrik b. Prinsip kerja kristal cair setelah diberi medan listrik



Jika medan listrik diterapkan ke dalam bagian yang akan ditayangkan, orientasi molekul akan diperkuat dalam daerah itu dan menimbulkan perbedaan polarisasi cahaya. Cahaya yang berotasi ditahan oleh filter kedua dan pada bagian yang akan ditayangkan muncul warna hitam, seperti pada Gambar 10 (b). Jika medan listrik dimatikan, molekul kristal cair kembali ke orientasi semula secara cepat dan tayangan kembali putih. Jam digital, kalkulator, monitor komputer laptop, layar TV lebar, dan bahan tayangan lain menggunakan aplikasi seperti ini.

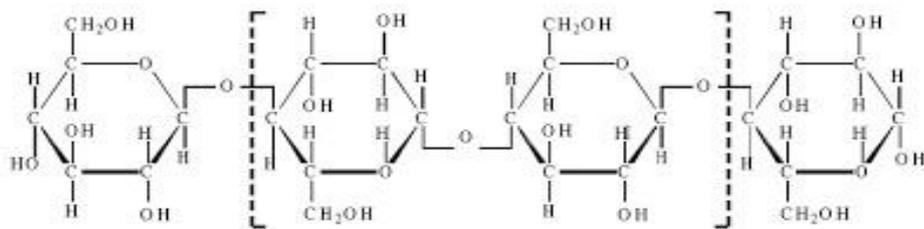
b. Polimer

Polimer didefinisikan sebagai senyawa dengan massa molekul besar dan merupakan gabungan dari monomer-monomer pembentuknya. Polimer yang berasal dari alam disebut polimer alam. Polimer yang dapat dibuat di laboratorium maupun diproduksi dalam jumlah besar di industri, dikenal dengan polimer sintetik.

1) Polimer Alam

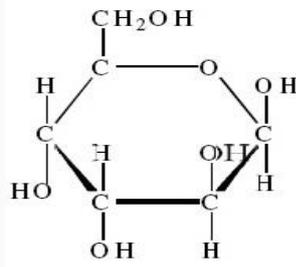
a) Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida yang banyak dijumpai dalam dinding sel tanaman. Selulosa merupakan polimer yang terbentuk dari monomer β -D-glukosa melalui ikatan β (1 \rightarrow 4) glikosidik. Panjang rantai beragam, dari ratusan sampai ribuan unit glukosa.



Gambar 1.11 Struktur Selulosa

Kayu mengandung sekitar 50% berat selulosa dan kapas hampir 90% mengandung selulosa. Selulosa dari serat kayu mengandung banyak pengotor yang dapat dimurnikan dengan cara melarutkannya ke dalam campuran NaOH dan CS₂. Dalam proses pelarutan ini akan terbentuk cairan kental.



Gambar 1.12 Monomer selulosa (β -D-glukosa).

Jika cairan kental itu dimasukkan ke dalam pipa berpori pada bak asam, dihasilkan fiber selulosa yang dikenal sebagai rayon. Proses serupa digunakan untuk membuat film tipis selulosa yang dikenal sebagai kertas selofan. Pada setiap monomer selulosa mengandung tiga gugus $-OH$ yang dapat bereaksi dengan asam nitrat membentuk ester nitrat dan dikenal dengan selulosa nitrat. John Wesley Hyatt (1869) menemukan bahwa campuran selulosa nitrat dan yang dilarutkan dalam alkohol menghasilkan plastik yang dinamakan seluloid. Selulosa nitrat atau seluloid digunakan sebagai bahan baku pembuatan sisir hingga bola bilyar. Selulosa nitrat mudah terbakar sehingga saat ini sudah banyak digantikan oleh plastik jenis lain.

b) Polimer Sintetik

1) Polivinilklorida (PVC)

Sekitar 20% klorin digunakan untuk membuat monomer vinilklorida ($CH_2=CHCl$), sebagai bahan baku plastik polivinilklorida (PVC). Substituen klorin pada rantai polimer menjadikan PVC lebih tahan terhadap api dibandingkan PE. Plastik PVC memiliki gaya tarik antara rantai polimer sehingga meningkatkan kekerasan plastik jenis ini. Sifat-sifat PVC dapat divariasikan sesuai fungsinya dengan cara mengubah sifat keplastisan, stabilisasi, pengisi, dan celupannya sehingga menjadikan PVC sebagai plastik serbaguna.

2) Polimetilmetakrilat/ PMMA (Polimer Akrilik)

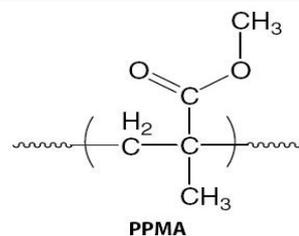
Salah satu polimer akrilik adalah polimetilmetakrilat (PMMA), dikomersialkan dengan nama dagang *Lucite* dan *Plexiglass*. PMMA berupa kristal bening yang sangat ringan sehingga banyak digunakan untuk jendela pesawat



terbang dan lensa cahaya. PMMA yang sangat transparan digunakan untuk *contact lens* seperti pada Gambar 13.



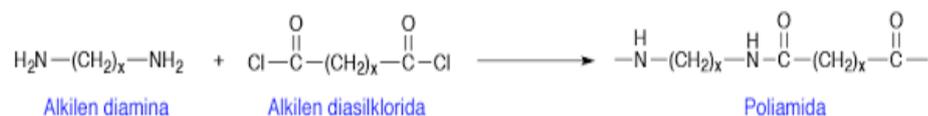
Gambar 1.13 PPMA digunakan untuk lensa kontak (Wikimedia Commons)



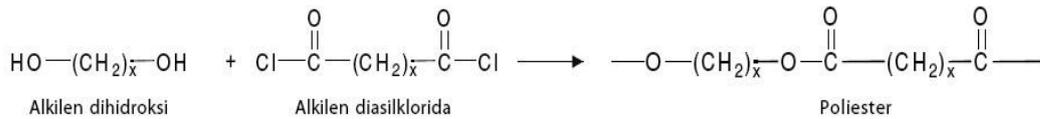
Gambar 1.14 Struktur kimia PPMA

3) Polimer Kondensasi

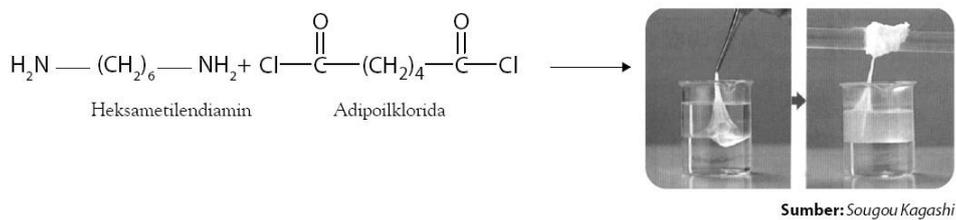
Polimer kodensasi yaitu polimer yang terbentuk melalui reaksi kondensasi. Reaksi ini melibatkan pembentukan senyawa tidak jenuh dari senyawa jenuh. Plastik sintesis pertama adalah bakelit, yang dikembangkan oleh Baekland (1905). Monomer bakelit merupakan hasil reaksi formaldehid (H_2CO) dan fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) membentuk fenol tersubstitusi. Pada suhu di atas 100°C , fenol-fenol ini terkondensasi membentuk polifenoksi. Polifenoksi digunakan untuk membuat asesoris, seperti gantungan kunci. Untuk pengerasnya digunakan katalis. Carothers dan koleganya (1920) menemukan rumpun polimer kondensasi yang dikenal sebagai poliamida dan poliester. Poliamida diperoleh melalui reaksi diasilklorida dan diamina.



Poliester dibuat melalui reaksi alkil diasilklorida dengan dihidroksi. Reaksi polimerisasinya adalah sebagai berikut.



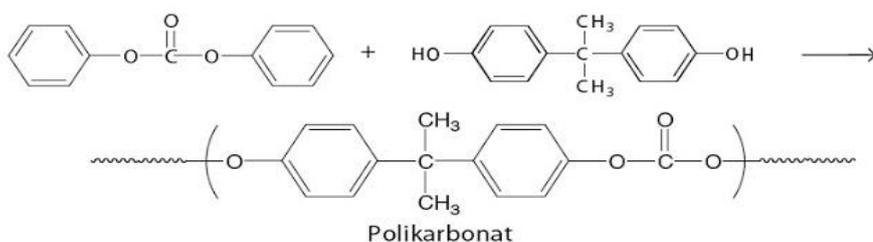
Fiber sintetik yang pertama dibuat adalah nilon. Fiber ini dapat dilihat dengan cara menuangkan larutan heksametilen diamina dalam pelarut air ke dalam larutan adipoilklorida dalam pelarut CH_2Cl_2 .



Gambar 1.15 Proses pembuatan nilon

Polimer nilon-6,6 terbentuk pada antarmuka antara kedua fasa pereaksi membentuk film tipis. Jika film itu disentuh, kemudian ditarik, akan tampak serat nilon seperti benang (perhatikan Gambar 15). Polimer tersebut dinamakan nilon-6,6 sebab polimer dibentuk dari diamin yang memiliki enam atom karbon dan adipoil yang juga mengandung enam atom karbon.

Polikarbonat terbentuk melalui polimerisasi ester karbonat dan suatu alkohol. Polikarbonat yang dihasilkan dipasarkan dengan nama dagang Lexan. Lexan memiliki ketahanan tinggi terhadap panas dan cuaca sehingga banyak digunakan untuk pengaman gelas, rangka jendela, dan helm.



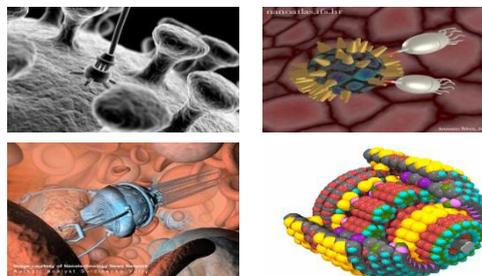
Gambar 1.16 Struktur Polikarbonat



2. Penerapan Nanoteknologi

a. Nanoteknologi dalam bioteknologi analitis

Pada bioteknologi analitis, nanoteknologi memungkinkan metode-metode baru yang jauh lebih sensitif dan stabil dibandingkan metode konvensional. Perkembangan MEMS, yang sekalipun berangkat dari teknologi konvensional IC, masih berlangsung demikian pesat, dengan adanya aplikasi-aplikasi baru dalam optik (muncul MOEMS - *Micro Optical Electro Mechanical System*), dalam sistem sensor terintegrasi nir-kawat, dan juga dalam aplikasi RF (*Radio Frequency*)-MEMS. Pada pengembangan nanoteknologi inilah demikian terasa, betapa latar belakang ilmu dan teknologi yang multi disiplin sangat diperlukan: matematika untuk pemodelan, fisika untuk pemahaman fenomena-fenomena gaya dan energi, kimia (anorganik maupun organik) untuk pemahaman sifat material, serta biologi untuk pembelajaran sistem-sistem rekayasa pada makhluk hidup. Selain itu, kreativitas dan daya kreasi yang tinggi sangat diperlukan untuk menemukan terobosan teknik dan metoda baru, serta aplikasi yang cocok.



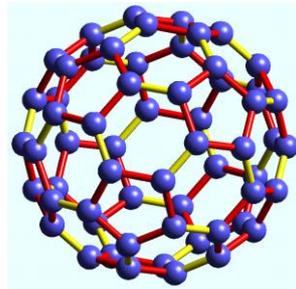
Gambar 1.17 Ilustrasi dari nanorobot yang bekerja memperbaiki jaringan atau sel dan sistem nanogear yang menggerakkan nanorobot tersebut

b. Nanoteknologi Anorganik

Istilah material nano anorganik biasanya digunakan untuk menunjukkan struktur nano yang hanya tersusun dari material selain Carbon, atau jika terdapat unsur atom Carbon, maka atom-atom Carbonnya tidak dikombinasikan dengan unsur lain. Material nano yang termasuk dalam kelompok nano anorganik diantaranya adalah fullerene, karbon nanotube, nanowire, nanoporous, semikonduktor nanokristal atau nano partikel.

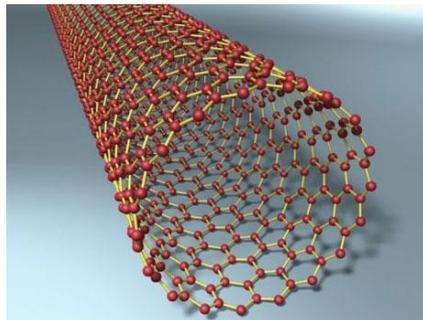


Fullerene merupakan struktur nano yang tersusun dari 60 buah atom Carbon (C₆₀) dan memiliki simetri seperti bola. Fullerene secara formal dikenal sebagai *buckminsterfullerene* atau disingkat *buckyballs*. Penemuan terhadap fullerene ini memberikan harapan baru untuk diterapkan dalam berbagai bidang, terutama untuk bidang elektronika dan kedokteran.

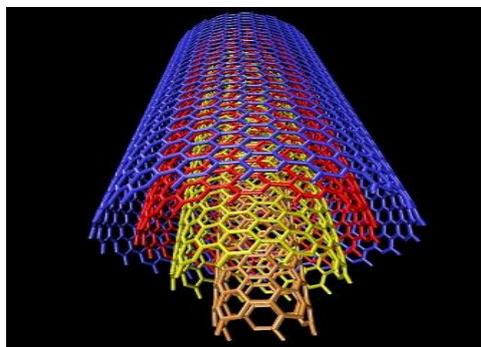


Gambar 1.18 Struktur Fullerene

Nanotube adalah material berbentuk silinder dengan ketebalan kulit silinder kurang dari 100 nm. Contoh yang terkenal adalah carbon nanotube dengan kulit silinder berupa satu atau beberapa lapis atom carbon. Struktur material nanotube dapat dipandang sebagai jalinan selapis carbon yang bergulung membentuk tabung berukuran nano. Jika lapisannya tunggal maka disebut SWNT (single wall nanotube) dan jika lapisannya lebih dari satu maka disebut MWNT (multi wall nanotube). Baik SNWT maupun MWNT memiliki sifat listrik, mekanik, dan termal yang unik. Sebagai contoh, sifat listriknya dapat berlaku sebagai penghantar listrik maupun semikonduktor tergantung pada bentuk dan ukuran serta orientasi gulungan carbon. Material nano ini dapat memiliki kapasitas penghantaran listrik hingga satu milyar amps/cm persegi. Sedangkan sifat mekaniknya mencapai 20 kali lebih kuat dari sifat mekanik baja alloy yang berkualitas tinggi. Nanotube lain yang berhasil dibuat adalah boron nitrida (BN) nanotube yang kulitnya terdiri atas beberapa atom boron dan nitrogen.

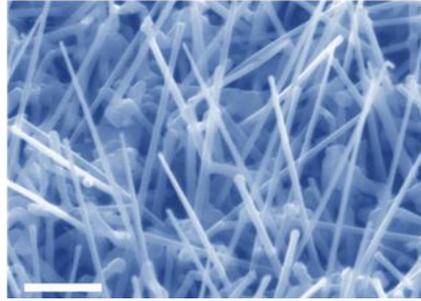


Gambar 1.19 Carbon nanotube jenis SWNT



Gambar 1.20 Carbon nanotube jenis MWNT

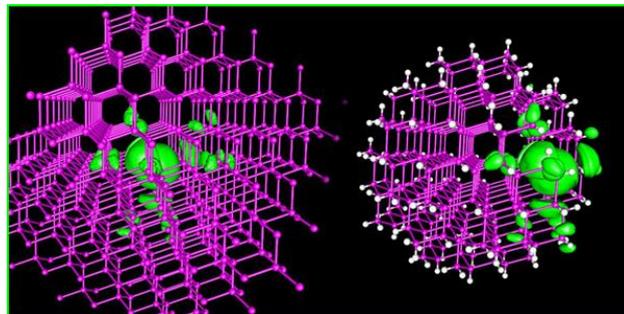
Nanowire atau dikenal juga sebagai *nanorods* (batang nano) atau *nanowhisker* (rambut janggut nano) merupakan blok pembangun anorganik yang memiliki potensi aplikasi yang tinggi. Nanowire merupakan material padatan anorganik berbentuk seperti kabel yang dapat dibuat dari silikon, oksida seng (ZnO), dan berbagai logam lain. Meskipun diameternya hanya dalam skala nanometer, namun panjang nanowire dapat mencapai ribuan kali diameternya atau hingga puluhan mikrometer. Nanowire memiliki sifat optik dan listrik yang sebagaimana nanotube. Sebagai contoh, nanowire dapat mengemisikan sinar laser berlaku sebagaimana fiber optik.



Gambar 1.21 SEM image of nanowire

Nanoporous, adalah material yang mengandung sejumlah poros (pori) dan ukuran tiap poros kurang dari 100 nm. Contoh material ini adalah zeolite dan MCM-41 (silikon dioksida yang mengandung poros yang tersusun secara heksagonal).

Nanokristal semikonduktor (nanopartikel) atau dikenal juga dengan *nanodots* atau *quantum dots* (QDs) merupakan material semikonduktor berukuran nano meter (nm). Biasanya ukuran QDs berkisar antara 3 hingga 25 nm. Bisa dibandingkan dengan jarak antar atom dalam sebuah susunan Kristal adalah 1 – 2 Amstrong (atau 0,1 – 0,2 nm). Ini artinya bahwa sebuah quantum dot (QD) hanya terdiri dari kurang lebih 1000 atom. Karena jumlahnya yang sudah bisa terbilang (*countable*) maka QDs kini dinobatkan sebagai material terkecil buatan manusia yang setara dengan satu atom (*artificial atom*). Material yang digunakan untuk membuat QDs adalah material semikonduktor, seperti GaN (Gallium Nitride), CdSe (Cadmium Selenide), CdTe, GaAs (Gallium Arsenide) dan lain-lainnya. Karena bahan dasarnya adalah semikonduktor, maka QDs bisa diaplikasi untuk alat-alat optic yang berbasis semikonduktor seperti LED (light emitting diode), Laser diode, Solar Cell, dll. Kedua, karena ukurannya yang mendekati Amstrong, maka mudah untuk dilekatkan pada element-element biologi, seperti protein, DNA, atau sel. Dalam hal ini QDs digunakan sebagai label yang bisa memancarkan cahaya sebagai deteksi keberadaan element bio. Ketiga, karena ukurannya yang kecil dan mendekati sebuah atom, maka akan sangat berpotensi untuk bidang komunikasi dan transfer informasi. Cahaya saat ini sudah bisa menggantikan peran electron sebagai penghantar informasi.



Gambar 1.22 Quantum Dots Bulk

c. Nanoteknologi Keramik

Keramik adalah material-material padat anorganik nonlogam. Material tersebut dapat berupa kristalin atau nonkristalin. Keramik nonkristalin meliputi gelas dan material lain dengan struktur tidak beraturan (amorf), sedangkan yang kristalin memiliki struktur beraturan. Keramik dapat memiliki struktur jaringan kovalen, ikatan ion, atau gabungan keduanya. Secara umum bersifat keras, getas, dan stabil terhadap suhu sangat tinggi. Contoh keramik, misalnya semen, keramik cina, bata tahan api, insulator listrik, dan suku cadang mesin. Bahan-bahan keramik berasal dari berbagai bahan kimia meliputi silikat, oksida logam, karbida (karbon dan logam), nitrida (nitrogen dan logam), atau alumina (Al_2O_3). Simak Tabel 1.1 untuk mengetahui sifat-sifat bahan keramik.

Tabel 1.1 Sifat-Sifat Bahan Keramik dengan Baja Lunak Sebagai Perbandingan

Material	Titik Leleh (°C)	Kerapatan (g/cm ³)	Kekerasan (Mohs)	Modulus Elastisitas	Koefisien Termal
Al_2O_3	2050	3,8	9	34	8,1
SiC	2800	3,2	9	65	4,3
ZrO_2	2660	5,6	8	24	6,6
BeO	2550	3,0	9	40	10,4
Baja lunak	1370	7,9	5	17	15

1) Aplikasi Keramik

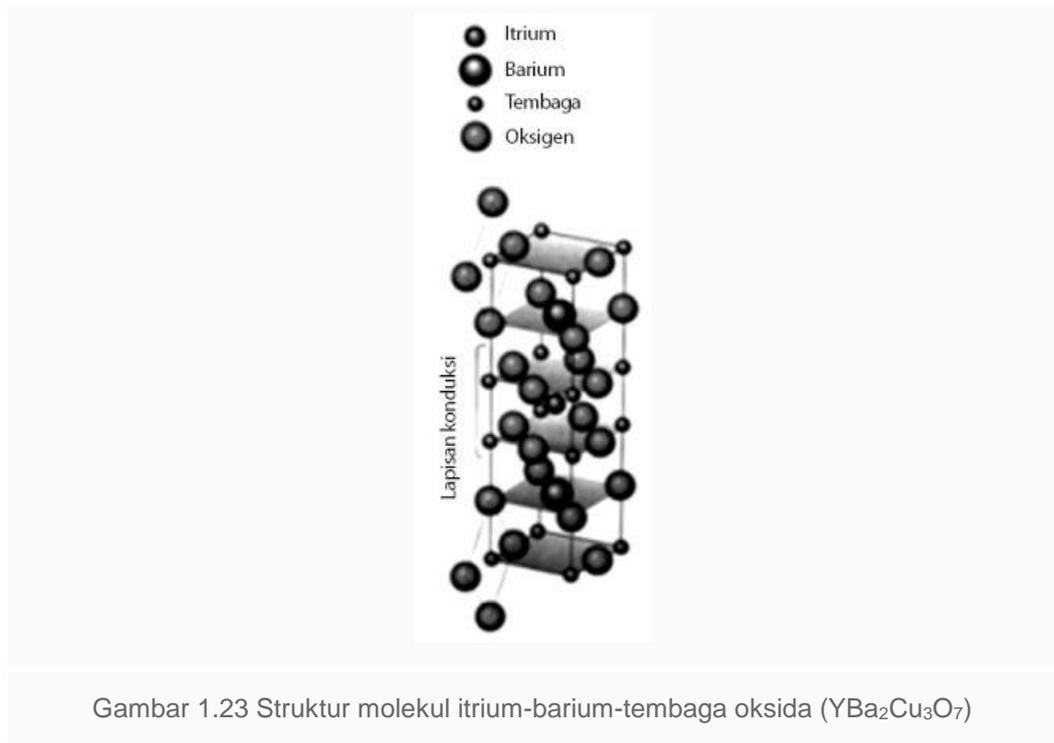
Objek-objek keramik banyak yang lebih tegar dan kuat ketika dibentuk dari campuran kompleks dua atau lebih material. Campuran seperti ini dinamakan



komposit. Komposit lebih efektif dibentuk melalui penambahan fiber keramik ke dalam material keramik. Pembentukan fiber keramik dapat diilustrasikan, misalnya dengan silikon karbida (SiC) atau karborundum. Komposit keramik secara luas digunakan sebagai alat pemotong logam. Misalnya, alumina diperkuat dengan silikon karbida yang digunakan untuk memotong dan pengeras logam paduan berbasis nikel. Material keramik juga digunakan untuk roda penggiling dan ampelas sebab memiliki kekerasan yang tinggi. Beberapa keramik, seperti kuarsa (kristal SiO₂) merupakan piezo elektrik. Kuarsa ini dapat membangkitkan potensial listrik jika bahan tersebut ditekan secara mekanik. Salah satu kegunaan material keramik yang sangat populer adalah keramik untuk lantai (tile ceramic) dengan permukaan mengkilap. Selain memiliki nilai estetika yang indah, keramik juga dapat melindungi panas dari bumi sehingga lantai tetap terasa dingin.

2) Keramik Superkonduktor

Superkonduktor adalah bahan yang kehilangan tahanan listrik jika didinginkan sampai suhu tertentu. Ini berarti, arus listrik yang mengalir pada bahan superkonduktor tidak akan kehilangan panas, tidak seperti arus listrik dalam bahan konduktor biasa (banyak panas terbuang). Sekali arus dilewatkan ke dalam bahan superkonduktor, secara terus menerus listrik mengalir tanpa batas dan tanpa hambatan. Sifat menarik lainnya dari superkonduktor adalah memiliki diamagnetis sempurna yang menolak semua medan magnet secara sempurna. Senyawa, seperti itrium-barium-tembaga oksida (YBa₂Cu₃O₇) bersifat superkonduktor pada 95 K dan HgBa₂Ca₂Cu₃O₈ + x memiliki tahanan nol pada 1 atm dan 133 K. Superkonduktor dengan sifat-sifat dapat menghantarkan arus listrik dengan tahanan nol dapat menghemat energi di dalam banyak aplikasi, seperti generator listrik, motor listrik, dan pada chip komputer yang lebih cepat dan lebih kecil (perhatikan Gambar 23).



Gambar 1.23 Struktur molekul itrium-barium-tembaga oksida ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$)

d. Nanoteknologi Film Tipis

Film tipis kali pertama dikembangkan untuk tujuan seni dekorasi seperti pada Gambar 24. Pada abad ke-17, para seniman mempelajari bagaimana mengcat pola pada objek keramik dengan larutan garam perak, kemudian dipanaskan agar garam terurai meninggalkan film tipis. Saat ini, film tipis digunakan untuk tujuan dekorasi dan proteksi, membentuk konduktor, resistor, dan jenis-jenis film lainnya dalam sirkuit mikroelektronik. Film tipis dapat dikembangkan dari bahan-bahan meliputi logam, oksida logam, dan bahan organik. Film tipis tidak memiliki batasan dengan ketebalan tertentu, tetapi umumnya memiliki ketebalan antara 0,1–300 μm . Hal ini berbeda dengan pelapisan seperti cat dan vernis yang secara umum lebih tebal. Agar film tipis berguna harus memiliki beberapa sifat-sifat berikut:

- harus stabil secara kimia dalam lingkungan yang diterapkan;
- melekat baik pada permukaan yang dilapisi;
- memiliki ketebalan yang homogen;
- dapat dimurnikan secara kimia atau komposisi kimianya dapat dikendalikan;
- memiliki kerapatan imperfeksi rendah.



Film tipis sangat penting dalam mikroelektronik, terutama digunakan untuk konduktor, resistor, dan kapasitor. Film tipis secara luas digunakan sebagai pelapis optik pada lensa untuk mengurangi refleksi cahaya dari permukaan lensa, sekaligus melindungi lensa (perhatikan Gambar 24a).



Gambar 1.24 (a) Film tipis digunakan secara luas sebagai pelapis optik pada lensa (b) Pelapis mata bor

Film tipis metalik dalam jangka waktu lama digunakan untuk lapisan pelindung pada logam. Biasanya diendapkan dari larutan menggunakan arus listrik (penyepuhan), seperti lapisan perak atau krom. Permukaan peralatan dari logam dilapisi dengan film tipis keramik untuk meningkatkan kekerasannya. Misalnya, mata bor untuk baja keras dilapisi dengan film tipis titanium nitrida atau tungsten karbida (perhatikan Gambar 24b).

e. Sintesis Silikon Karbida Sebagai Bahan Keramik Anorganik Teknologi Nano

Silikon karbida adalah material yang keras mirip dengan berlian. Senyawa ini memiliki berbagai keunggulan yaitu : mempunyai stabilitas termal yang tinggi, suhu dekomposisinya $2,985\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk bentuk kubik dan $2,824\text{ }^{\circ}\text{C}$ (bentuk alfa). Selain itu senyawa ini memiliki stabilitas yang tinggi pada kebanyakan larutan asam, tahan oksidasi, memiliki konduktivitas termal yang tinggi, koefisien muai rendah, dan bersifat semi konduktor. Dengan karakteristik tersebut senyawa ini telah digunakan sebagai ampelas (carborundum), bahan pelapis dan pelindung untuk peralatan mesin, pelapis serat dan sebagai bahan baku untuk material komposit. Sifat semi konduktornya diaplikasikan pada diode lampu dan elemen



pemanas. Pada masa depan senyawa ini digunakan dalam mesin jet, *heat-exchange* temperatur tinggi, dan rem. Berikut ini terdapat beberapa metode sintesis Silikon Karbida :

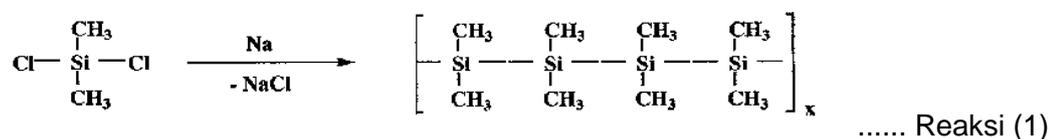
1) Metode Sintesis Silikon Karbida

a) Metode konvensional

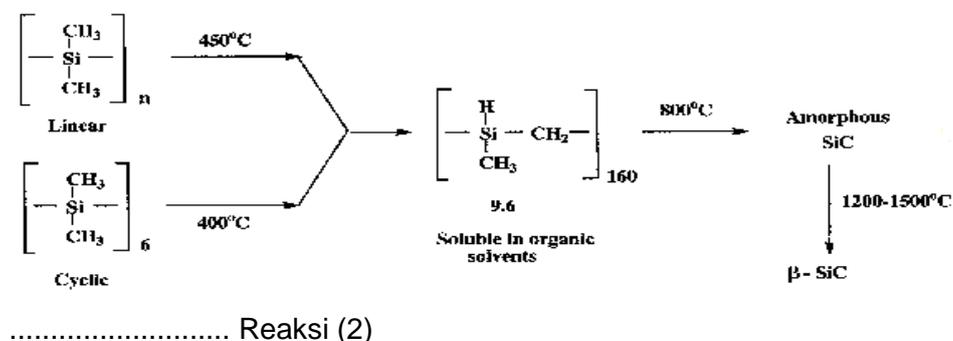
Metode konvensional untuk sintesis silikon karbida adalah dengan memanaskan pasir silika dengan karbon dalam tungku elektrik pada suhu 2,000–2,500 °C. Melalui cara ini akan dihasilkan senyawa asilikon karbida. Dalam sintesis silikon karbida diperlukan bahan tambahan agar reaksi dapat berjalan secara efektif

b) Sintesis silikon karbida pada temperatur rendah

Pembuatan silikon karbida pada temperatur rendah ditemukan oleh Yajima dan timnya pada tahun 1975. Proses ini telah digunakan secara komersial untuk pembuatan serat keramik. Pada proses ini digunakan diorganodichlorosilanes yang direaksikan dengan natrium atau campuran natrium-kalium dalam suatu pelarut organik. Akan dihasilkan campuran oligosilane siklik dan linear. Jika starting materialnya adalah Me_2SiCl_2 , produk yang dihasilkan adalah $(\text{Me}_2\text{Si})_x$. Campuran ini diisolasi dan dipanaskan pada suhu 350–450 °C dalam autoclave.

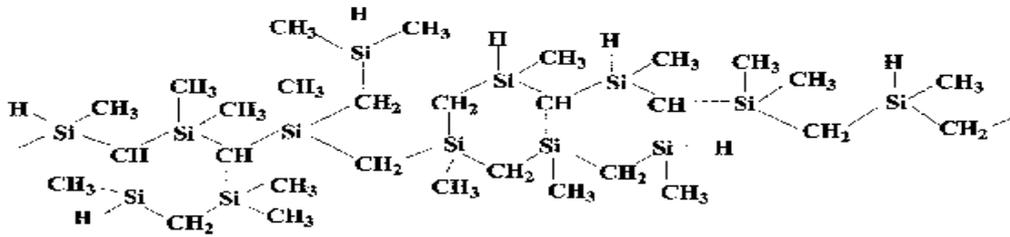


Produk ini disebut “carbosilane” intermediate (reaksi 1). Pirolisis pada temperatur rendah memerlukan bantuan katalis seperti titanium alkoxides atau suatu borosiloxane. Walaupun carbosilane memiliki struktur sederhana seperti pada hasil reaksi 1, sebenarnya diketahui ada banyak spesies yang lebih kompleks yang mengandung cincin dan rantai seperti pada reaksi 2.





Struktur carbosilane campuran rantai lurus dan siklik adalah sebagai berikut.



Gambar 1.25 Struktur carbosilane campuran rantai lurus dan siklik

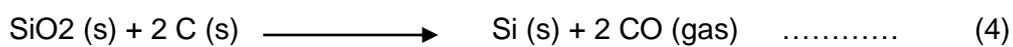
Senyawa carbosilane berwarna putih, larut dan dapat meleleh dan membentuk serat pada suhu 190°C. Melepaskan serat ke udara pada temperatur kamar menghasilkan lapisan permukaan silica. Kestabilan diperoleh dari struktur yang membentuk ikatan silang sebagai langkah utama pada pirolisis. Pemanasan yang dilanjutkan pada 1,200–1,500°C dalam atmosfer nitrogen melepaskan metan dan hidrogen dan menghasilkan serat keramik. Secara keluruhan komposisi dari SiC : C : SiO₂ = 1 : 0.78 : 0.22. Serat keramik ini masih mengandung sisa karbon yang berlebihan. Sekarang telah dihasilkan silikon karbida dengan sisa karbon sedikit melalui reaksi ikatan silang. Salah satu proses yang dikembangkan adalah dengan memilin serat dari lelehannya. Pada proses ini tepung silikonkarbida didispersikan dalam larutan carbosilane dalam toluene. Dari larutan ini ditarik dan dipilin serat yang kemudian dipirolisa menjadi silikon karbida. Serat ini stabil pada suhu 1,500°C selama 120 jam.

c) Sintesis Silikon Karbida dari Bahan Alam

Saat ini telah dikembangkan pembuatan Silikon karbida dengan memanfaatkan bahan dari tumbuhan. Serbuk SiC berhasil disintesa dari campuran serbuk Si dan hasil pirolisa serbuk kayu meranti setelah pemanasan sampai pada temperatur 1575°C dalam atmosfer Ar. Proses pirolisa menyebabkan serbuk kayu mengalami penyusutan ukuran dan pembesaran rongga jika dibandingkan dengan serbuk kayu awal. Hasil pirolisa menghasilkan residu C yang menjadi sumber C untuk reaksi dengan Si menjadi SiC. Pengujian dengan X-ray Diffraction (XRD) menunjukkan pembentukan SiC sebagai fasa yang dominan. Di luar dugaan juga didapatkan SiO₂ yang diperkirakan karena masuknya O₂ ke dalam dapur selama pemanasan. Sanai dan Jitcharoeng (2009) menggunakan sekam padi sebagai bahan baku pembuatan silikon karbida. Penelitian ini dilatar



belakangi dari banyaknya sekam padi yang dihasilkan dari kilang padi dimana diketahui bahwa hampir 15-20 % sekam padi mengandung abu yang kaya dengan silica (> 95% SiO₂). Silika ini merupakan bahan baku yang baik untuk disintesis menjadi silicon murni, silicon karbida dan berbagai jenis senyawaan silicon. Berdasarkan berbagai penelitian diketahui mekanisme pembentukan SiC pada temperature tinggi adalah :



Perhitungan termodinamika menunjukkan bahwa reaksi berlangsung pada suhu 1300 °C - 1900 °C. Dikethui bahwa logam-logam Fe, Co dan Ni dapat mengkatalisis reaksi pembentukkan SiC. Oleh karena itu pada penelitiannya ini Sanai dan Jitcharoeng mengkaji tentang kondisi optimum untuk memproduksi tepung Silikon karbida dari sekam padi yang telah diolah dengan asam terutama yang berkaitan dengan jenis dan konsentrasi optimum katalisnya. Adapun katalis yang digunakan adalah logam-logam Fe, Co dan Ni.

Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa sekam padi yang telah diolah dengan HCl 1N dan disintesis pada suhu 1500 °C dan perendaman selama 2 jam menghasilkan senyawa α SiC dalam ukuran mikron dan sub micron. Adapun jumlah α SiC yang dihasilkan sebanyak 34 % hingga 42 % . Katalis yang paling baik adalah katalis Fe pada konsentrasi Fe 3 %.

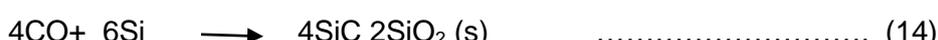
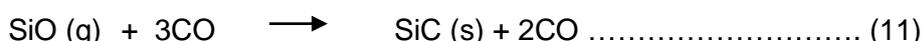
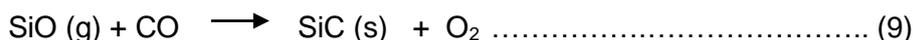
d) Sintesis Nano Silikon Karbida dengan Teknik Induksi Plasma

Silikon karbida juga telah disintesis dalam ukuran nano. Francois Gitzhofer (1995) mensintesis" *ultrafine powders*" (UFP) Si C dengan teknik induksi plasma. Istilah UFP atau yang disebut juga dengan *nanosized powders* diberikan pada partikel yang ukurannya antara 5 nm hingga 100nm. Untuk memperoleh bubuk keramik SiC dengan ukuran seperti itu ada beberapa teknik yang dapat digunakan, antara lain dengan . reactor plasma, menggunakan element pengabuan atau microwave, laser dan dengan teknik CVD.



Francois Gitzhofer mensintesis SiC ukuran nano dengan teknik induksi plasma. Pada penelitian ini diteliti pengaruh dari perbedaan precursor, plasma dan kondisi injeksi. Dari penelitian ini diketahui bahwa precursor yang paling baik adalah logam Si dengan metan sebagai pembakarnya. Plasma yang sebaiknya digunakan adalah induksi plasma yang diinjeksi dengan Si. Dengan kondisi ini dihasilkan Si C yang kemurniannya tinggi, dengan ukuran partikel lebih kecil dari 30 pm.

SiC dapat dibuat dalam bentuk nanowire. Reaksi sintesis SiC nanowire adalah sebagai berikut:



SiC nanowire dibuat dengan menguapkan silicon dalam lumping grafit dengan substrat grafit pada suhu 1600 °C dalam atmosfer argon. Dengan menghasluskan tepung silicon dan grafit akan membentuk kristal nanowire berbentuk heksagonal. SiC jenis ini digunakan untuk membuat elemen-elemen dalam ukuran mikro (Andrievski, 2009)

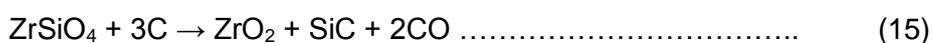
e) Sintesis Komposit SiC

SiC adalah senyawaan yang dapat digunakan sebagai bahan baku komposit. Ada berbagai cara untuk membuat komposit karbida yaitu dengan cara oksidasi, reduksi karbotermal, dan reaksi carbonitride. Agar biaya produksi pada proses pembuatan komposit ini lebih murah, diperlukan adanya bahan precursor dan penurunan suhu pembakaran. Cara yang paling sering digunakan adalah dengan



bantuan microwave. Upaya lainnya adalah dengan menggunakan precursor bahan alam.

Rigopoulos, Yousuff, O'Donnell dan Trigg (2009) meneliti tentang potensi pasir zircon ($ZrSiO_4$) untuk menghasilkan SiC, ZrO_2 dan ZrC melalui reaksi reduksi karbon termal. Sebagai sumber karbon digunakan batu bara coklat. Dengan cara ini diharapkan dapat dihasilkan komposit SiC dan ZrO_2 dengan biaya produksi yang rendah melalui reaksi sebagai berikut:



Penelitian Rigopoulos dan timnya, menyimpulkan bahwa penggunaan pasir zircon dan batubara coklat pada reaksi reduksi karbon termal dihasilkan ZrO_2 dan SiC. Kondisi yang disarankan adalah pemanasan selama 5 jam pada suhu $1500^\circ C$ adalah kondisi produksi yang paling efektif ditinjau dari segi biaya produksi.

f. Nanoteknologi dalam Kosmetika

Kosmetika dengan teknologi nanoemulsi akan bersifat *non-sticky* dan *non-oily*, sifat penetrasi yang baik, dapat menjaga kelembaban kulit lebih baik, dan dapat mendistribusikan zat aktif dengan baik pada kulit. Kosmetika dengan campuran lipid nanopartikel juga memiliki beberapa keuntungan, diantaranya meningkatkan stabilitas bahan aktif, memperpanjang bau (wangi) jika itu digunakan untuk pembuatan parfum, dan perlindungan kulit yang lebih baik terhadap sinar UV. Jadi, kosmetika seperti cream wajah atau bedak dengan teknologi nano dapat memberikan peluang besar pada kulit pemakainya menjadi lebih baik, karena ia bersifat lebih netral, lebih melembabkan, tidak menyebabkan kulit berminyak, dan karena distribusi zat aktif pada kulit lebih baik daripada kosmetika biasa maka jika ada permasalahan serius pada kulit seperti flek, jerawat, atau bekas luka, maka proses pemulihan/penyembuhannya lebih cepat karena zat aktif bekerja tepat pada sasaran kulit yang bermasalah.

Hal senada juga disampaikan oleh pakar nanoteknologi ITB, Prof. Dr. Heny Rachmawati. Beliau menjelaskan bahwa pemanfaatan teknologi nano dalam dunia farmasi dapat berperan dalam meningkatkan kualitas produksi dan keamanan (*safety performance*). Produk kosmetika yang menggunakan



nanoteknologi akan lebih cepat diserap oleh kulit sehingga dari segi penggunaannya lebih efisien. Teknologi nano banyak dipilih dalam dunia farmasi karena sifat kelarutan, stabilitas, dan kemampuan penyerapannya yang lebih baik dibandingkan bahan lain. terkadang, senyawa tertentu dalam obat ataupun kosmetika mengalami kesulitan untuk larut dan melakukan penetrasi karena ukuran partikelnya terlalu besar, maka teknologi nano digunakan untuk mengatasi problem tersebut. Partikel nano sebagai penghantar bahan aktif akan mampu memaksimalkan penyerapan bahan aktif kosmetika pada kulit. Partikel nano juga bisa menyalurkan secara lebih merata bahan kosmetika yang berfungsi melindungi kulit dari sinar matahari dan energi negative. Produk kosmetika yang menggunakan teknologi nano tetap aman dan tidak memiliki efek samping. Beliau menjelaskan ,bahwa partikel nano dalam kosmetika hanya berfungsi sebagai penghantar (*carrier*), setelah mulai terserap oleh kulit dia akan terlepas. Penggunaan nanoteknologi jauh lebih baik dibandingkan produk konvensional. Maka tak heran jika harga produk kosmetika dengan nanoteknologi jauh lebih tinggi dibandingkan produk-produk sejenis yang tidak menggunakan teknologi nano. Apalagi mengingat sebagian besar bahan baku untuk nano di Indonesia masih import dari luar negeri. Dokter kulit Adnan Nasir, MD, PhD, FAAD, asisten profesor klinis di Departmen Dermatologi University of North Caroline di Chapel Hill, Amerika, menjelaskan bahwa nanomaterial dalam kosmetika berperan dalam anti penuaan. Rekayasa nanomaterial pada kosmetika dapat memberikan retinoid topikal dan antioksidan yang dapat memacu faktor pertumbuhan untuk peremajaan kulit di masa depan. Lebih lanjut Adnan Nasir memberikan contoh pada sediaan bahan penyusun tabir surya avobenzona yang menyebabkan wajah terlihat berminyak sesaat setelah digunakan. Namun sejak ditemukan partikel nano titanium sebagai penyusun tabir surya menyebabkan perlindungan kulit terhadap sinar UV menjadi lebih baik tanpa meninggalkan bekas residu dan minyak.

g. Nanoteknologi dalam Bahan Alam

Sumber daya alam hayati Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan. Keanekaragaman hayati Indonesia sudah diakui oleh dunia internasional, bahkan kekayaan tumbuhan Indonesia berada pada urutan kedua setelah Brazil. Indonesia juga memiliki kekhasan alam tropis dan sebaran



gunung berapi yang merupakan penyedia iklim dan mineral penyubur tanah yang ideal untuk tumbuhnya berbagai jenis tanaman. Semua kekayaan hayati tersebut mengandung berbagai bahan kimia yang sangat berpotensi sebagai bahan baku industri, seperti bidang farmasi, pertanian, makanan, dan minuman. Potensi tersebut sudah banyak diteliti dan dimanfaatkan namun belum banyak dimodifikasi dengan teknologi nano. Padahal di negara-negara maju seperti Amerika dan Eropa teknologi nano sudah diaplikasikan pada berbagai bidang termasuk pada industri agrikultur, farmasi dan makanan. Dalam bidang kedokteran dan farmasi, teknologi nano juga sudah diaplikasikan untuk menghasilkan obat “cerdas” yang dapat mempercepat reaksi obat di dalam tubuh sehingga mampu terbawa aliran darah tanpa kehilangan material aktif selama penghantaran. Aplikasi nano teknologi dalam bidang kedokteran dan farmasi ini secara luas mulai dikembangkan terutama untuk obat kanker. Trend dunia riset pada bidang *green chemistry*, green nanoteknologi atau seruan dunia *back to nature* menjadi pendukung utama untuk mengembangkan potensi riset kimia bahan alam ini. Sebuah studi yang dipresentasikan oleh beberapa ilmuwan dalam pertemuan nasional American Chemical Society’s ke 238 di Kanada melaporkan bahwa zat yang disebut “*essential oils pesticides*” atau “*killer spices*” merupakan kandidat pestisida alami yang ramah lingkungan dan resiko yang sedikit terhadap kesehatan manusia dan hewan. Kelemahan pestisida ini adalah tidak tahan lama karena sifatnya yang volatil dan mudah terdegradasi oleh cahaya matahari. Oleh karena itu, menjadi tugas para peneliti untuk menemukan formulasi yang tepat sehingga pestisida yang dihasilkan lebih tahan lama dan tidak mudah rusak, salah satunya dengan modifikasi teknologi nano. Dalam dunia farmasi, tak terhitung banyaknya ekstrak tanaman yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan obat herbal baik yang diambil dari kayu, buah, daun, akar, maupun bunga. Salah satunya adalah kunyit. Indonesia memiliki variasi tumbuhan kunyit lebih banyak dan merupakan salah satu negara penghasil kunyit terbesar di dunia. Tim riset yang merupakan kolaborasi dari beberapa universitas dan lembaga riset di Korea Selatan telah membuktikan secara *in vitro* dengan analisis SPR (*Surface Plasmon Resonance*) maupun *in vivo* dengan analisis APN-*specific antibody competition* bahwa salah satu senyawa yang terkandung di dalam kunyit, yakni kurkumin memiliki potensi yang sangat besar sebagai obat kanker. Kurkumin adalah senyawa turunan fenolik



dari hasil isolasi rimpang tanaman kunyit (*Curcuma longa*). Senyawa fenolik dari kunyit juga memiliki potensi yang cukup besar untuk dijadikan salah satu bahan komposit biopolimer. Sentuhan teknologi nano pada komposit biopolimer akan menghasilkan material biopolimer baru yang memiliki ketahanan mekanik lebih baik, bahkan dapat dihasilkan komposit biopolimer yang memiliki konduktivitas listrik yang baik. Sebagai contoh, kombinasi bahan penyusun pelat bipolar fuel sel grafit berbasis senyawa fenolik dan campuran beberapa bahan lain mampu meningkatkan konduktivitas listrik dan sifat mekanik pada pelat bipolar. Menurut beberapa penelitian, kekuatan mekanik dan konduktivitas listrik pelat bipolar komposit polimer bertambah ketika ditambahkan nanomaterial seperti multi walled carbon nanotubes. Disini terlihat bahwa modifikasi nano teknologi dapat meningkatkan mutu sebuah material. Potensi-potensi di atas menjadi sangat penting untuk dikaji dalam road map riset nano teknologi di Indonesia karena SDA merupakan keunggulan utama yang tak tertandingi sebagai bahan baku utama pengembangan industri-industri di Indonesia. Berdasarkan fakta tersebut, sebagai negara yang kaya akan potensi *biodiversity* maka riset nano-kimia bahan alam dapat dijadikan sebagai ujung tombak riset kimia di Indonesia (<http://nanotech-indonesia.blogspot.co.id>).

h. Nanoteknologi Konveksi

Nanoteknologi dapat diaplikasikan pula pada industri konveksi (kain). Berbagai aplikasi nanoteknologi dalam industri konveksi antara lain, (i) tahan terhadap tumpahan dan kotoran, (ii) tahan air, (iii) tahan bau, dan (iv) kemampuan untuk menghantarkan listrik. Suatu bahan kain dapat dilapisi dengan serat polyester yang mengandung filament filamen nanosilikon. Lapisan filament nanosilikon memiliki sifat hidrofobik (tidak menyukai air). Akibatnya, bahan kain ini akan mencegah air untuk membasahi bahan. (<http://nanotech-indonesia.blogspot.co.id>)



Gambar 1.26 Aplikasi nanoteknologi pada industri kain. Bahan kain yang dilapisi filamen nanosilikon akan menahan air sehingga mencegah air untuk membasahi bahan kain



i. Nanoteknologi Antirefleksi

Lapisan berskala nano juga dapat diberikan pada bahan optis seperti kaca atau kacamata sehingga bahan tersebut kemampuan anti refleksi terhadap cahaya matahari maupun sinar infra merah. (<http://nanotech-indonesia.blogspot.co.id>)

D. Aktivitas Pembelajaran

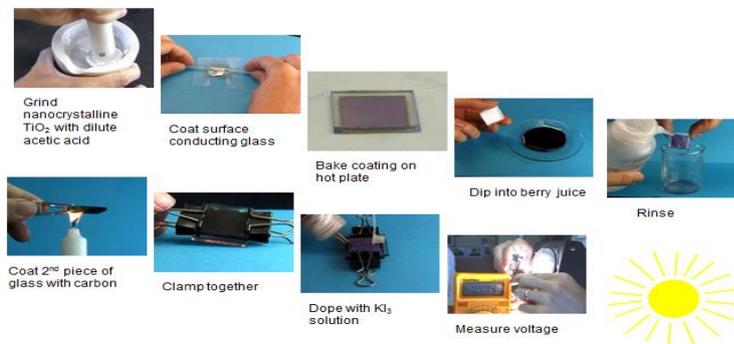
Setelah Anda mempelajari materi Kimia Baru Dunia Nano Teknologi tersebut, coba Anda mencari beberapa contoh penerapan nanoteknologi dalam kehidupan yang menjadi trend isu saat ini.

No	Penerapan Nanoteknologi dalam kehidupan	Manfaat	Gambar	Penjelasan

Aktivitas 2

Nanoteknologi dalam ilmu kimia banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, sebagai contoh solar sel, bioenzim, LED, bioteknologi, dan sebagainya Bab. Berikut ini contoh pembuatan solar sel dari TiO₂ dan cairan buah raspberry. Silakan Anda pelajari proses pembuatan model solar sel sederhana ini.

Titanium Dioxide Raspberry Solar Cell



Anda dapat mencari bahan dari berbagai sumber. Buatlah rancangan percobaan/LK mengenai gambar berikut



E. Latihan/Kasus/Tugas

SOAL PILIHAN GANDA

- Berikut ini yang merupakan pengertian nanoteknologi dalam dunia kimia?
 - manipulasi atom-atom dan molekul-molekul, atau melalui teknologi penelitian berkaidah *action* and *reaction* (*interaction*) antara atom dan molekul dalam fenomena alam semesta
 - penggabungan atom-atom menjadi bentuk molekul dengan suatu reaksi tertentu sehingga menjadikan molekul tersebut mempunyai manfaat bagi manusia
 - pemutusan ikatan antara atom atau senyawa sehingga melepaskan energi dan menghasilkan produk baru
 - proses terjadinya reaksi-reaksi elektrofilik dan nukleofilik pada suatu senyawa organik sehingga dapat menghasilkan senyawa baru yang mempunyai manfaat khusus bagi manusia
- Hingga saat ini, nanoteknologi telah diaplikasikan ke beberapa area ilmu atau industri, antara lain:
 - nanooptics, nanocompound, nanocellulose*
 - nanobiomedical, nanosensors, nanoelectronics,*
 - nanobiomedical, nanoclothes, nanofabrication.*
 - nano sensors, nanopaper, nanocolors*
- Berikut ini terdapat beberapa bahan polimer untuk membuat produk kimia yang bermanfaat bagi kehidupan:
 - kuarsa
 - Selulosa
 - Polivinil Chlorida
 - Polimer akrilik
 - Silikon karbida

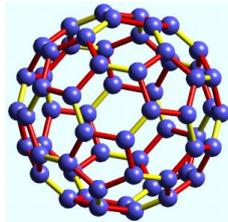
Yang termasuk polimer alam yang dapat dimanfaatkan untuk membuat film tipis/kertas selofan adalah....

 - 1,2, 3



- B. 1 saja
- C. 2 saja
- D. 3,4 saja

4. Perhatikan gambar berikut.



Gambar tersebut adalah 60 buah atom Carbon (C₆₀) yang memiliki simetri seperti bola untuk bidang elektronika dan kedokteran, dinamakan....

- A. Nanotube
 - B. Fullerene
 - C. MWNT
 - D. SNWT
5. Kemajuan nanoteknologi sangat pesat, seiring dengan kemajuan jaman. Salah satu contoh aplikasi nanoteknologi pada industri kain, yaitu bahan kain yang dapat menahan air. Bahan yang digunakan untuk melapisi bahan kain tersebut sehingga dapat mencegah air untuk membasahi bahan kain adalah filamen....
- A. Nanokarbon
 - B. Nanoselulosa
 - C. Nanosilikon
 - D. Nanotoluena



STUDI KASUS

Korosi Logam

KOROSI pada logam menimbulkan kerugian tidak sedikit. Hasil riset yang berlangsung tahun 2002 di Amerika Serikat memperkirakan, kerugian akibat korosi yang menyerang permesinan industri, infrastruktur, sampai perangkat transportasi di negara adidaya itu mencapai 276 miliar dollar AS. Ini berarti 3,1 persen dari Gross Domestic Product (GDP)-nya.

Sebetulnya, negara-negara di kawasan tropis seperti Indonesia paling banyak menderita kerugian akibat korosi ini. Sayangnya, tidak ada data yang jelas di negara-negara tersebut tentang jumlah kerugian setiap tahunnya. Padahal, korosi menyerang hampir semua peralatan yang terbuat dari logam. Mulai dari peralatan dapur, mesin cuci, sampai mesin mobil. Salah satu hal yang perlu mendapatkan perhatian kita adalah bahwa banyaknya korosi yang berat terjadi di pantai maupun laut. Beruntung, beberapa kabel bawah laut yang berfungsi untuk jaringan internet saat ini sudah digantikan dengan serat optik yang bebas dari korosi.

Emas (Au) dan platina (Pt) murni dikenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Tetapi tidak mungkin kita menggunakan Au dan Pt untuk berbagai keperluan seperti membuat jembatan. Dengan mengetahui dasar-dasar korosi, kita bisa menekan terjadinya korosi.

Korosi yang disebabkan oleh proses oksidasi pada logam setelah bereaksi dengan kandungan uap air di udara dapat dicegah (minimal diperlambat) dengan cara pelapisan permukaan logam dengan pengecatan, pelapisan dengan bahan polimer, maupun pelapisan dengan logam tahan karat seperti nikel-krom. Bahkan, pada bagian-bagian mobil, bodi dan bumper, misalnya, telah dipakai bahan baru pengganti logam dari bahan komposit polimer.

Korosi tidak hanya disebabkan oleh kandungan uap air yang tinggi di udara, tetapi juga oleh suhu benda (logam) yang tinggi pada saat operasi. Hal ini terjadi pada perkakas-perkakas atau mesin-mesin yang dalam pemakaiannya menimbulkan panas akibat gesekan (seperti cutting tools) atau dikenai panas secara langsung (seperti mesin kendaraan bermotor dan lain-lain). Karena itu, diperlukan bahan pelapisan yang tahan panas sekaligus tahan oksidasi sehingga logam tidak mengalami korosi. Sebab, bahan ini mampu menahan masuknya atom oksigen ke permukaan logam.

Untuk mencegah korosi pada perkakas atau bagian mesin seperti di atas, tidak bisa digunakan pelapisan dengan bahan komposit polimer karena titik leleh yang rendah. Maka, para periset di industri mencoba untuk meneliti kemungkinan penggunaan bahan komposit keramik sebagai lapisan pelindung logam dari korosi.

Dalam usaha untuk mencari bahan pelapis baru yang tahan terhadap oksidasi sehingga dapat mencegah korosi, baik pada suhu kamar maupun suhu tinggi, dibuat nanokomposit dengan nanoteknologi dan bahkan telah diproduksi dalam skala industri. Nanokomposit nc-TiN ini selain memiliki kekerasan dan ketangguhan tinggi, ternyata memiliki ketahanan terhadap oksidasi. Hal ini disebabkan oleh terbungkusnya nanokristal logam titan nitrat (nc-TiN, warna keemasan) oleh fase amorf titan disilisid (TiSix, warna biru) dan silikon nitrat (Si, warna merah). Dengan demikian, fase amorf berfungsi ganda: mencegah tergelincirnya butiran kristal yang mengakibatkan kekerasan tinggi dan mencegah oksidasi. Fase amorf Si memang terkenal sebagai diffusion barrier.



Pengukuran kandungan oksigen dilakukan dengan dua alat, yaitu EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy) dan ERD (Energy Recoil Dispersive spectroscopy). Hasilnya mengejutkan. Meskipun nanokomposit tersebut telah dibiarkan selama dua tahun di udara terbuka, kandungan oksigennya sangat sedikit (sekitar 0,05 atom persen) dan hanya dapat dideteksi oleh peralatan yang canggih dan mahal seperti ERD.

Demikian pula bila dilakukan pemanasan pada material tersebut dalam udara kering, sampai suhu 800°C, kandungan oksigennya sangat rendah asalkan tebal selubung amorfnya cukup untuk membungkus seluruh permukaan kristal TiN. Sifat nanokomposit yang tahan oksidasi ini sangat mencengangkan karena baik logam titan maupun titan nitrit sangat mudah teroksidasi pada suhu kamar.

KELANJUTAN dari riset nanokomposit tahan oksidasi ini adalah pembuatan nanokomposit alloy titan-aluminium yang merupakan modifikasi dari nanokomposit. Caranya, atom titan dalam kristal titan nitrid disubstitusikan dengan atom aluminium untuk membentuk nanokomposit nc-(Ti,Al)N/a-Si. Dengan memasukkan aluminium dalam kristal TiN, maka pencegahan oksidasi tidak saja berasal dari selubung pelindung dari fase amorf, tetapi juga terbentuknya lapisan anti-oksidasi Al di permukaan kristal (Ti,Al)N.

Pemakaian lapisan tahan oksidasi untuk mencegah korosi baru digunakan di industri alat potong (cutting tools) dan belum secara luas dikembangkan pada pelapisan mesin dan perkakas yang lain, apalagi untuk mobil. Selain penggunaan bahan yang tahan korosi, proses pelapisan secara elektrokimia juga banyak digunakan untuk menghambat korosi bahan logam utamanya.

Meski demikian, bahan pelapis pencegah korosi ini memiliki potensi yang besar di masa mendatang, bila teknologi pelapisan sudah semakin maju agar pelapisan pada permukaan yang luas dapat dilakukan dengan mudah. Yang paling mungkin, pelapisan pada mesin-mesin industri. **(Diambil dan dimodifikasi dari tulisan Dr. Kebamoto)**

Berdasarkan uraian tersebut, diskusikan berbagai hal berikut ini.

1. Jelaskan mekanisme proses korosi dan proses pelapisan secara elektrokimia. Bedakan anoda dan katoda berdasarkan pergerakan elektron.
2. Jelaskan mengenai serat optik dan aplikasinya yang lebih luas.
3. Selain mahal, mengapa bahan tahan korosi seperti Au dan Pt tidak digunakan sebagai bahan utama untuk membuat kendaraan bermotor?
4. Sebutkan persyaratan agar proses korosi tidak terjadi.
5. Jelaskan mekanisme perlindungan terhadap korosi besi oleh seng dan timah putih.
6. Jelaskan mengapa kerang dapat mempercepat korosi pada badan kapal yang terbuat dari logam?
7. Mengapa besi lebih cepat mengalami korosi dibandingkan dengan aluminium bila digunakan untuk panci masak?
8. Jelaskan mekanisme perlindungan galvanik (metode anoda yang dikorbankan dan metode tegangan terpasang) terhadap korosi pada baja. Berikan contoh untuk aplikasi pipa bawah tanah, kapal dan tangki air.



F. Rangkuman

Berdasarkan uraian dan pemahaman tentang nanoteknologi yang diaplikasikan di berbagai disiplin ilmu, dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa dalam penelitian fenomena, baik dalam skala kecil maupun besar bahkan sampai skala alam semesta semuanya harus dilakukan dari skala molekuler/skala nano, yaitu skala atom dan molekul dalam struktur kimia, dengan tujuan untuk memahami *action* dan *reaction (interaction)* dari atom-atom dan molekul-molekul yang semuanya berlua dari sini.

Perkembangan nanoteknologi yang pesat mengubah wajah teknologi kimia fisiak, teknologi pada umumnya karena nanoteknologi merambah semua bidang ilmu. Tidak hanya bidang rekayasa material seperti komposit, polimer, keramik, supermagnet, dan lain-lain. Bidang-bidang seperti, kimia bahan, biologi (terutama genetika dan biologi molekul lainnya), dan rekayasa akan turut maju pesat. Tentu saja keluhuran moral dan agama tetap diperlukan agar penerapan teknologi ini tidak malah merugikan keberlangsungan hidup umat manusia.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: PERANCANGAN EKSPERIMEN KIMIA (I)

Eksperimen dapat didefinisikan sebagai kegiatan terperinci yang direncanakan untuk menghasilkan data untuk menjawab suatu masalah atau menguji suatu hipotesis. Tujuan metode eksperimen dalam pembelajaran diantaranya peserta didik dapat mengumpulkan fakta-fakta, informasi atau data dari percobaan, mampu merancang, mempersiapkan, melakukan dan melaporkan percobaan serta melatih penggunaan logika berpikir induktif untuk menarik kesimpulan dari fakta-fakta, informasi atau data yang diperoleh dari percobaan. Untuk memenuhi tujuan itu Anda tentunya harus terampil menerapkan metode eksperimen dan yang harus dilakukan yaitu merancang eksperimen. Pada modul sebelumnya telah dibahas mengenai lembar kerja eksperimen dan noneksperimen, trik dan tips dalam melaksanakan eksperimen, pada modul ini Anda dapat mengembangkan lagi ke perancangan eksperimen yang dapat digunakan untuk penelitian kimia dan melatih metode ilmiah bagi pada peserta didik.

Mengacu kepada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 kompetensi ini termasuk kompetensi inti guru profesional 20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran kimia dengan kompetensi guru nomor 20.12. Merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian. Untuk mencapai kompetensi ini, pada modul ini akan dibahas tentang topik-topik kimia yang akan disajikan dengan eksperimen, cara mengendalikan variabel dalam percobaan dan pengembangan eksperimen yang dapat dimanfaatkan sebagai penelitian kimia sederhana.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat:



Merancang eksperimen untuk pembelajaran kimia dengan mengendalikan variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol serta merancang eksperimen untuk keperluan penelitian.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Mengidentifikasi topik kimia yang disajikan menggunakan metode eksperimen untuk kegiatan penelitian
2. Menentukan variabel-variabel pada keterampilan proses sebagai dasar pengembangan eksperimen
3. Membuat lembar kerja siswa untuk eksperimen sesuai dengan kriteria.

C. Uraian Materi

Suatu eksperimen akan berhasil jika variabel yang dimanipulasi dan jenis respon yang diharapkan dinyatakan secara jelas dalam suatu hipotesis, juga penentuan kondisi-kondisi yang akan dikontrol sudah tepat. Untuk keberhasilan ini, maka setiap eksperimen harus dirancang dulu kemudian diuji coba. Pada uraian berikut akan dibahas beberapa hal yang diperlukan dalam perancangan eksperimen yang meliputi: topik kimia yang disajikan menggunakan metode eksperimen untuk kegiatan penelitian; variabel-variabel pada keterampilan proses sebagai dasar pengembangan eksperimen; lembar kerja siswa untuk eksperimen sesuai dengan kriteria dan perancangan eksperimen untuk suatu penelitian kimia.

1. Tahap perancangan eksperimen kimia

Dalam rangka mewujudkan manusia Indonesia yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif maka dalam Permendikbud tentang Standar Proses dinyatakan bahwa proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik.

Pembelajaran diarahkan untuk mendorong peserta didik mencari tahu dari berbagai sumber observasi, mampu merumuskan masalah (menanya) bukan



hanya menyelesaikan masalah. Di samping itu pembelajaran diarahkan untuk melatih peserta didik berfikir analitis dalam pengambilan keputusan bukan berpikir mekanistik (rutin) serta mampu bekerjasama dan berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah.

Kimia sebagai proses/metode penyelidikan (*discovery/inquiry*) meliputi cara berpikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan ilmiah untuk memperoleh produk-produk kimia, mulai dari menemukan masalah, mengumpulkan fakta-fakta terkait masalah, membuat asumsi, mengendalikan variabel, melakukan observasi, melakukan pengukuran, melakukan inferensi memprediksi, mengumpulkan dan mengolah data hasil observasi/pengukuran, serta menyimpulkan dan mengomunikasikan. Dalam konteks ini, kimia bukan sekadar bagaimana cara bekerja, melihat, dan cara berpikir, melainkan sebagai jalan untuk mengetahui/menemukan.

Pada tujuan pembelajaran kimia tercantum kurikulum kimia diantaranya peserta didik memperoleh pengalaman dalam menerapkan metode ilmiah melalui percobaan atau eksperimen, dimana peserta didik melakukan pengujian hipotesis dengan melakukan eksperimen (yang mungkin melibatkan penggunaan instrumen), pengambilan data, pengolahan dan interpretasi data, serta mengomunikasikan hasil eksperimen secara lisan dan tertulis. Oleh karena itu penerapan metode ilmiah melalui percobaan atau eksperimen perlu dilatihkan kepada peserta didik. Pada modul sebelumnya telah dibahas tentang keterampilan proses sains dan metode ilmiah, pada modul ini guru dapat memanfaatkan konsep tersebut dalam mengidentifikasi konsep kimia yang disajikan dengan eksperimen dan merancang eksperimennya. Untuk mengingat tentang keterampilan proses dan metode ilmiah berikut ini uraian singkat tentang metode ilmiah.

a. Keterampilan Proses Sains

Umumnya guru menggunakan lembar kerja eksperimen yang ada di buku-buku kimia. Untuk menyesuaikan dengan kurikulum dan kondisi sekolah sebaiknya guru merancang sendiri lembar kegiatan eksperimen bagi siswanya. Dalam perancangan eksperimen kimia bagi peserta didik, harus memperhatikan keterampilan proses sains yang perlu dilatihkan. Di SMA sesuai dengan



kompetensi dasar yang harus dikuasai, keterampilan peroses yang dilatihkan sudah mencapai keterampilan proses terpadu.

American Association for the Advancement of Science (1970) mengklasifikasikan menjadi keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu. Keterampilan proses dasar meliputi : pengamatan, pengukuran, menyimpulkan, meramalkan, menggolongkan, mengkomunikasikan, keterampilan proses terpadu meliputi: pengontrolan variabel, interpretasi data, perumusan hipotesa, pendefinisian variabel secara operasional, merancang eksperimen. keterampilan proses dasar merupakan suatu fondasi untuk melatih keterampilan proses terpadu yang lebih kompleks. Seluruh keterampilan proses ini diperlukan pada saat berupaya untuk mencatatkan masalah ilmiah. Keterampilan proses terpadu khususnya diperlukan saat melakukan eksperimen untuk memecahkan masalah. Keterampilan Proses Dasar dan Terpadu tertera pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keterampilan Proses Dasar dan Terpadu

Keterampilan Proses Dasar	Keterampilan Proses Terpadu
Mengamati	Mengontrol variabel
Mengukur	Menginterpretasikan data
Menyimpulkan	Merumuskan hipotesa
Meramalkan	Mendefinisikan variabel secara operasional
Menggolongkan	
Mengomunikasikan	Merancang eksperimen

Eksperimen pada pembelajaran kimia sangat bervariasi ada yang melatih keterampilan proses dasar saja ada pula yang sampai keterampilan proses terpadu. Bahkan sampai keterampilan merancang eksperimen. Sebelum peserta didik ditugaskan merancang eksperimen, guru harus memahami langkah-langkah merancang eksperimen, baik eksperimen yang hanya memerlukan keterampilan proses dasar saja maupun keterampilan proses terpadu.

b. Metode Ilmiah

Pada pembelajaran kimia peserta didik dilathkan melakukan eksperimen melalui tahap-tahap metode ilmiah. Metode ilmiah merupakan langkah atau tahap yang teratur dan sistematis yang digunakan dalam memecahkan suatu



masalah ilmiah. Banyak pendapat mengenai tahap-tahap metode ilmiah, tahap minimal pada metode ilmiah yaitu dimulai dengan tahap merumuskan masalah, dilanjutkan dengan merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, menyimpulkan sampai tahap akhir yaitu melaporkan hasil. Contoh langkah-langkah metode ilmiah yang akan diuraikan pada modul ini adalah seperti yang tertera pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Langkah-langkah metode ilmiah dan Kegiatannya

LANGKAH-LANGKAH	KEGIATAN
Merumuskan masalah	Merumuskan masalah merupakan langkah awal penelitian. Masalah dapat berupa hal-hal yang menarik untuk diketahui dan dipecahkan. Untuk merumuskan masalah dengan baik, harus diawali dengan identifikasi masalah dahulu. Rumusan masalah biasanya dituliskan dalam kalimat tanya.
Merumuskan Hipotesis	Pada saat merumuskan masalah, sebenarnya kita dapat menduga jawaban sementara dari masalah tersebut atau yang dikenal sebagai hipotesis. Hipotesis adalah jawaban sementara dari rumusan yang masih memerlukan pembuktian kebenarannya kalian
Merancang eksperimen	Setelah menentukan perumusan masalah dan hipotesis, peneliti dapat merancang eksperimen. Merancang eksperimen mulai dari menentukan tujuan, menyiapkan alat bahan, menentukan data yang akan dikumpulkan, menentukan teknik dan proses pengumpulan data dalam penelitian. Pada saat merancang eksperimen kalian juga harus memperhatikan faktor –faktor atau variabel yang mempengaruhi penelitian. Dalam suatu eksperimen terdapat tiga macam variabel yang sama pentingnya, yaitu variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol. <ul style="list-style-type: none"> • <i>Variabel manipulasi</i> adalah suatu variabel yang secara sengaja diubah atau dimanipulasi dalam suatu situasi.



	<ul style="list-style-type: none">• <i>Variabel respon</i> adalah variabel yang berubah sebagai hasil akibat dari kegiatan manipulasi.• <i>Variabel kontrol</i> adalah variabel yang sengaja dipertahankan konstan agar tidak berpengaruh terhadap variabel respon.
Melakukan eksperimen	<p>Melakukan eksperimen merupakan kegiatan penelitian untuk menguji hipotesis. Kegiatan dimulai dari mengumpulkan data hasil eksperimen dalam bentuk catatan atau uraian, tabel, atau diagram. Selama kegiatan ada keterampilan-keterampilan proses dasar yang akan harus dilakukan dengan tepat. Misalnya: Cara mengamati, Cara mengklasifikasi yaitu menggolongkan berdasarkan persamaan dan perbedaan, cara menyimpulkan dan membuat laporan untuk presesntasi.</p> <p>Pada saat merancang eksperimen kalian telah mengidentifikasi variabel, pada pelaksanaan eksperimennya kalian harus memperhatikan bagaimana cara melakukan percobaan agar data tetap terkontrol. Misalnya kalau menggunakan thermometer dalam percobaan, termometernya harus satu saja karena kadang-kadang thermometer yang berbeda keakuratnnya berbeda. . Kalau mengukur volume larutan gunakan gelas ukur yang satu merk dan ukuran yang sesuai dengan volum yang diinginkan.</p>
Menyimpulkan	<p>Menyimpulkan hasil eksperimen didasarkan atas hasil analisis data dengan mereview data dan mencek kembali apakah hipotesis yang diajukan itu benar</p> <p>Kesimpulan yang diperoleh dapat digunakan untuk mendukung hipotesis penelitian dan dapat menjawab permasalahan. Jika kesimpulan percobaan tidak sesuai dengan hipotesis maka harus dilakukan tinjauan ulang terhadap proses penelitian</p>
Melaporkan	Setelah penelitian selesai kalian dapat membuat laporan



Hasil	hasil. Laporan mencakup hal-hal yang dihasilkan pada setiap tahap kegiatan metode ilmiah. Ditulis secara sistematis, dengan bahasa yang singkat, jelas dan menggunakan Bahasa Indonesia yang benar
-------	--

c. Kegiatan metode ilmiah pada pembelajaran kimia

Materi pembelajaran SMA kimia tidak semuanya dapat dilakukan secara eksperimen, yang dilakukan secara eksperimenpun tidak semua dapat dilakukan melalui penerapan seluruh tahap-tahap metode ilmiah, tetapi semuanya tetap mengembangkan keterampilan proses sains. Beberapa contoh yang dapat dilakukan dengan eksperimen yang menerapkan seluruh tahap-tahap metode ilmiah misalnya menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Berikut ini contoh kegiatan metode ilmiah mulai dari merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, menyimpulkan sampai tahap akhir yaitu melaporkan hasil. Sebagai contoh pada uraian berikut menggunakan satu topik kimia yaitu pengaruh luas permukaan sentuhan pada laju reaksi.

1) Tahap Merumuskan Masalah

Masalah dapat berupa hal-hal yang menarik untuk diketahui dan dipecahkan. Untuk merumuskan masalah dengan baik, harus diawali dengan identifikasi masalah dahulu. Ada beberapa pertanyaan menarik berupa kegiatan yang sering dilakukan dalam kehidupan sehari-hari misalnya “ Mengapa tablet obat mag disarankan dikunyah dulu sebelum ditelan?” “ Mengapa pada pembuatan penganan yang diberi rasa masis menggunakan gula merah, gula merah dipotong-potong dahulu sebelum dimasukkan kedalam air? Pertanyaan ini jika dikaitkan dengan konsep kimia dapat dijelaskan dengan konsep faktor-faktor pada laju reaksi. Salah satu faktor pada laju reaksi adalah pengaruh luas permukaan. Rumusan masalah yang akan dipecahkan adalah “ Apakah luas permukaan sentuhan dapat mempengaruhi laju reaksi?” Lebih jelas lagi kalau reaksinya dikemukakan, misalnya “ Apakah luas permukaan CaCO_3 dapat mempengaruhi laju reaksi CaCO_3 dengan HCl ?



2) Tahap Merumuskan Hipotesis

Pada saat merumuskan masalah, sebenarnya jawaban sementara dari masalah tersebut sudah dapat diduga. Jawaban sementara ini atau yang dikenal sebagai hipotesis. Pada konsep ini hipotesisnya dapat ditulis “ Jika luas permukaan sentuhan CaCO_3 diperbesar maka laju reaksi makin cepat”.

3) Merancang Eksperimen

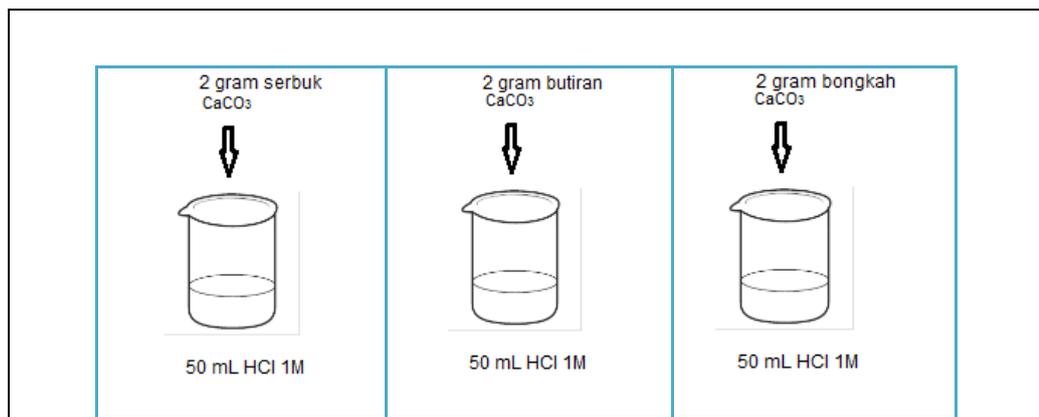
Merancang eksperimen mulai dari menentukan tujuan, menyiapkan alat bahan, menentukan data yang akan dikumpulkan, menentukan teknik dan proses pengumpulan data dalam penelitian. Pada saat merancang eksperimen harus memperhatikan faktor –faktor atau variabel yang mempengaruhi penelitian. Berkaitan dengan hipotesis “Jika luas permukaan sentuhan CaCO_3 diperbesar maka laju reaksi makin cepat“, perancangan eksperimen mulai tujuan, menyiapkan alat bahan, menentukan data yang akan dikumpulkan, menentukan teknik dan proses pengumpulan data dalam penelitian adalah sebagai berikut.

- a) Tujuan percobaan adalah “Menyelidiki Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan terhadap Laju Reaksi”
- b) Menyiapkan alat bahan, Pada percobaan ini alat bahan yang diperlukan disiapkan sesuai dengan keperluan mengumpulkan data yang memadai untuk diolah dan menarik kesimpulan. Pada percobaan ini alat yang diperlukan adalah tiga buah gelas kimia 100 mL, satu buah gelas ukur 50 mL, neraca Ohaus, sebuah *stopwatch*, bahan kimia terdiri dari larutan HCl 1M sebanyak 250 mL, batu pualam bentuk serbuk, kepingan dan bongkah sebanyak 3 gram,
- c) Menentukan data yang akan dikumpulkan, menentukan teknik dan proses pengumpulan data dapat dituangkan dalam lembar kerja siswa. Cara mengumpulkan data, teknik pengumpulan dan proses pengumpulan data telah dibahas pada modul sebelumnya, tetapi pada modul ini akan dijelaskan kembali sampai pengembangan LKSnya. Contoh untuk percobaan ini adalah sebagai berikut:

Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan pada Laju Reaksi



Untuk mempelajari pengaruh luas permukaan sentuhan, lakukan percobaan reaksi antara larutan HCl dengan batu pualam, CaCO_3 dalam berbagai bentuk sesuai dengan gambar. Catat waktunya mulai saat penambahan CaCO_3 sampai habis bereaksi dengan menggunakan satu stopwatch yang sama!



Pengamatan

Percobaan	Bentuk CaCO_3	Gejala pada saat reaksi	Waktu
1			
2			
3			

Catatan:

Pada percobaan diatas data yang dikumpulkan adalah waktu yang diperlukan sampai batu pualam habis bereaksi.

Teknik dan proses pengumpulan data diarahkan dengan sebuah kalimat dan gambar dan kolom pengamatan. yakni “ Lakukan percobaan reaksi antara larutan HCl dengan batu pualam, CaCO_3 dalam berbagai bentuk sesuai dengan gambar. Catat waktunya saat penambahan CaCO_3 sampai habis bereaksi dengan menggunakan satu stopwatch yang sama!” Pada gambar sudah jelas berapa gram massa CaCO_3 yang harus direaksikan dan volum HCl yang harus disiapkan. Data yang harus dikumpulkan juga diarahkan oleh petunjuk pada kolom pengamatan yakni bentuk CaCO_3 , gejala pada saat reaksi terjadi dan waktu mulai reaksi sampai habis bereaksi. Teknik lain atau trik dan tips



percobaan telah dipelajari pada modul sebelumnya silahkan Anda terapkan pada bahasan ini!

- d) Pada saat merancang eksperimen harus diperhatikan faktor –faktor atau variabel yang mempengaruhi penelitian. Dalam suatu eksperimen terdapat tiga macam variabel yang sama pentingnya, yaitu variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol.
- Variabel manipulasi adalah suatu variabel yang secara sengaja diubah atau dimanipulasi dalam suatu situasi. Dalam percobaan ini yang merupakan variabel manipulasi adalah luas permukaan sentuhan CaCO_3 . Luas permukaan sentuhan CaCO_3 dalam bentuk bongkah, butir dan serbuk berbeda. Yang paling luas adalah bentuk serbuk.
 - Variabel respon adalah variabel yang berubah sebagai hasil akibat dari kegiatan manipulasi. Dalam percobaan ini yang merupakan variabel respon adalah waktu yang digunakan reaksi, yaitu mulai CaCO_3 ditambahkan sampai reaksi berakhir yang ditunjukkan oleh gelembung gas pada reaksi
 - Variabel kontrol adalah variabel yang sengaja dipertahankan konstan agar tidak berpengaruh terhadap variabel respon. Dalam percobaan ini yang merupakan variabel kontrol adalah:
 - (1) volum HCl, maka pada saat melakukan percobaan mengukur HCl harus akurat
 - (2) Konsentrasi HCl maka HCl yang disiapkan harus dalam konsentrasi yang sama. Dibuat sekaligus dalam konsentrasi 1 M, siapkan dalam satu botol besar.
 - (3) Alat-alat seperti gelas kimia harus yang ukurannya sama, gelas ukur dan stopwatch cukup satu saja. Selain alat yang harus dikontrol, cara melakukan percobaan juga harus dikontrol. Misalnya pada pengukuran waktu reaksi, dimulainya pengukuran waktu harus sama misal tepat pada saat menuangkan CaCO_3 .

4) Menyimpulkan

Pada perancangan eksperimen harus di disain bagaimana cara peserta didik menyimpulkan hasil percobaan dari data yang dikumpulkan. Menyimpulkan diawali dengan pengolahan data. Untuk memanfaatkan data yang dikumpulkan, peserta didik harus dipandu misalnya dengan pertanyaan-pertanyaan. Kalau



langsung diminta menuliskan kesimpulan bisa saja mereka mengambil kalimat kesimpulan dengan mengutip dari buku teks. Di dalam LKS untuk menyimpulkan dipandu dengan pertanyaan-pertanyaan. Dalam percobaan ini contohnya adalah sebagai berikut.

Berdasarkan percobaan di atas, jawablah pertanyaan berikut!

Soal	Jawaban
1. Tentukan variabel manipulasi respon dan kontrol pada percobaan di atas!	Variabel Manipulasi:..... Variabel Respon:..... Variabel Kontrol:.....
2. Bandingkan luas permukaan CaCO_3 dalam bentuk serbuk, butir dan bongkah!
3. Jelaskan gejala yang terjadi pada ketiga percobaan tersebut!
4. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi pada percobaan tersebut!
5. Bandingkan waktu yang diperlukan oleh masing-masing percobaan!
6. Kesimpulan apa yang diperoleh dari percobaan ini?

Menyimpulkan hasil eksperimen didasarkan atas hasil analisis data dengan mereview data dan mencek kembali apakah hipotesis yang diajukan itu benar. Kesimpulan yang diperoleh dapat digunakan untuk mendukung hipotesis penelitian dan dapat menjawab permasalahan. Jika kesimpulan percobaan tidak sesuai dengan hipotesis maka harus dilakukan tinjauan ulang terhadap proses



penelitian. Contoh kesimpulan dalam percobaan ini adalah “Makin besar luas permukaan sentuhan, makin cepat laju reaksinya.

5) Melaporkan Hasil

Setelah penelitian selesai peserta didik diminta membuat laporan hasil percobaan. Ditulis secara sistematis, dengan bahasa yang singkat, jelas dan menggunakan Bahasa Indonesia yang benar. Melaporkan hasil didalam disain LKS dapat diintruksikan dalam bentuk tugas. Tugas bukan hanya penulisan laporan saja, dapat pula menjawab pertanyaan pengembangan dari percobaan. Contoh pada percobaan ini adalah sebagai berikut.

Tugas

Setelah mempelajari pengaruh luar permukaan sentuhan pada laju reaksi melalui percobaan ini, kerjakan tugas berikut.

1. Buatlah sebuah grafik dari ketiga percobaan yang telah dilakukan dengan memplot waktu yang digunakan dengan perkiraan gas yang dihasilkan. Berdasarkan data pada tabel pengamatan!
2. Buatlah laporan percobaan Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan pada Laju Reaksi ini dengan teliti dan kreatif

Dari uraian diatas, jika mau merancang kegiatan eksperimen bagi materi kimia yang sifat melatih keterampilan mengklasifikasikan, memprediksi, menginterpretasikan data dan menyimpulkan atau keterampilan proses lainnya, Anda harus menyiapkan dengan langkah-langkah menerapkan metode ilmiah. Langkah-langkah ini dapat dilatihkan kepada peserta didik karena di dalam kurikulum kimia kompetensi dasar pada pelajaran kimia sudah mencapai keterampilan merancang, melakukan dan melaporkan. Misalnya pada kelas XI “Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan”

Lembar kerja siswa yang didisain bentuknya berbeda.



2. Lembar Kerja Siswa Untuk Eksperimen

Mengembangkan lembar kerja siswa untuk eksperimen memerlukan pengetahuan dan pemahaman tentang konsep kimia, praktikum yang akan dilakukan dan model-model LKS. Banyak sekali LKS untuk pembelajaran kimia sehingga guru dapat mempelajarinya, Ada LKS yang merupakan petunjuk praktikum ada pula LKS yang merupakan petunjuk merancang eksperimen .

Langkah-langkah umum dalam mengembangkan isi LKS eksperimen adalah:

- menuliskan judul dengan singkat dan tepat
- menuliskan tujuan yang diharapkan setelah siswa belajar dengan LKS yang dikembangkan.
- menyusun kegiatan yang akan ditampilkan pada LKS dan keterampilan proses yang akan dikembangkan.
- menyusun kolom pengamatan yang memadai untuk mencatat data yang terkumpul.
- menuliskan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan kegiatan yang dikerjakan siswa. Guru sebaiknya mempersiapkan kunci jawaban LKS dan penskorannya.

a. Lembar kerja siswa yang berisi petunjuk praktikum.

Mengacu kepada Meril Physical Science: *Laboratory Manual* (1995), seperti yang diuraikan pada modul pengembangan materi ajar (BSNP, 2008) isi petunjuk praktikum diorganisasikan sebagai berikut.

1. Pengantar

Berisi uraian singkat yang mengetengahkan bahan pelajaran (berupa konsep-konsep Kimia) yang dicakup dalam kegiatan/praktikum.

Selanjutnya tuliskan Informasi khusus yang berkaitan dengan masalah yang akan dipecahkan melalui praktikum.

2. Tujuan

Memuat tujuan yang berkaitan dengan permasalahan yang diungkapkan di pengantar atau berkaitan dengan unjuk kerja siswa (misalnya dapat membuat grafik kecepatan terhadap waktu).

3. Alat dan Bahan



Memuat alat dan bahan yang diperlukan. Saat merumuskan alat dan bahan, yakinkan pada diri Anda bahwa peralatan tersebut dapat Anda peroleh untuk kelas Kimia Anda. Bila diperlukan, rancanglah kebutuhan alat dan bahan sehingga untuk beberapa di antaranya dapat dipenuhi oleh siswa dengan membawa dari rumah.

4. Prosedur/Langkah Kegiatan

Merupakan instruksi untuk melakukan kegiatan selangkah demi selangkah. Bila Anda anggap perlu, tampilkan sketsa gambar untuk mempermudah kerja siswa.

5. Data Hasil Pengamatan

Meliputi tabel-tabel data atau grafik kosong yang dapat diisi siswa untuk membantu siswa mengorganisasikan data. Selain itu berikan tempat agar siswa dapat menuliskan semua hasil pengamatan dengan indera yang sesuai.

6. Analisis

Bagian ini membimbing siswa untuk melakukan langkah-langkah analisis data sehingga kesimpulan dapat diperoleh. Bagian ini dapat berupa pertanyaan atau isian yang jawabannya berupa perhitungan terhadap data. Bisa juga pada bagian ini Anda meminta siswa untuk membuat grafik, untuk melihat hubungan sebab-akibat antara dua hal seperti yang dirumuskan dalam masalah.

7. Kesimpulan

Berisi pertanyaan-pertanyaan yang didesain sedemikian rupa hingga jawabannya berupa kesimpulan (menjawab permasalahan). Anda dapat pula memasukkan pertanyaan yang mengaitkan hasil praktikum dengan konsep-konsep IPA dan penerapannya.

Contoh.

(1) Percobaan Hukum dasar Ilmu Kimia

Kompetensi Dasar:

3.11 Menerapkan konsep massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.



4.11 Mengolah dan menganalisis data terkait massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

Indikator Pencapaian Kompetensi :

Menjelaskan Hukum Kekekalan Massa pada reaksi kimia berdasarkan data percobaan

HUKUM KEKALKAN MASSA (HUKUM LAVOISIER)

I. Pengantar

Pernahkah kamu memperhatikan sepotong besi yang berkarat karena berada di udara terbuka. Menurutmu bagaimana massanya jika dibandingkan dengan sepotong besi yang tidak berkarat. Besi berkarat karena mengalami reaksi. Bagaimana dengan massa sebelum dan sesudah reaksi pada reaksi-reaksi yang lain? Untuk membuktikannya, cobalah lakukan percobaan berikut.

II. Tujuan

Menyelidiki massa zat sebelum dan sesudah reaksi kimia

III. Alat dan Bahan

Alat :

- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet tetes
- Erlenmeyer
- Neraca Ohaus

Bahan :

- Larutan KI
- Larutan $Pb(NO_3)_2$
- Larutan HCl
- Batu pualam

IV. Langkah Kerja

Percobaan 1

- Masukkan 5 mL NaCl ke dalam tabung reaksi A dan 5 mL $AgNO_3$ ke dalam labu Erlenmeyer B. Amati warna larutan dalam tabung reaksi A dan labu Erlenmeyer B!



- b. Ikat tabung reaksi A dan masukkan ke dalam Erlenmeyer B dengan hati-hati (jangan sampai tumpah) seperti pada gambar.



- c. Timbanglah erlenmeyer beserta isinya lalu catatlah massanya.
d. Tuangkan larutan NaCl dari tabung reaksi A ke dalam erlenmeyer yang dengan melepas benang pengikat sehingga kedua larutan bercampur. Guncanglah labu erlenmeyer dengan hati-hati agar terjadi reaksi sempurna. Amati apa yang terjadi dan tulis pada tabel pengamatan.
e. Timbang lagi erlenmeyer beserta isinya, lalu catatlah massanya.
f. Bandingkan massa zat sebelum dan sesudah reaksi.

Percobaan 2

Ulangi percobaan nomor satu dengan mengganti larutan di tabung reaksi A oleh larutan KI dan di erlenmeyer B oleh larutan $\text{Pb}(\text{NO})_3$.

Percobaan 3

- a. Masukkan 20 mL larutan HCl ke dalam Erlenmeyer, masukkan seongkah batu pualam kedalam erlenmeyer tersebut (labu jangan ditutup) dan segera timbang. Tuliskan massanya.
b. Setelah reaksi selesai, timbang lagi erlenmeyer beserta isinya. Tuliskan massanya.
c. Bandingkan massa zat sebelum dan sesudah reaksi.



V. Data pengamatan

No	Sebelum Direaksikan	Sesudah Direaksikan	Massa sebelum reaksi	Massa sesudah reaksi
1	NaCl : AgNO ₃ : .....	.....	.....	.....
2	KI : Pb(NO ₃) ₂ : .....	.....	.....	.....
3	HCl CaCO ₃ : .....	.....	.....	.....

VI. Pertanyaan

1. Apakah pada percobaan 1, 2, dan 3 terjadi reaksi kimia? Berikan penjelasan!
.....
2. Jelaskan dari percobaanmu, bagaimana massa zat-zat sebelum dan sesudah reaksi!
.....
3. Mengapa pada percobaan 3, massa zat setelah reaksi berbeda dengan massa semula?
.....
4. Apa yang dapat anda simpulkan dari percobaan ini?
.....

Petunjuk Guru untuk percobaan ini:

- Percobaan ini dapat pula dilakukan pada tabung Y hanya harus hati-hati pada saat memasukkan zat pada masing-masing bagian. Gunakan pipet tetes yang panjang.
- Jangan lupa sumbat tabung Y setiap dilakukan penimbangan.
- Zat yang digunakan dapat diganti sesuai dengan yang tersedia di sekolah.
- Seandainya tidak ada neraca Ohaus, dapat digunakan timbangan biasa tetapi yang skalanya massanya kecil (dalam gram).

Ada LKS yang tidak berbentuk resep secara rinci, ada LKS yang langkah kerjanya dibantu dengan gambar. Contoh :

(2) Percobaan Larutan Penyangga

Kompetensi Dasar:



- 3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.
- 4.13 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.

Indikator Pencapaian Kompetensi:

Menjelaskan Sifat larutan penyangga berdasarkan percobaan

Sifat Larutan Penyangga

I. Pendahuluan

Mengapa bila air jeruk dicampur dengan susu akan terjadi penggumpalan ? Penggumpalan terjadi karena terjadi perubahan pH pada susu. Adakah sistem yang dapat mengatasi hal tersebut ? Secara alami terdapat suatu sistem yang dapat mempertahankan pH larutan terhadap gangguan yang dapat mengubah pH. Sistem ini disebut *larutan penyangga* atau *buffer*. Larutan penyangga alami terdapat di dalam tubuh makhluk hidup. Contohnya pada darah manusia.

II. Tujuan kegiatan

Membandingkan pH larutan penyangga dan larutan bukan penyangga, menentukan komponen-komponen pembentuk larutan penyangga.

III. Alat dan Bahan

- | | | | |
|-------------------------|-------|---------------------|--------|
| • NaOH | 0,1 M | • NaOH | 1 M |
| • CH ₃ COOH | 0,1 M | • HCl | 1 M |
| • CH ₃ COONa | 0,1 M | • Tabung reaksi | 8 buah |
| • NH ₃ | 0,1 M | • Pipet tetes | 2 buah |
| • NH ₄ Cl | 0,1 M | • Rak tabung reaksi | 1 buah |

IV. Langkah Percobaan

A. Sifat Larutan Penyangga



1. Uji pH larutan dengan kertas indikator universal. Masukkan zat-zat yang tercantum pada tabel ke dalam tabung reaksi.

No.	Zat yang diuji	pH
1.	5 mL larutan NaOH 0,1 M.	.....
2.	5 mL larutan CH ₃ COOH 0,1 M.	.....
3.	Campurkan 2,5 mL CH ₃ COOH 0,1 M. dengan 2,5 mL CH ₃ COONa 0,1 M.	.....
4.	Campurkan 2,5 mL NH ₃ 0,1 M. dengan 2,5 mL NH ₄ Cl 0,1 M.	.....

2. Tuangkan sebagian zat-zat dalam tabung reaksi, kemudian teteskan HCl dan NaOH. Uji kembali larutan dengan kertas indikator universal.

Tabel Pengamatan

No.	Zat yang diuji	pH setelah penambahan	
		HCl	NaOH
1.	NaOH		
2.	CH ₃ COOH		
3.	CH ₃ COOH + CH ₃ COONa		
4.	NH ₃ + NH ₄ Cl		

Pertanyaan

1. Bagaimana pengaruh penambahan sedikit basa atau asam terhadap larutan yang bukan penyangga ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan sedikit basa atau asam terhadap larutan yang penyangga?
3. Jelaskan sifat larutan penyangga di atas !

(3) Percobaan Faktor-faktor terhadap laju reaksi

Kompetensi Dasar:



3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan.

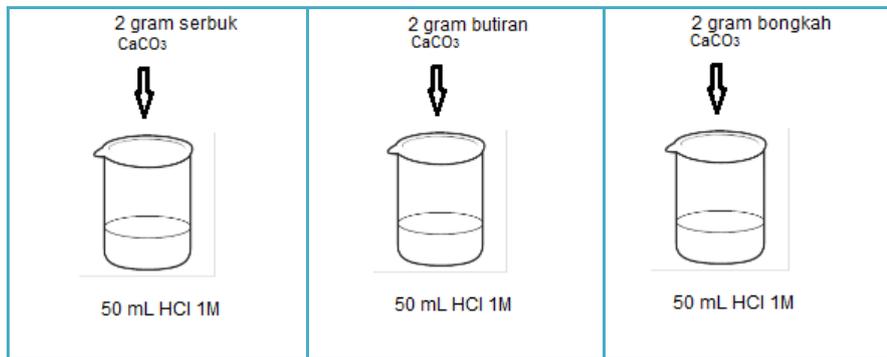
4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator Pencapaian Kompetensi:

Mendeskripsikan pengaruh luas permukaan sentuhan pada laju reaksi.

Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan pada Laju Reaksi

Untuk mempelajari pengaruh luas permukaan sentuhan pada laju reaksi, lakukan percobaan reaksi antara larutan HCl dengan batu pualam, CaCO_3 dalam berbagai bentuk sesuai dengan gambar. Catat waktunya mulai saat penambahan CaCO_3 sampai habis bereaksi dengan menggunakan satu stopwatch yang sama!



Pengamatan

Percobaan	Bentuk CaCO_3	Gejala pada saat reaksi	Waktu
1			
2			
3			

Berdasarkan percobaan di atas, jawablah pertanyaan berikut!



Soal	Jawaban
1. Tentukan variabel manipulasi respon dan kontrol pada percobaan di atas!	Variabel Manipulasi:..... Variabel Respon:..... Variabel Kontrol:.....
2. Bandingkan luas permukaan CaCO_3 dalam bentuk serbuk, butir dan bongkah!
3. Jelaskan gejala yang terjadi pada ketiga percobaan tersebut!
4. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi pada percobaan tersebut!
5. Bandingkan waktu yang diperlukan oleh masing-masing percobaan!
6. Kesimpulan apa yang diperoleh dari percobaan ini?

Tugas

Setelah mempelajari pengaruh luar permukaan sentuhan pada laju reaksi melalui percobaan ini, kerjakan tugas berikut.

1. Buatlah sebuah grafik dari ketiga percobaan yang telah dilakukan dengan memplot waktu yang digunakan dengan perkiraan gas yang dihasilkan. Berdasarkan data pada tabel pengamatan!
2. Buatlah laporan percobaan Pengaruh Luas Permukaan Sentuhan pada Laju Reaksi ini dengan teliti dan kreatif

b. Lembar kerja siswa yang berisi petunjuk merancang eksperimen

Lembar kerja siswa untuk merancang eksperimen ada yang berdasarkan metode ilmiah yaitu dengan tahap-tahap merumuskan masalah, merumuskan



hipotesis, merancang eksperimen, menyimpulkan dan melaporkan hasil, ada juga rancangan eksperimen yang tidak melalui tahap metode ilmiah

Contoh:

(1) Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi (melalui metode ilmiah)

Kompetensi Dasar:

- 3.7 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan menentukan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan.
- 4.7 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi dan orde reaksi.

Indikator Pcapaian Kompetensi: Mendeskripsikan pengaruh suhu larutan pada laju reaksi

Pengaruh Suhu Larutan Pada Laju Reaksi

Pada umumnya orang membuat teh manis menggunakan air panas

Mengapa demikian?

Untuk menjawab ini cobalah kalian merancang sendiri percobaannya!

Persiapan

Merumuskan masalah

.....

Tujuan



Merumuskan hipotesis

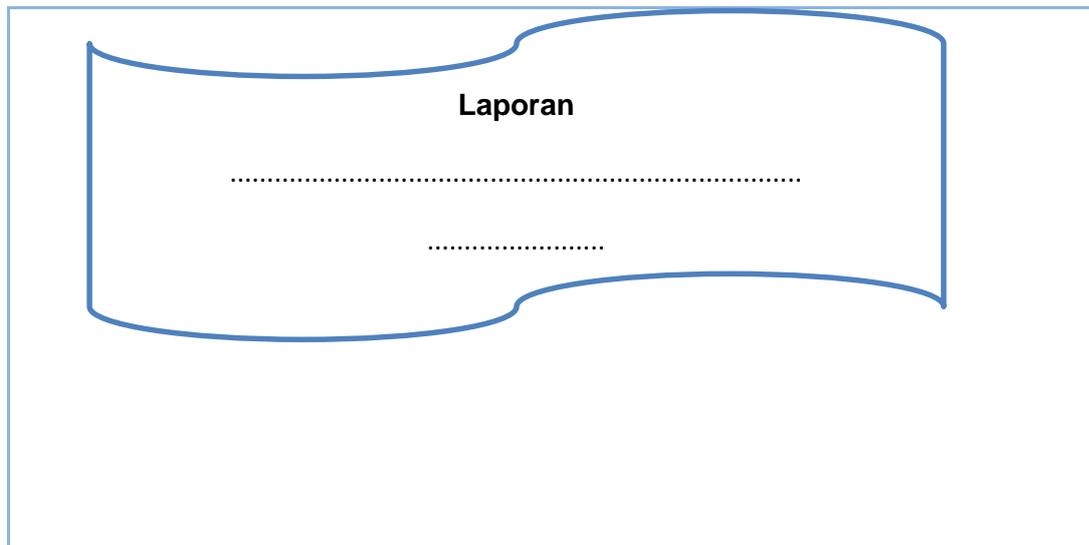
Alat dan bahan
.....

Pelaksanaan

Rancangan Eksperimen
.....
.....
.....

Kesimpulan.....
.....

Pelaporan



Petunjuk Perancangan Eksperimen

Tahap Persiapan

1. Diskusikan dengan kawan sekelompokmu dalam merumuskan masalah, menuliskan tujuan, dan merumuskan hipotesis.
2. Alat dan bahan dirancang sesuai dengan ukuran yang akan digunakan

Tahap Pelaksanaan

1. Perancangan tahap pelaksanaan eksperimen dimulai dengan menentukan variabel manipulasi, respon dan kontrol pada percobaan ini kemudian rancanglah langkah kerja eksperimen secara sistematis
2. Buatlah kolom pengamatan untuk mencatat data dan kolom analisis data

Melakukan uji coba rancangan

1. Lakukan percobaan menggunakan lembar kerja hasil rancangan kelompokmu
2. Catat pengamatan hasil percobaan, analisis data percobaan, catat pula temuan-temuan yang didapat pada saat percobaan, misal kalau ada kegagalan dalam percobaan, diskusikan penyebabnya dan perbaiki rancanganmu
3. Ulangi percobaan jika ada kegagalan, coba lagi dengan prosedur yang



sudah diperbaiki

Melaporkan hasil percobaan

1. Buatlah laporan hasil uji coba berdasarkan rancangan eksperimen yang telah dirancang kelompokmu
2. Tulislah dengan singkat dan sistematis, buat power point untuk presentasi hasil kerja.

Lembar kerja untuk mengajak peserta didik merancang eksperimen ini hanya petunjuk bagi mereka agar tahap-tahap merancang eksperimen melalui metode ilmiah dilakukan secara sistematis. Sebagai guru, tentunya Anda sudah memiliki contoh rancangan percobaan ini yang nantinya digunakan sebagai rubrik

(2) Titrasi Asam Basa (Tidak melalui tahap metode ilmiah)

Kompetensi dasar:

- 3.11 Menentukan konsentrasi/kadar asam atau basa berdasarkan data hasil titrasi asam basa.
- 3.11 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan titrasi asam-basa.

Indikator Pencapaian Kompetensi :

1. Merancang, melakukan, dan menyimpulkan percobaan penentuan kadar asam asetat dalam cuka dapur yang ada di pasaran dengan berbagai merk
2. Melakukan, dan menyimpulkan percobaan penentuan kadar asam asetat dalam cuka dapur yang ada di pasaran dengan berbagai merk
3. Menyimpulkan hasil percobaan penentuan kadar asam asetat dalam cuka dapur yang ada di pasaran dengan berbagai merk

Menentukan Kadar Asam Asetat di dalam Cuka Dapur

Dipasaran, cuka dapur dijual dengan berbagai merk. Coba perhatikan apa yang tertulis dalam label itu! Umumnya tertulis kadar cuka 25%.

Apakah yang tertulis dalam label itu benar?

Untuk itu cobalah uji kebenarannya dengan cara titrasi asam-basa. Rancanglah



terlebih dahulu eksperimen untuk menguji kadar asam asetat yang ada pada cuka tersebut, setelah itu lakukan percobaan berdasarkan rancanganmu dan laporkan hasil penelitianmu tentang kadar asam asetat yang ada pada cuka dapur

Persiapan

Merancang Lembar Percobaan dengan komponen-komponen

Judul
Pengantar:.....
Tujuan:
Alat Bahan:.....
Langkah Kerja:
Kolom Pengamatan:

Pelaksanaan dan Pelaporan

1. Lakukan uji coba penentuan kadar asam asetat pada cuka dapur sesuai rancangan kelompokmu
2. Buatlah laporan secara singkat dan jelas, meliputi rancangan eksperimen, hasil uji coba sampai kesimpulan
3. Buatlah bahan untuk presentasi hasil kerja kelompokmu dengan menarik

Pengembangan eksperimen ini bisa berbagai model, Anda dapat membuat kreasi sendiri berdasarkan ide-ide kreatif dan pengalaman selama memfasilitasi pembelajaran kimia dengan metode eksperimen. Kumpulan lembar kerja eksperimen bagi peserta didik yang dikembangkan sendiri dapat dijadikan suatu karya inovasi yang dapat diajukan sebagai hasil Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB).

3. Mengidentifikasi topik kimia untuk kegiatan penelitian

Dalam kurikulum kimia SMA ada berbagai topik yang dapat diangkat menjadi materi yang disajikan melalui metode eksperimen dan pendekatan keterampilan proses. Topik-topik ini dapat disajikan sekaligus dalam model-model



pembelajaran seperti model *discoveri learning*, *problem based learning* dan *project based learning* dan *inquiry learning*. Dalam persiapannya guru harus menganalisis dahulu kurikulum kimia dan mengidentifikasi topik-topik kimia baru mengembangkan jenis LKSnya.

Tabel 2.3 Identifikasi Topik kimia untuk eksperimen

No	Kelas	Topik	Kompetensi Dasar	Judul Eksperimen
1	X	Larutan elektrolit dan nonelektrolit	3.5 Menganalisis sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya. 4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non- elektrolit.	Menyelididki sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit berdasarkan daya hantar listriknya
2	XI	Titrasi Asam Bas	3.11 Menentukan konsentrasi/kadar asam atau basa berdasarkan data hasil titrasi asam basa. 4.11 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan titrasi asam-basa.	Menentukan Kadar Asam Asetat di dalam Cuka Dapur
3	XI	Faktor suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan	3.8 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri 4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan	Menyelidiki faktor suhu terhadap kesetimbangan antara NO_2 dan N_2O_4
4	XII	Sifat Unsur	3.6 Menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat	Menyelidiki sifat oksidator dan



	logam Alkali	kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanyadalam kehidupan sehari-hari. 4.6 Menalar dan menganalisis kelimpahan, kecenderungan sifat fisik dan sifat kimia, manfaat, dampak, proses pembuatan unsur-unsur golongan utama (gas mulia, halogen, alkali dan alkali tanah, periode 3) serta unsur golongan transisi (periode 4) dan senyawanya dalam kehidupan sehari-hari	sifat asam basa unsur periode ketiga Reaksi pengendapan senyawa alkali tanah
--	-----------------	---	---

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang perancangan eksperimen kimia Anda dapat melakukan diskusi membahas topik-topik atau konsep kimia yang dapat disajikan melalui eksperimen. Setelah itu silahkan merancang eksperimen, melakukan uji coba dan melaporkan hasil kegiatan. Sebelum mengemukakan kepada peserta didik Anda harus berlatih dahulu sehingga dapat membimbing peserta didik dalam merancang, melakukan dan melaporkan suatu eksperimen kimia sesuai dengan tuntutan kurikulum.

Lembar Kegiatan 1

Identifikasi Topik Kimia untuk Eksperimen

Tujuan : Mengidentifikasi Identifikasi topik kimia untuk eksperimen

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari *hand out* tentang perancangan eksperimen kimia
2. Identifikasi topik-topik kimia dari KD kimia yang akan disajikan dalam eksperimen!



3. Presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
4. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format Identifikasi

No.	Kelas	Topik	Kompetensi Dasar	Judul eksperimen	Tujuan
1.					
2.					
.....					

Lembar Kegiatan 2

Perancangan Eksperimen

Tujuan: Merancang eksperimen untuk pembelajaran kimia

Langkah Kerja:

1. Siapkan dokumen kurikulum, buku sumber atau sumber belajar lainnya
2. Rancanglah dua buah LKS yang bersifat petunjuk kerja dan LKS untuk merancang eksperimen dengan topik dipilih dari hasil analisis kurikulum pada lembar kegiatan 1

E. Latihan Kasus/Tugas

Analisislah kompetensi dasar mata pelajaran kimia SMA. Pilihlah topik-topik kimia di SMA yang dapat disajikan dengan metode eksperimen. Rancanglah model model lembar kegiatan eksperimen meliputi:

1. Lembar kegiatan eksperimen bagi siswa siswa yang berisi petunjuk praktikum.
2. Lembar lembar kegiatan eksperimen bagi siswa yang berisi petunjuk merancang eksperimen yang menggunakan tahap-tahap metode ilmiah dan tidak melalui tahap metode ilmiah
3. Buat laporan uji coba rancangan lembar kegiatan eksperimen atau lembar kegiatan eksperimen yang sudah berisi hasil uji coba dan berikan deskripsi dari hasil uji coba rancangan Anda



Format Tugas setiap LKS

Identitas

Topik Kimia:

Kompetensi dasar:

Indikator:

Rancangan lembar kegiatan eksperimen:

Laporan hasil uji coba didalam rancangan lembar kegiatan eksperimen dan deskripsi hasil uji coba :

F. Rangkuman

Perancangan eksperimen kimia harus memperhatikan keterampilan proses sains, karena kimia umumnya disajikan melalui pendekatan keterampilan proses. Keterampilan proses dasar meliputi : pengamatan, pengukuran, menyimpulkan, meramalkan, menggolongkan, mengkomunikasikan, keterampilan proses terpadu meliputi: pengontrolan variabel, interpretasi data, perumusan hipotesa, pendefinisian variabel secara operasional, merancang eksperimen. Pada pembelajaran kimia peserta didik dilatihkan melakukan eksperimen melalui tahap-tahap metode ilmiah. Lembar kerja siswa ada berisi petunjuk praktikum dan Lembar kerja siswa yang berisi petunjuk merancang eksperimen yang menggunakan tahap-tahap metode ilmiah dan tidak melalui tahap metode ilmiah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan atau tugas, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan Pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: PERANCANGAN EKSPERIMEN KIMIA (II)

Pada modul sebelumnya telah dibahas perancangan eksperimen fokus pada disain lembar kegiatan. Setelah mendisain lembar kegiatan untuk eksperimen, seorang guru kimia yang profesional harus melakukan persiapan pelaksanaan pembelajarannya menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan yang sesuai. Untuk menerapkan eksperimen pada pembelajaran Kimia, ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan, diantaranya adalah peralatan dan bahan yang tersedia di laboratorium harus memadai untuk eksperimen.

Ketersediaan bahan kimia di sekolah kadang-kadang menjadi masalah tidak semua sekolah memilikinya dengan memadai. Terlepas dari masalah tersebut guru kimia tetap harus memiliki kompetensi merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian dan melaksanakan eksperimen kimia dengan cara yang benar. Merancang eksperimen yang akan dibahas pada modul ini berupa perancangan keperluan bahan kimia yang akan digunakan praktikum misalnya berapa gram diperlukan untuk membuat NaOH 1M dalam praktikum penentuan kalor reaksi antara HCl dan NaOH. Perhitungan persiapan bahan praktikum itu dilakukan untuk satu kelompok, satu kelas dan seluruh kelas. Dengan merancang ini, guru kimia dapat merencanakan keperluan bahan kimia untuk satu tahun pelajaran. Jika di sekolah tidak tersedia bahan kimia ini, maka keperluan bahan ini dapat diajukan ke sekolah pada saat sebelum penyusunan anggaran di sekolah ;

Mengacu kepada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 kompetensi ini termasuk kompetensi inti guru profesional 20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran kimia dengan kompetensi guru nomor 20.12. Merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian. Untuk mencapai kompetensi ini, pada modul ini akan dibahas tentang



bagaimana menyiapkan bahan praktikum kimia secara akurat mulai dari pembuatannya sampai siap pakai dalam pembelajarannya.

A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan Anda dapat:

Merancang persiapan bahan praktikum bagi kegiatan eksperimen maupun demonstrasi mulai dari perhitungan massa atau volume zat yang diperlukan sesuai dengan lembar kegiatan yang akan digunakan pada saat eksperimen atau demonstrasi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah:

1. Mengidentifikasi zat kimia yang diperlukan untuk kegiatan eksperimen atau demonstrasi kimia.
2. Menghitung zat kimia yang diperlukan untuk kegiatan eksperimen atau demonstrasi.

C. Uraian Materi

Pada modul-modul sebelumnya Anda telah mempelajari cara merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian dan melaksanakan eksperimen kimia dengan cara yang benar. Sesuai dengan tujuan yang akan dibahas pada uraiannya hanya perancangan bahan kimia dan penyiapannya untuk kegiatan praktikum, baik untuk eksperimen atau demonstrasi untuk setiap judul praktikum. Contoh lainnya Anda buat pada saat kegiatan pembelajaran, jika setiap individu merancang, maka hasilnya dapat dikumpulkan dan di rekap menjadi keperluan bahan praktikum per kelas per tahun. Bahan yang diperlukan untuk merancang ini adalah Lembar Kerja Siswa yang tercantum bahan kimia yang harus disiapkan guru, daftar Massa Rumus Relatif zat-zat kimia, dan Massa jenis Larutan. Pada modul ini diuraikan beberapa contoh perancangan bahan praktikum untuk topik kimia di SMA.



1. Perancangan Bahan Praktikum Penentuan Koefisien Reaksi

KOEFISIEN REAKSI



Gambar 3.1 Reaksi KI dengan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Penentuan jumlah zat yang bereaksi biasanya dijelaskan langsung dari persamaan reaksi, dimana koefisien reaksi menentukan perbandingan antara mol zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi. Koefisien reaksi dapat ditentukan dengan suatu percobaan sederhana yaitu reaksi antara larutan timbal(II) nitrat dengan larutan kalium iodida yang konsentrasinya diketahui. Pada percobaan ini digunakan berbagai variabel, sebagai variabel manipulasi adalah volume artinya reaksi dilakukan beberapa kali dengan mengubah volume larutan kalium iodida sedangkan jumlah timbal (II) nitrat selalu tetap.

PbI_2 yang terjadi diukur tingginya, kemudian dibuat grafik. Ditentukan pula pada volume berapa larutan kalium iodida tepat bereaksi dengan timbal (II) nitrat sehingga dapat menentukan perbandingan mol zat yang bereaksi yang kemudian digunakan sebagai koefisien reaksi. Percobaan ini dilakukan pada materi konsep mol kelas X Kompetensi dasar sebagai berikut.

Aspek Pengetahuan : 3.11. Menerapkan konsep massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

Aspek Keterampilan 4.11 Mengolah dan menganalisis data terkait massa molekul relatif, persamaan reaksi, hukum-hukum dasar kimia, dan konsep mol untuk menyelesaikan perhitungan kimia.

Percobaan ini dapat dilakukan dengan metode eksperimen jika alat dan bahannya tersedia, jika tidak dapat pula melalui metode demonstrasi.



Alat dan Bahan Praktikum

Alat:

Tabung reaksi 5 buah
Rak tabung reaksi
Gelas ukur ukuran 10 mL 1 buah
Pipet tetes
Penggaris

Bahan:

Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M
Larutan KI 1 M

Langkah Kerja

1. Siapkan 5 buah tabung reaksi yang sudah diberi label A, B, C, D dan E
2. Masukkan 5 mL larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M ke dalam masing-masing tabung reaksi.
3. Tambahkan 1 mL larutan KI 1 M ke dalam tabung reaksi A. Amati gejala yang terjadi.
4. Ulangi langkah 3 di atas untuk tabung reaksi B, C, D dan E masing-masing dengan menambahkan larutan KI 1 M sebanyak 2, 3, 4 dan 5 mL.
5. Ukur tinggi endapan yang diperoleh pada tiap tabung reaksi.
6. Buatlah grafik antara volume larutan KI yang ditambahkan dengan tinggi endapan pada tiap tabung reaksi.
7. Lihat data kelompok lain kemudian kerjakan lagi seperti no. 6.

Dari data langkah kerja praktikum, keperluan minimal Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M, Larutan KI 1 M dan massa $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan KI adalah sebagai berikut.

- 1) Perhitungan volume larutan per kelompok kerja
 - a. Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M = $5 \times 5 \text{ mL} = 25 \text{ mL}$.
 - b. Larutan KI 1 M = 15 mL
- 2) Perhitungan volume larutan per kelas, jika 1 kelas terdiri dari 8 kelompok maka diperlukan
 - a. Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M = $25 \text{ mL} \times 8 = 200 \text{ mL}$
 - b. Larutan KI 1 M = $15 \text{ mL} \times 8 = 120 \text{ mL}$
- 3) Perhitungan massa zat untuk keperluan satu kelas



a. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 1 M = 200 mL.

Maka $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang di timbang adalah jika diketahui $M_r \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = 331$

$$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

Gram = 66,2 gram

Maka $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang ditimbang sebanyak 66,2 gram.

b. KI 1 M = 120 mL

Maka KI yang di timbang adalah jika diketahui $M_r \text{KI} = 166$, bila KI yang di dibuat 200 mL maka:

$$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

Gram = 33,2 gram

Maka KI yang ditimbang sebanyak 33,2 gram.

c. Aquadest yang diperlukan = 400 Liter

Catatan: untuk persiapan praktikum Anda harus menyiapkan sedikit berlebih karena kadang-kadang terjadi kegagalan percobaan. Oleh karena itu sebaiknya disiapkan minimal untuk dua kali percobaan. Sisanya dapat disimpan baik-baik sebagai stok larutan.

2. Keseimbangan Kimia



(Sumber: encrypted-tbn3.gstatic.com)

Perhatikan orang yang sedang bermain sirkus, bila kita lihat orang yang sedang berjalan di atas tali, ia selalu mencari posisi badan yang seimbang, bila kita ganggu apa yang terjadi ? dan ketika berada dalam posisi keseimbangan setiap mendapatkan gangguan keseimbangan maka ia akan bereaksi agar dicapai keseimbangan lagi.

Demikian juga pada reaksi kimia dalam sistem yang tertutup akan dijumpai keseimbangan kimia antar reaktan dan produk yang terjadi karena laju yang seimbang antar-reaksi dari arah reaktan ke produk dan sebaliknya. Dan bagaimana bila reaksi kimia itu mendapat gangguan dari luar apa yang terjadi?



Materi kesetimbangan kimia pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas XI semester 1 SMA dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut :

Aspek Pengetahuan: 3.8 Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan yang diterapkan dalam industri, 3.9 Menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.

Aspek Keterampilan: 4.8 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan, 4.9 Memecahkan masalah terkait hubungan kuantitatif antara pereaksi dengan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.

Percobaan tentang kesetimbangan kimia dapat dilakukan dengan metode eksperimen jika alat dan bahannya tersedia, jika tidak dapat pula melalui metode demonstrasi. Percobaan kesetimbangan kimia dijelaskan dibawah ini :

Lembar Kegiatan

Reaksi Reversible

I. Pendahuluan

Reaksi-reaksi yang dilakukan di laboratorium pada umumnya berlangsung satu arah. Tetapi ada juga reaksi yang dapat berlangsung dua arah atau dapat balik. Reaksi searah disebut juga reaksi irreversibel. Reaksi dapat balik atau dapat berubah lagi menjadi zat-zat semula disebut juga reaksi reversibel

II. Tujuan

Mengamati suatu reaksi kimia yang berlangsung bolak-balik (Reversibel)

III. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
1. Neraca	1. Timbal (II) sulfat padat, ($PbSO_4$)
2. Gelas kimia 50 mL 2 buah	2. Larutan Natrium Iodida, (NaI 1 M)
3. Batang pengaduk	3. Larutan Natrium sulfat, (Na_2SO_4 1 M)
4. Pipet tetes	
5. Kaca Arloji	
6. Gelas ukur 10 mL atau 25 mL	



IV. Cara Kerja

1. Timbanglah 1 gram PbSO_4 dalam kaca arloji dan masukkan ke dalam gelas kimia. Ukurlah 10 mL larutan NaI 1 M, dengan pipet teteskan ke dalam gelas kimia dan aduk campuran itu. Perhatikan perubahan warna endapan. Catat pengamatan anda.
2. Dekantasi larutan dari gelas kimia, kemudian cuci endapan dengan air sebanyak dua kali.
3. Pindahkan separuh endapan ke dalam gelas kimia yang lain. Tambahkan sedikit demi sedikit larutan Na_2SO_4 1 M sampai kira-kira 10 mL dan aduk campuran. Perhatikan perubahan warna endapan dan bandingkan warna dalam kedua gelas kimia itu. Catat pengamatan anda.

V. Hasil Pengamatan

Zat-zat yang ditambahkan	Perubahan yang terjadi (warna dan lain-lain)
1. Warna PbSO_4 mula-mula	
2. PbSO_4 + NaI	
3. Endapan 1 + Na_2SO_4	

VI. Pertanyaan

1. Jelaskan hasil pengamatan yang diperoleh dari percobaan tersebut !
2. Tuliskan persamaan reaksi antara :
 - a). timbal (II) sulfat dengan larutan natrium Yodida.
 - b). Endapan hasil reaksi di atas dengan larutan natrium sulfat.
3. Bagaimana hubungan antara kedua reaksi itu ?

Dari data langkah kerja praktikum, keperluan minimal zat yang digunakan adalah PbSO_4 1 gram, 10 mL Larutan NaI 1 M dan 10 mL larutan Na_2SO_4 1 M, contoh perkiraan jumlah yang dibutuhkan :

- 1) Perhitungan volume larutan per kelompok kerja adalah :



- a. PbSO_4 = 1 gram,.
 - b. Larutan NaI 1 M = 10 mL
 - c. larutan Na_2SO_4 1 M = 10 mL
- 2) Perhitungan volume larutan per kelas, jika 1 kelas terdiri dari 8 kelompok maka zat yang diperlukan adalah :
- a. Larutan PbSO_4 = 1 gram \times 8 = 8 gram
 - b. Larutan NaI 1 M = 10 mL \times 8 = 80 mL
 - c. Larutan Na_2SO_4 1 M = 10 mL \times 8 = 80 mL
- 3) Perhitungan massa zat untuk keperluan satu kelas
- a. PbSO_4 = 8 gram
 - b. NaI 1 M = diperlukan 80 mL, sebaiknya dibuat berlebih sekitar 200 mL.
Maka NaI yang ditimbang adalah = dimana diketahui $M_r \text{ NaI} = 150$
- $$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$
- Maka NaI yang ditimbang sebanyak 30 gram.
- c. Na_2SO_4 1 M = diperlukan 80 mL, sebaiknya dibuat berlebih sekitar 200 mL.
Maka Na_2SO_4 yang ditimbang adalah = dimana diketahui $M_r \text{ NaI} = 142$
- $$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$
- Maka Na_2SO_4 yang ditimbang sebanyak 28,4 gram
- 4) Akuades yang diperlukan sebanyak 400 mL
 - 5) Jika terlalu besar zat yang harus ditimbang maka percobaan diatas bisa menggunakan larutan NaI dan Na_2SO_4 0,1 M.

Catatan: Bila disekolah tidak tersedia NaI maka bisa diganti dengan KI .
untuk persiapan praktikum Anda harus menyiapkan sedikit berlebih karena kadang-kadang terjadi kegagalan percobaan. Oleh karena itu sebaiknya disiapkan minimal untuk dua kali percobaan.
Sisanya dapat disimpan baik-baik sebagai stok larutan yang akan digunakan bila diperlukan.



Eksperimen Faktor-faktor yang Mempengaruhi Reaksi Keseimbangan

Sistem kesetimbangan akan terganggu bila ada pengaruh dari luar. Untuk mengurangi pengaruh perubahan, sistem kesetimbangan akan mengadakan aksi misalnya terjadi lagi reaksi-reaksi di antara komponennya atau terjadi penguraian dari satu komponen, sehingga pengaruh tersebut akan berkurang. Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi kesetimbangan adalah perubahan konsentrasi, perubahan volume atau tekanan serta perubahan suhu.

Pengaruh Perubahan Konsentrasi Terhadap Keseimbangan

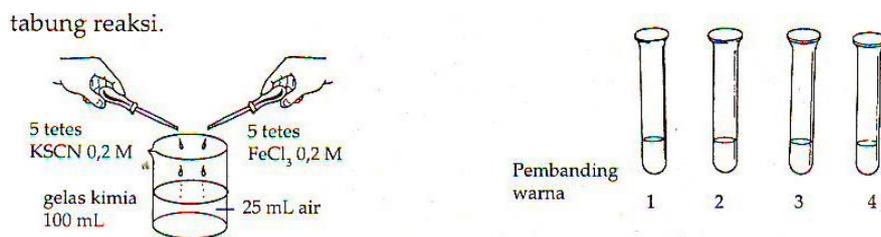
a. **Tujuan** : Menyelidiki pengaruh perubahan konsentrasi ion Fe^{3+} dan ion SCN^- pada reaksi kesetimbangan. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$

b. **Alat dan bahan** :

- Gelas kimia
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet tetes
- Larutan FeCl_3 0,2 M; KSCN 0,2 M.
- Kristal NaH_2PO_4
- Aquadest

c. **Cara Kerja** :

1) Campurkan larutan seperti pada gambar, aduk sampai rata kemudian dibagi menjadi 4 tabung reaksi.



Pengamatan :

warna larutan yang terjadi =

Tambahkan 5 tetes FeCl_3 , KSCN dan NaH_2PO_4 pada tabung 2, 3, dan 4.

Bandingkan warna larutan yang terjadi dengan warna asal (tabung 1)

**d. Pengamatan :**

Warna larutan setelah ditambah	Penyebab perubahan warna	Pergeseran kesetimbangan
$\text{FeCl}_3 = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$\text{KSCN} = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$\text{NaH}_2\text{PO}_4 = \dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

e. Pertanyaan :

1. Jelaskan ke arah mana pergeseran kesetimbangan jika konsentrasi pereaksi ditambah !
2. Jelaskan ke arah mana pergeseran kesetimbangan jika konsentrasi dikurangi !
3. Bagaimana kesimpulanmu tentang pengaruh perubahan konsentrasi pada reaksi kesetimbangan ?

Dari data langkah kerja praktikum, keperluan minimal zat yang digunakan adalah FeCl_3 0,2 M, KSCN 0,2 M, Kristal NaH_2PO_4 serta akuades, contoh perkiraan jumlah yang dibutuhkan :

- 1) Perhitungan volume larutan per kelompok kerja adalah :
 - a. FeCl_3 0,2 M = 10 tetes = 0,5 mL
 - b. KSCN 0,2 M = 10 tetes = 0,5 mL
 - c. Kristal NaH_2PO_4 = 1 butir
 - d. Akuades = 25 mL
- 2) Perhitungan volume larutan per kelas, jika 1 kelas terdiri dari 8 kelompok maka zat yang diperlukan adalah :
 - a. Larutan FeCl_3 0,2 M = 0,5 mL x 8 = 4 mL
 - b. Larutan KSCN 0,2 M = 0,5 mL x 8 = 4 mL
 - c. Kristal NaH_2PO_4 = 1 butir x 8 = 8 butir kira-kira 0,5 gram
- 3) Perhitungan massa zat untuk keperluan satu kelas
 - a. Larutan FeCl_3 0,2 M sebanyak 4 mL, sebaiknya di buat berlebih sekitar 25 mL.



Maka FeCl_3 yang di timbang adalah = dimana diketahui $M_r \text{FeCl}_3 = 162,5$

$$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

$$\text{Gram} = 0,8125 \text{ gram}$$

Maka FeCl_3 yang ditimbang sebanyak 0,8125 gram

- b. Larutan KSCN 0,2 M sebanyak 4 mL, sebaiknya di buat berlebih sekitar 25 mL.

Maka KSCN yang di timbang adalah = dimana diketahui $M_r \text{KSCN} = 97$

$$M = \frac{\text{mol}}{L} = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$

$$\text{Gram} = 0,485 \text{ gram}$$

Maka KSCN yang ditimbang sebanyak 0,485 gram

- c. Kristal NaH_2PO_4 yang diperlukan sekitar 1 gram

- 4) Akuades yang diperlukan sebanyak 75 mL

Catatan:

untuk persiapan praktikum Anda harus menyiapkan sedikit berlebih karena kadang-kadang terjadi kegagalan percobaan. Oleh karena itu sebaiknya disiapkan minimal untuk dua kali percobaan. Sisanya dapat disimpan baik-baik sebagai stok larutan yang akan digunakan bila

Pengaruh Perubahan Volume atau Pengenceran pada Reaksi Setimbangan

- a. **Tujuan** : Menyelidiki pengaruh perubahan volume atau pengenceran pada sistem kesetimbangan. $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$

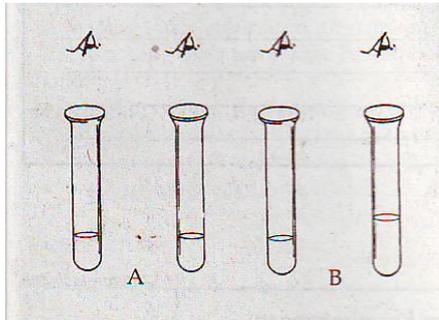
- b. **Alat dan bahan** :

- Gelas kimia
- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Pipet tetes



- Larutan FeCl_3 0,2 M; KSCN 0,2 M.
- Aquadest

c. Cara Kerja



1. Sediakan sistem kesetimbangan FeSCN^{2+} pada dua tabung reaksi dengan volume 5 mL. Amati warna pada kedua tabung dari atas tabung. Bandingkan warnanya (A) !
2. Tambahkan 5 mL air pada salah satu tabung. Amati lagi warnanya dari atas. Bandingkan warnanya (B) !

d. Pengamatan

	Warna larutan Asal	Warna Setelah ditambahkan Air
Tabung A
Tabung B

e. Pertanyaan

1. Bagaimana warna sistem kesetimbangan FeSCN^{2+} yang ditambahkan air apakah ada perbedaan dengan warna mula-mula !
2. Adakah pengaruh penambahan air pada sistem kesetimbangan ? Jelaskan jawaban mu !
3. Adakah pengaruh penambahan air pada sistem bukan kesetimbangan ?
4. Jelaskan pengaruh penambahan air atau volum larutan terhadap reaksi kesetimbangan !

Dari data langkah kerja praktikum, keperluan minimal zat yang digunakan adalah FeCl_3 0,2 M, KSCN 0,2 M, Kristal NaH_2PO_4 serta akuades, contoh perkiraan jumlah yang dibutuhkan :

- 1) Perhitungan volume larutan per kelompok kerja adalah :
 - a. FeCl_3 0,2 M = 5 mL
 - b. KSCN 0,2 M = 5 mL



- c. Akuades = 5 mL
- 2) Perhitungan volume larutan per kelas, jika 1 kelas terdiri dari 8 kelompok maka zat yang diperlukan adalah :
- Larutan FeCl_3 0,2 M = 5 mL x 8 = 40 mL
 - Larutan KSCN 0,2 M = 5 mL x 8 = 40 mL
- 3) Akuades = 5 mL
- 4) Perhitungan massa zat untuk keperluan satu kelas
- Larutan FeCl_3 0,2 M sebanyak 40 mL, sebaiknya di buat berlebih sekitar 100 mL.
Maka FeCl_3 yang di timbang adalah = dimana diketahui Mr FeCl_3 = 162,5
- $$M = \frac{\text{mol}}{L}$$
- $$= \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$
- Gram = 3,25 gram
- Maka FeCl_3 yang ditimbang sebanyak 3,25 gram
- Larutan KSCN 0,2 M sebanyak 40 mL, sebaiknya di buat berlebih sekitar 100 mL.
Maka KSCN yang di timbang adalah = dimana diketahui Mr KSCN = 97
- $$M = \frac{\text{mol}}{L}$$
- $$= \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{\text{mL}}$$
- Gram = 1,94 gram
- Maka KSCN yang ditimbang sebanyak 1,94 gram
- 5) Akuades yang diperlukan sebanyak 205 mL

Catatan:

untuk persiapan praktikum Anda harus menyiapkan sedikit berlebih karena kadang-kadang terjadi kegagalan percobaan. Oleh karena itu sebaiknya disiapkan minimal untuk dua kali percobaan. Sisanya dapat disimpan baik-baik sebagai stok larutan yang akan digunakan bila



Pengaruh Suhu Terhadap Kesetimbangan

a. Tujuan :

Menyelidiki pengaruh perubahan suhu pada reaksi kesetimbangan.

b. Alat dan bahan :

1. Tabung reaksi + sumbat karet 3 buah
2. Gelas kimia 400 mL 3 buah
3. Tabung reaksi pyrex 1 buah
4. Pipa bengkok + sumbat karet 1 buah
5. Pembakar spirtus + kaki tiga + kassa
6. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ padat
7. Es, air biasa, air panas

c. Cara Kerja :

1. Sediakan tiga buah tabung reaksi besar, lalu masing-masing diisi dengan gas NO_2 yang diperoleh dari pemanasan timbal nitrat sampai warna gas pada tiga tabung reaksi itu sama.
2. Tiga tabung di atas dimasukkan ke dalam gelas kimia berisi es, air biasa, dan air panas.
3. Amati perubahan warna gas dalam tiga tabung di atas.

d. Hasil pengamatan

No. tabung	Pengamatan
1.	
2.	
3.	

e. Pertanyaan :

Gas NO_2 yang berwarna coklat mengadakan kesetimbangan dengan gas N_2O_4 yang berupa gas tidak berwarna dengan mengeluarkan panas 14,1 kkal.



1. Tuliskan persamaan reaksi kesetimbangan pada percobaan diatas!
.....
2. Reaksi kesetimbangan tersebut diatas merupakan reaksi
.....
3. Di dalam es gas NO_2 berwarna.....
Berarti kesetimbangan

Di dalam air biasa gas NO_2 berwarna

Berarti kesetimbangan

Dalam air panas gas NO_2 berwarna

Berarti kesetimbangan

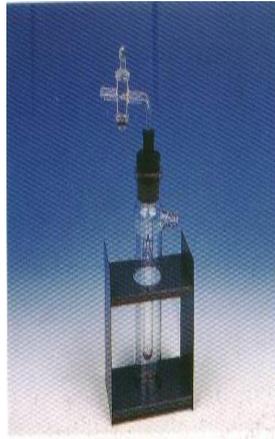
4. Tuliskan kesimpulan anda mengenai pengaruh suhu terhadap pergeseran reaksi kesetimbangan !

Dari data langkah kerja praktikum, keperluan minimal zat yang digunakan adalah $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, es dan air panas, contoh perkiraan jumlah yang dibutuhkan :

Pada percobaan pengaruh suhu terhadap kesetimbangan zat yang dibutuhkan yaitu $\text{NO}_2(\text{g})$. Di laboratorium gas NO_2 tidak tersedia, maka kita harus membuatnya sendiri gas tersebut. Sebagai contoh gas NO_2 dapat dibuat dengan cara pemanasan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (timbal nitrat).

PEMBUATAN GAS

Utuk keperluan praktikum kimia di SMA/MA, ada beberapa topik yang memerlukan pereaksi berupa gas, misalnya pada topic halogen diperlukan gas klor (Cl_2). Disamping untuk pereaksi, beberapa gas perlu dipelajari sifatnya dan cara pembuatannya. Di laboratorium kimia tidak tersedia pereaksi berupa gas, sehingga bila kita membutuhkan gas untuk suatu percobaan maka kita harus membuatnya sendiri. Untuk membuat gas dapat menggunakan alat generator gas seperti gambar berikut atau alat-alat yang dirangkai.



Gambar 3.2 Alat Generator Gas

Beberapa gas yang dapat dibuat di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan Gas Oksigen

Gas oksigen dapat diperoleh dari pemanasan KClO_3 yang dicampur dengan MnO_2 yang berfungsi sebagai katalisator.

a. Alat dan zat yang digunakan

- Tabung reaksi (borosilikat)
- Sumbat
- Slang
- Bak air
- Tabung/botol penampung gas/Erlenmeyer
- Statif
- Klem
- Pembakar spiritus
- KClO_3 (padat)
- MnO_2 (padat)

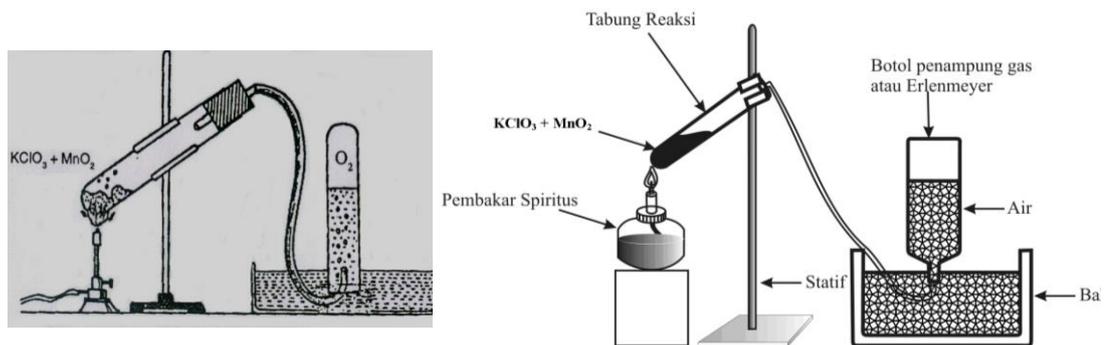
b. Cara membuat

1. Rangkaian alat seperti dibawah ini !
2. Masukkan kira-kira 1 spatula KClO_3 dan MnO_2 ke dalam tabung reaksi (banyaknya bahan disesuaikan dengan keperluan dan volume tabung).



Tutup tabung reaksi dengan sumbat, kemudian panaskan tabung reaksi sampai dihasilkan gas.

- Gas oksigen yang dihasilkan dari pemanasan KClO_3 ditampung dalam tabung reaksi berisi air. Gas oksigen akan mendesak air dalam tabung.



Gambar 3.3 Perangkat pembuatan gas oksigen

c. Cara menguji

Untuk menguji adanya gas oksigen ini dapat dilakukan dengan bara api. Jika bara api didekatkan ke gas yang dihasilkan, dan bara apinya semakin membesar atau api menyala, berarti ada gas oksigen.

2. Pembuatan gas Hidrogen

Gas hidrogen dapat diperoleh dari reaksi logam (misalnya Zn, Fe, dan Mg) dengan asam. Asam yang dapat digunakan, misalnya HCl. Gas hidrogen mempunyai sifat sukar larut dalam air, lebih ringan daripada udara, dan mudah meledak pada suhu tertentu.

a. Alat-alat /bahan yang diperlukan

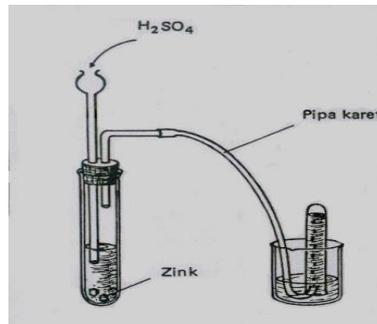
- Corong tistel
- Tabung reaksi besar
- Pembakar spiritus
- Sumbat
- Statif
- Klem
- Bak air
- Tabung/botol penampung



- Logam
- HCl (asam klorida)

b. Cara membuat

1. Rangkailah alat seperti dibawah ini !
2. Masukkan Logam (misalnya Zn, Fe, dan Mg) ke dalam tabung reaksi dan asam (HCl, H₂SO₄) melalui corong.
3. Biarkan logam bereaksi dengan asam
4. Gas hidrogen yang terbentuk kemudian ditampung dengan tabung reaksi/botol penampung berisi air.
5. Gas hidrogen akan mendesak air dalam tabung



Gambar 3.4 Perangkat Pembuatan gas hidrogen

c. Cara Menguji

Untuk menguji adanya gas hidrogen dapat dilakukan dengan nyala api yang didekatkan pada tabung reaksi berisi gas hidrogen. Jika terjadi letupan, berarti ada nya gas hidrogen.

3. Pembuatan Gas Amonia

Gas amonia dapat diperoleh dari pemanasan garam ammonium dan basa, misalnya dari NH₄Cl dan Ca(OH)₂ padat. Gas amonia mempunyai sifat mudah larut dalam air, ringan, dan berbau merangsang.

a. Alat dan Zat

- Tabung reaksi (borosilikat)
- Sumbat
- Pipa bengkok
- Bejana penampung (labu berdasar bulat atau Erlenmeyer)



- Bak air
- Sumbat yang terpasang pipa

b. Cara membuat

1. Rangkai tabung reaksi dan peralatan lainnya seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



(Sumber : Yunita, 2006)

Gambar 3.5 Rangkaian alat penghasil gas amonia

2. Panaskan Ba(OH)_2 , NH_4Cl dan CaO , di dalam tabung reaksi sampai terbentuk gas amonia NH_3 di dalam labu seperti pada gambar diatas.

c. Cara Menguji

1. Tes dengan kuas yang sudah dicelupkan ke dalam larutan HCl , bila terbentuk kabut membuktikan bahwa NH_3 sudah terkumpul cukup banyak.



(Sumber : Yunita, 2006)

Gambar 3.6 Menampung gas NH_3



2. Tutup mulut labu dengan sumbat dua lubang yang telah dipasangi pipa kaca lurus dan pipet yang berisi air.
3. Masukkan ujung pipa kaca ke dalam gelas kimia berisi air yang ditetesi larutan PP 1%.
4. Tekan pipet, maka air dari dalam gelas kimia akan mulai masuk ke dalam labu yang berisi gas NH_3 .
5. Amati yang terjadi di dalam labu



(Sumber : Yunita, 2006)
Gambar 3.7 Air mancur berwarna

4. Pembuatan Gas Karbon Dioksida

Gas karbon dioksida dapat diperoleh dari reaksi CaCO_3 dan HCl .

a. Alat dan Zat

- Corong tistel
- Labu berdasar datar
- Statif
- Klem
- Pipa pengalir
- Tabung reaksi
- Air kapur
- HCl
- CaCO_3



b. Cara Membuat

1. Rangkailah alat seperti dibawah ini !
2. Masukkan CaCO_3 dan HCl ke dalam labu bundar melalui corong.
3. Biarkan zat tersebut bereaksi.
4. Gas karbon dioksida yang terbentuk kemudian ditampung dengan tabung reaksi/botol penampung berisi air.



Gambar 3.8 Perangkat pembuatan gas CO_2

c. Cara Menguji

Gas CO_2 yang terjadi dapat diketahui dengan mengalirkannya pada tabung reaksi berisi air kapur Ca(OH)_2 . Gas CO_2 mudah bereaksi dengan air kapur Ca(OH)_2 , pertama-tama akan berbentuk endapan putih. Jika air berlebih, CO_2 yang terbentuk dialirkan terus ke dalam air kapur, endapan putih yang terjadi akan larut lagi.

5. Pembuatan Gas Klor

Gas klor (Cl_2) dapat diperoleh dari reaksi kaporit dengan asam klorida. Gas klor berwarna kuning, berbau menyengat, bersifat korosif, larut dalam air, dan bersifat oksidator. Gas klor yang terjadi dari reaksi kaporit dan asam ditampung dalam tabung berisi air.

a. Alat dan Zat

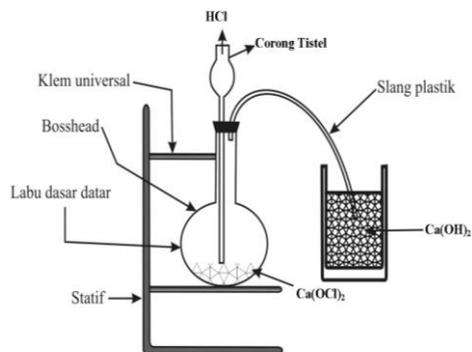
- Corong tistel



- Gelas bejana
- Pipa mengalir
- Erlenmeyer
- Statif
- Pembakar
- Kaporit
- HCl

b. Cara Membuat

1. Rangkailah alat seperti dibawah ini !
2. Masukkan kaporit ke dalam labu bundar dan asam (HCl) melalui corong.
3. Biarkan kaporit bereaksi dengan asam
4. Gas klor yang terjadi dari reaksi kaporit dan asam ditampung dalam tabung berisi air.



Gambar 3.9 Perangkat pembuatan gas klor



DESAIN LKS

TITRASI ASAM KUAT – BASA KUAT

I. Pendahuluan

Reaksi penetralan asam atau basa dapat dilakukan dengan tepat melalui cara titrasi. Titrasi asam basa adalah penambahan larutan standar atau larutan yang telah diketahui konsentrasinya. Larutan standar ditambahkan ke dalam larutan asam atau basa sampai suasana netral. Keadaan netral pada titrasi ditunjukkan oleh indikator yang digunakan yaitu indikator yang digunakan yaitu indikator yang berubah warna pada suasana netral yaitu pH 7. Misalnya indikator fenolftalein. Sebenarnya indikator ini memiliki trayek pH 8,2 – 10 tetapi biasa digunakan karena perubahan warnanya mudah diamati yaitu dari tidak berwarna menjadi merah.

Titrasi asam basa dapat pula dilakukan untuk menentukan konsentrasi larutan asam atau basa yang konsentrasinya belum diketahui, sehingga kita dapat menghitung jumlah zat pereaksi atau hasil reaksi pada suatu reaksi.

II. Tujuan

Menentukan konsentrasi HCl melalui titrasi asam basa

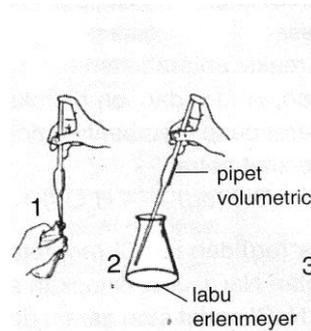
III. Alat dan Bahan

- Buret	50 mL	1 buah
- Pipet volumetrik	20 mL	1 buah
- Labu Erlenmeyer	100 mL	3 buah
- Klem dan statif		1 pasang
- Pipet tetes		1 buah
- HCl yang belum diketahui konsentrasinya		100 mL
- NaOH	0,1 M	200 mL
- Fenolftalein		
- Kertas putih		1 lembar

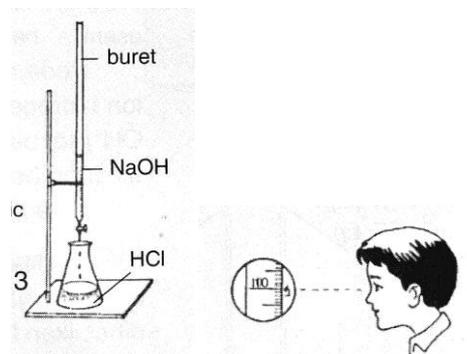


IV. Langkah Kerja

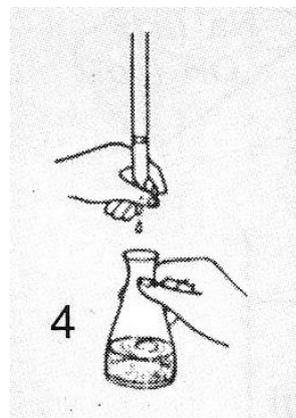
1. Ambil 20 mL larutan HCl yang belum diketahui konsentrasinya dengan pipet volumetric ukuran 20 mL dan masukkan ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL.
2. Tambahkan 2 tetes indikator fenolftalein.



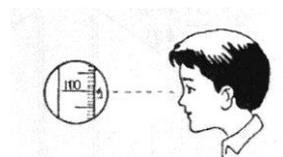
3. Siapkan buret yang telah diisi larutan NaOH 0,1 M. Catat volume awal dengan melihat skala pada buret



4. Teteskan larutan NaOH dari buret ke larutan HCl dalam labu Erlenmeyer sambil menggoyangkan labu Erlenmeyer agar asam dengan basa bereaksi sempurna sampai indikator tepat berubah warna merah atau *titik akhir titrasi*.



5. Catat lagi volum NaOH pada skala buret. Hitung volum NaOH yang digunakan.
6. Ulangi percobaan sehingga diperoleh hasil yang sama atau hamper sama





V. Tabel Pengamatan

Percobaan ke:	Volume HCl	Volume NaOH 0,1 M
1	10 mL	.....
2	10 mL	.....
3	10 mL	.....

VI. Pertanyaan

1. Berapa rata-rata volume NaOH yang digunakan dalam titrasi?
2. Hitunglah konsentrasi HCl dengan rumus: $V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}}$!
3. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi antara HCl dan NaOH!

VII. Cara Perhitungan

Pada titrasi, salah satu larutan merupakan larutan standar, jadi sudah diketahui konsentrasinya. Untuk mengetahui konsentrasi larutan lainnya dilakukan dengan perhitungan setelah data beberapa hasil titrasi diperoleh. Cara perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut.

Pada saat titik akhir titrasi, dicapai titik ekuivalen yaitu:

$$\text{Mol asam} = \text{mol basa}$$

Molaritas = mol zat per volum larutan atau
 $\text{mol zat} = \text{volume larutan} \times \text{molaritas}$

Maka

$$V_{\text{asam}} \times M_{\text{asam}} = V_{\text{basa}} \times M_{\text{basa}}$$



Dari langkah kerja praktikum, keperluan minimal larutan NaOH, Larutan HCl dan larutan indikator Fenolftalein adalah sebagai berikut.

1. Larutan HCl:

Pada percobaan titrasi asam basa, larutan HCl merupakan larutan sampel yang tidak diketahui konsentrasinya. Akan tetapi untuk mempermudah siswa dalam melakukan percobaan, alangkah baiknya kita buat konsentrasi larutan HCl setara dengan konsentrasi larutan NaOH yaitu 0,1 M. dengan demikian larutan HCl yang diperlukan untuk 1 kelas (8 kelompok) adalah :

$$8 \text{ kelompok} \times 10 \text{ mL larutan HCl} \times 3 \text{ (triplo)} = 240 \text{ mL larutan HCl } 0,1 \text{ M}$$

2. Larutan NaOH:

Pada percobaan titrasi asam basa, kita harus menentukan volume larutan NaOH 0,1 M yang digunakan untuk mentitrasi larutan HCl 0,1 M.

berdasarkan rumus reaksi penetralan jika larutan HCl 0,1 M yang digunakan sebanyak 10 mL maka volume larutan NaOH 0,1 M yang diperlukan \pm 10 mL. Dengan demikian keperluan larutan NaOH 0,1 M untuk 1 kelas adalah :

$$8 \text{ kelompok} \times 10 \text{ mL NaOH } 0,1 \text{ M} \times 3 \text{ (triplo)} = 240 \text{ mL} = 240 \text{ mL larutan HCl } 0,1 \text{ M}$$

Dikarenakan volume NaOH yang diperlukan untuk mentitrasi larutan HCl 0,1 M tidak akan tepat 10 mL dalam sekali melakukan tirasi bisa kurang atau lebih, oleh karena itu siapkan larutan NaOH 0,1 M sebanyak 500 mL.

Larutan NaOH yang digunakan untuk titrasi harus dalam keadaan fresh, tidak disarankan untuk menyimpan larutan NaOH terlalu lama karena sifatnya higroskopis dan percobaan titrasi asam basa ini merupakan percobaan kuantitatif dengan demikian keakuratan hasil percobaan sangat diperlukan.



Cara membuat larutan NaOH 0,1 500 mL :



Gambar 3.10 Padatan Kristal NaOH

Menghitung berapa gram padatan NaOH yang diperlukan untuk membuat larutan NaOH 0,1 M sebanyak 500 mL :

$$\text{Mol NaOH} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Massa NaOH} = 0,05 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol (Mr NaOH)} = 2 \text{ gram}$$

Timbang sebanyak 2 gram NaOH dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang yang terbuat dari gelas, karena sifat NaOH yang higroskopis, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan NaOH larut semua dalam gelas kimia 100 mL, kemudian setelah itu masukan ke dalam labu ukur 500 mL tambahkan air sampai tanda batas. Larutan NaOH sebaiknya di simpan pada botol yang memiliki tutup berbahan plastik.

3. Larutan indikator Fenolftalein :

Larutan Indikator Fenolftalein yang di perlukan untuk 8 kelompok :

$$8 \text{ kelompok} \times 4 \text{ tetes Indikator phenolptalein} = 32 \text{ tetes Indikator Fenolftalein}$$

Cara pembuatannya sudah di bahas pada praktikum "Konsep Reaksi Redoks Berdasarkan Penggabungan Oksigen (Reaksi Pembakaran Logam

Catatan:

untuk persiapan praktikum Anda harus menyiapkan sedikit berlebih karena kadang-kadang terjadi kegagalan percobaan. Oleh karena itu sebaiknya disiapkan minimal untuk dua kali percobaan. Sisanya dapat disimpan baik-baik sebagai stok larutan yang akan digunakan bila

Magnesium)"

SEL VOLTA

I. Pendahuluan :

Mengapa batu baterai dan aki dapat mengalirkan arus listrik? Rangkaian yang tersusun pada saat keduanya mengalirkan arus listrik disebut Sel Volta.



Untuk lebih memahami mengenai sel Volta dapat melakukan kegiatan eksperimen atau percobaan sel volta. Percobaan ini dilakukan pada materi konsep reaksi redoks kelas XII semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) sebagai berikut.

Aspek pengetahuan : 3.3 Mengevaluasi gejala atau proses yang terjadi dalam contoh sel elektrokimia (sel volta dan sel elektrolisis) yang digunakan dalam kehidupan.

Aspek keterampilan : 4.3 Menciptakan ide/gagasan/produk sel elektrokimia.

Pada suatu percobaan sel Volta, kita dapat mengukur potensial sel yang diuji kemudian membandingkan hasil pengukuran berdasarkan perhitungan.

II. Tujuan

Merangkai sel Volta untuk mengukur potensial sel yang terjadi pada suatu reaksi, dan membandingkan hasil pengukuran berdasarkan hasil perhitungan.

III. Alat dan Bahan

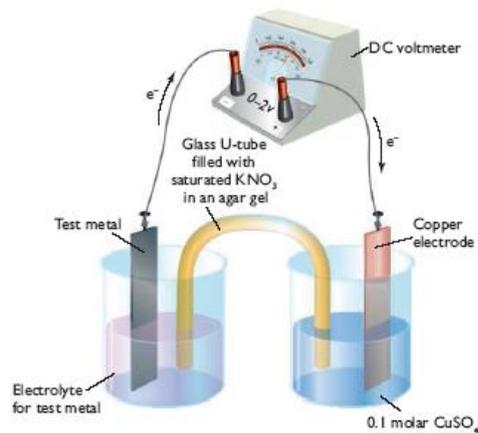
Gelas kimia 100 mL	2 buah	Larutan CuSO_4 0,1 M
Voltmeter	1 buah	Larutan MgSO_4 0,1 M
Kabel dengan capit buaya	2 buah	Larutan ZnSO_4 0,1 M
Kertas Ampelas		Larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M
Kertas saring		Logam seng (Zn)
		Logam tembaga (Cu)
		Logam timbal (Pb)
		Pita magnesium

IV. Cara Kerja

1. Masukkan 75 mL larutan CuSO_4 0,1 M ke dalam gelas kimia I dan celupkan lempeng logam tembaga sebagai elektroda ke dalam larutan tersebut.
2. Masukkan 75 mL larutan ZnSO_4 0,1 M ke dalam gelas kimia II dan celupkan lempeng logam seng ke dalam larutan tersebut.



- Hubungkan kedua larutan dengan memasang jembatan garam (caranya dengan merendam kertas saring ke dalam larutan KCl 1,0 M, kemudian dicelupkan ujung yang satu ke dalam gelas kimia I dan ujung yang satunya ke gelas kimia II).



Gambar 3.11 Rangkaian Sel Volta

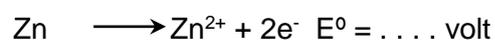
- Pasangkan voltmeter di antara kedua lempeng logam dengan rangkaian seperti ada gambar di bawah ini. Amati hasil pengukuran voltmeter. Jika jarum voltmeter bergerak ke arah negatif, putuskan rangkaian dengan segera. Sebaliknya jika jarum voltmeter bergerak ke arah positif, catat hasilnya.
- Hitung E^0 sel dari sel Volta berdasarkan data dari literatur dan bandingkan dengan hasil percobaan.
- Ulangi langkah 1 s.d 6 untuk larutan CuSO_4 0,1 M dan MgSO_4 0,1 M (logam yang dicelupkan sesuaikan dengan larutannya).

V. Hasil Pengamatan

1. E^0 sel hasil pengamatan yang tertera pada voltmeter untuk reaksi



E^0 sel berdasar data literatur:



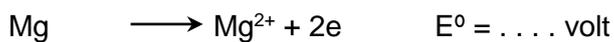


$$E^{\circ} = \dots \text{ volt}$$

2. E° sel hasil pengamatan yang tertera pada voltmeter untuk reaksi



E° sel berdasar data literatur:



$$E^{\circ} = \dots \text{ volt}$$

VI. Pertanyaan

1. Apakah yang dimaksud dengan sel Volta itu ?
2. Tentukan reaksi yang terjadi di anoda dan katoda pada sel Volta!
3. Gambarkan rangkaian sel Volta lengkap dengan keterangannya!
4. Apa fungsi jembatan garam?
5. Apa yang harus dilakukan jika pada percobaan didapat potensial negative?

Dari langkah kerja praktikum, keperluan minimal larutan MgSO_4 0,1 M, Larutan CuSO_4 0,1 M, larutan ZnSO_4 0,1 M, larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M, logam seng (Zn), logam tembaga (Cu), logam timbal (Pb), dan KCl 0,1 M dapat dibuat dengan rincian sebagai berikut (diasumsikan 1 kelas terdiri 8 kelompok) :

1. Untuk larutan MgSO_4 0,1 M, Larutan CuSO_4 0,1 M, larutan ZnSO_4 0,1 M, larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M masing2 disiapkan 2 set, dikarenakan praktikum sel volta ini zat yang telah digunakan oleh satu kelompok bisa digunakan oleh kelompok lainnya, karena sifatnya hanya mengamati hasil pengukuran. Dengan demikian masing-masing larutan diperlukan sebanyak :
 $2 \text{ set} \times 75 \text{ mL} = 150 \text{ mL}$



a) Membuat larutan MgSO_4 0,1 M 250 mL



Gambar 3.12 Padatan MgSO_4

Menghitung berapa gram padatan MgSO_4 yang diperlukan untuk membuat larutan MgSO_4 0,1 M sebanyak 250 mL :

$$\text{Mol MgSO}_4 = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa MgSO}_4 = 0,025 \text{ mol} \times 120,37 \text{ g/mol}$$

(Mr MgSO_4)

$$= 3,01 \text{ gram}$$

Timbang sebanyak 3,01 gram MgSO_4 dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan MgSO_4 larut semua dalam gelas kimia 100 mL, kemudian setelah itu masukan ke dalam labu ukur 250 mL tambahkan air sampai tanda batas. Perhatikan nama zat pada label apakah anhidrat atau heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), jika heptahidrat maka berat molekulnya ditambah berat molekul 7 H_2O .

b) Membuat larutan CuSO_4 0,1 M 250 mL



Gambar 3.13 Padatan CuSO_4

Menghitung berapa gram padatan CuSO_4 yang diperlukan untuk membuat larutan CuSO_4 0,1 M sebanyak 250 mL :

$$\text{Mol CuSO}_4 = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa CuSO}_4 = 0,025 \text{ mol} \times 159,62 \text{ g/mol}$$

(Mr CuSO_4)

$$= 3,99 \text{ gram}$$

Timbang sebanyak 3,99 gram MgSO_4 dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan CuSO_4 larut semua dalam gelas kimia 100 mL, kemudian setelah itu masukan ke dalam labu ukur 250 mL tambahkan air sampai tanda batas.



Perhatikan nama zat pada label apakah anhidrat atau pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), jika pentahidrat maka berat molekulnya ditambah berat molekul 5 H_2O .

c) Membuat larutan ZnSO_4 0,1 M 250 mL



Gambar 3.14 Padatan ZnSO_4

Menghitung berapa gram padatan ZnSO_4 yang diperlukan untuk membuat larutan ZnSO_4 0,1 M sebanyak 250 mL :

$$\text{Mol ZnSO}_4 = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa ZnSO}_4 = 0,025 \text{ mol} \times 161,47 \text{ g/mol (Mr ZnSO}_4)$$

$$= 4,04 \text{ gram}$$

Timbang sebanyak 4,04 gram ZnSO_4 dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan ZnSO_4 larut semua dalam gelas kimia 100 mL, kemudian setelah itu masukan ke dalam labu ukur 250 mL tambahkan air sampai tanda batas. Perhatikan nama zat pada label apakah anhidrat; monohidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), atau heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), jika mono atau pentahidrat maka berat molekulnya ditambah banyaknya molekul H_2O .

d) Membuat larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M 250 mL



Gambar 3.15
Padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Menghitung berapa gram padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang diperlukan untuk membuat larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0,1 M sebanyak 250 mL :

$$\text{Mol Pb}(\text{NO}_3)_2 = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa Pb}(\text{NO}_3)_2 = 0,025 \text{ mol} \times 331,2 \text{ g/mol (Mr Pb}(\text{NO}_3)_2)$$

$$= 8,28 \text{ gram}$$

Timbang sebanyak 8,28 gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ larut semua dalam gelas kimia 100 mL, kemudian



setelah itu masukan ke dalam labu ukur 250 mL tambahkan air sampai tanda batas.

- Untuk lempeng logam magnesium (Mg), tembaga (Cu), seng (Zn), dan timbal (Pb) juga masing-masing dapat dibuat 2 set, maka banyaknya masing-masing lempeng logam untuk 1 kelas adalah $2 \text{ set} \times (1 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}) = 10 \text{ cm}^2$

			
Lempeng logam Mg	Lempeng logam Cu	Lempeng logam Pb	Lempeng logam Pb
2 x (1 cm x 5 cm)	2 x (1 cm x 5 cm)	2 x (1 cm x 5 cm)	2 x (1 cm x 5 cm)

- Untuk larutan KCl 0,1 M yang digunakan sebagai jembatan garam dengan cara kertas saring yang berukuran 2cm x 15 cm dicelupkan ke dalamnya. Dikarenakan jembatan garam harus di ganti untuk larutan elektrolit yang berdeda, maka larutan KCl 0,1 M dibuat sebanyak 50 mL untuk 1 kelas.

Membuat larutan KCl 0,1 M 50 mL



Gambar 3.16 Padatan KCl

Menghitung berapa gram padatan KCl yang diperlukan untuk membuat larutan KCl 0,1 M sebanyak 50 mL :

$$\text{Mol KCl} = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L} = 0,005 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa KCl} &= 0,005 \text{ mol} \times 74,55 \text{ g/mol (Mr KCl)} \\ &= 0,37 \text{ gram} \end{aligned}$$

Timbang sebanyak 0,37 gram KCl dengan menggunakan kaca arloji atau wadah timbang, kemudian larutkan dengan aquadest secukupnya sampai padatan KCl larut semua dalam gelas kimia 50 mL, kemudian setelah itu masukan ke dalam labu ukur 50 mL tambahkan air sampai tanda batas.



D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari kegiatan belajar ini, maka :

1. Lakukan Analisis standar isi untuk mengidentifikasi eksperimen yang akan disajikan dalam pembelajaran.
2. Buatlah perancangan percobaan kimia untuk kelas X, XI dan XII beserta perkiraan alat dan jumlah bahan yang digunakan, masing-masing 1 buah kegiatan.

E. Rangkuman

Seorang guru kimia yang profesional selain harus menguasai materi professional dan pedagogik juga harus mempunyai keterampilan dalam mempersiapkan pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan yang sesuai.

Guru kimia harus mampu merancang persiapan bahan praktikum bagi kegiatan eksperimen maupun demonstrasi mulai dari mengidentifikasi zat kimia yang diperlukan untuk kegiatan eksperimen atau demonstrasi kimia, menghitung massa atau volume zat yang diperlukan sesuai dengan lembar kegiatan yang akan digunakan pada saat eksperimen atau demonstrasi. Selain itu dapat menentukan peralatan yang digunakan dalam percobaan dan demonstrasi baik mengenai jumlah peralatan kimia atau padanan dari peralatan tersebut.

Ketersediaan bahan kimia di sekolah kadang-kadang menjadi masalah tidak semua sekolah memilikinya dengan memadai. Terlepas dari masalah tersebut guru kimia tetap harus memiliki kompetensi merancang eksperimen kimia untuk keperluan pembelajaran atau penelitian dan melaksanakan eksperimen kimia dengan cara yang benar.

F. Umpan Balik/ Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

Kegiatan Pembelajaran 1

A. Soal Pilihan Ganda

1. A.

Penjelasan: Nanoteknologi dalam ilmu kimia adalah manipulasi atom-atom dan molekul-molekul, atau melalui teknologi penelitian berkaidah *action and reaction (interaction)* antara atom dan molekul dalam fenomena alam semesta

2. B. *nanobiomedical, nanosensors, nanoelectronics*

Penjelasan: Sampai saat ini, nanoteknologi telah diaplikasikan ke area ilmu atau industri, antara lain: *nanomaterials, Nanobiomedical, Nanosensors, Nanoelectronics, Nanooptics, Nanoenergy, Nanofactory* dan *Nanofabrication*.

3. C. 2 saja

Penjelasan: Selulosa merupakan polisakarida yang banyak dijumpai dalam dinding sel tanaman. Selulosa merupakan polimer yang terbentuk dari monomer β -D-glukosa melalui ikatan β (1 \rightarrow 4) glikosidik. Panjang rantai beragam, dari ratusan sampai ribuan unit glukosa. fiber selulosa yang dikenal sebagai rayon. Proses serupa digunakan untuk membuat film tipis selulosa yang dikenal sebagai kertas selofan.

4. B. Fullerene

5. C. Nanosilikon



B. Rambu-rambu/ Kunci Jawaban KB 1. Kimia Baru Dunia Nanoteknologi

Untuk menjawab latihan soal, alternatif jawabannya berikut ini :

1. mekanisme proses korosi dan proses pelapisan secara elektrokimia. Bedakan anoda dan katoda berdasarkan pergerakan elektron.

- a. Anoda

Anoda berfungsi sebagai reduktor karena mengalami proses oksidasi. Oksidasi adalah proses melepas elektron sehingga terbentuk ion-ion logam.

- b. Katoda

Katoda berfungsi sebagai oksidator karena mengalami proses reduksi. Reduksi adalah proses menerima elektron sehingga terbentuk senyawa baru atau unsur baru.

- c. Konduktor

Konduktor berfungsi sebagai penghubung antara anoda dan katoda, dan sebagai media transfer elektron yang dilepas anoda.

- d. Larutan elektrolit

Larutan elektrolit berfungsi sebagai penyedia ion-ion.

Reaksinya :



2. Serat optik dan aplikasinya yang lebih luas.

Aplikasi komunikasi dengan menggunakan serat optik telah dengan melaju pesat, sejak pemasangan sistem serat optik komersial pertama 1977. Perusahaan-perusahaan telepon sudah memulai sejak awal, mengganti sistem kawat tembaga mereka yang lama dengan jalur serat optik. Perusahaan-perusahaan telepon masa kini menggunakan serat optik, diseluruh sistem mereka sebagai arsitektur backbone dan sebagai sistem telekomunikasi telepon hubungan jarak jauh antar kota.

Perusahaan-perusahaan TV Kabel (Cable TV) di masa kini juga sudah mulai mengintegrasikan serat optik di dalam sistem kabel mereka. Jalur-jalur utama yang menghubungkan kantor-kantor pusat sebagian besar telah diganti dengan serat optik.



Local Area Network (LAN) atau sistem komputer yang menghubungkan satu komputer dengan yang lain yang memungkinkan dijalankannya database atau perangkat lunak (software) bersama. Universitas, gedung perkantoraan, dan pabrik industri, hanya sebagian kecil saja diantara sekalian pengguna yang memanfaatkan serat optik dalam sistem LAN mereka.

Perusahaan-perusahaan listrik, saat ini juga mulai memanfaatkan teknologi serat optik dalam sistem komunikasi mereka. Hampir semua pabrik, jaringan listriknya sudah memiliki sistem komunikasi serat optik yang digunakan untuk memonitor sistem kerja jaringannya.

Di dunia kedokteran, serat optik dipakai untuk operasi dengan menggunakan laser dan juga dipakai sebagai bahan fiberscope, yaitu alat untuk melihat organ-organ pada tubuh manusia tanpa melakukan pembedahan.

Sedangkan dalam dunia industri, serat optik dipakai sebagai sensor yang memonitor struktur fisik material yang berbeda-beda. Dalam hal ini, serat optik dipasang pada material misalnya pada bahan pesawat terbang bahkan pada bahan pesawat luar angkasa, sehingga sekecil apapun kerusakan material pada perangkat tersebut dapat dideteksi oleh para ilmuwan dari bumi.

Penggunaan atau aplikasi lain dari serat optik dapat digunakan dalam berbagai macam bidang seperti :

- Otomatisasi pabrik.
 - Sistem transportasi lampu lalu lintas, gerbang tol otomatis, juga sistem telemetry yang bedasarkan serat optik.
 - Industri otomotif, militer, dan ruang angkasa
3. Bahan-bahan tahan korosi seperti Au dan Pt tidak digunakan sebagai bahan utama untuk membuat kendaraan bermotor
- Emas (Au) dan platina (Pt) murni dikenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Tetapi tidak mungkin kita menggunakan Au dan Pt untuk berbagai keperluan seperti untuk membuat kendaraan bermotor. Karena Dengan mengetahui dasar-dasar korosi, kita bisa menekan terjadinya korosi dengan menggunakan bahan lebih murah tapi taan terhadap korosi dengan cara pelapisan permukaan logam dengan pengecatan, pelapisan



dengan bahan polimer, maupun pelapisan dengan logam tahan karat seperti nikel-krom. Bahkan, pada bagian-bagian mobil, bodi dan bumper, misalnya, telah dipakai bahan baru pengganti logam dari bahan komposit polimer.

4. Persyaratan akar proses korosi tidak terjadi.

Ada empat komponen yang mendukung terjadinya korosi, yaitu :

- Material yang mengalami oksidasi (logam yang berkarat)
 - Komponen tempat terjadinya reduksi
 - Penghubung antara komponen yang mengalami oksidasi dan komponen tempat terjadinya reduksi (*electrical path*)
 - *Difussion path* (contoh : elektrolit)
5. Mekanisme perlindungan terhadap korosi besi oleh seng dan timah putih untuk melindungi besi dan baja yang berhubungan dengan air atau tanah yang basah-kapal, tangki penyimpanan, saluran pipa, pipa ledeng. Metode ini melibatkan bongkahan magnesium, seng, timah putih atau beberapa logam aktif lainnya, secara langsung atau melalui kawat. Oksidasi terjadi pada logam aktif, dimana lambat laun hancur. Permukaan besi mendapatkan electron dari oksidasi logam aktif; besi bertindak sebagai katoda dan membantu reaksi reduksi setengah. Selama beberapa logam aktif tersisa, besi terlindungi. Jenis perlindungan ini dinamakan *perlindungan katodik* (*cathodic protection*) yaitu proses perlindungan logam dari korosi dengan membuatnya sebagai katoda dalam sel galvanik.
6. Kerang dapat mempercepat korosi pada badan kapal yang terbuat dari logam. Karena kerang mempercepat korosi besi akibat pH sekitar kerang rendah sehingga, Besi berkarat lebih cepat pada pH rendah ($[H^+]$ tinggi). Besi berkarat lebih cepat jika bersentuhan dengan larutan ion. Hilangnya besi dan pembentukan karat sering terjadi di tempat yang berbeda pada objek yang sama.
7. Logam besi lebih cepat mengalami korosi dibandingkan dengan aluminium bila digunakan untuk panci masak. Ketika atom besi kehilangan elektron, kerusakan objek telah berlangsung, terbentuklah lubang di mana besi menghilang. Elektron yang dibebaskan bergerak melalui rangkaian luar potongan besi itu sendiri sampai mencapai daerah yang konsentrasi O_2 nya relatif tinggi, sebagai contoh, dekat permukaan tetesan air yang



mengelilinginya. Pada daerah katodik ini, elektron dilepaskan dari atom besi mereduksi molekul O_2 : Pada alumunium hasil oksidasi alumunium menghasilkan oksida alumunium akan menutup seluruh permukaan alumunium sehingga akan mencegah korosi selanjutnya.

8. Mekanisme perlindungan galvanik (metode anoda yang dikorbankan dan metode tegangan terpasang) terhadap korosi pada baja. Berikan contoh untuk aplikasi pipa bawah tanah, kapal dan tangki air. Perlindungan katodik tangki besi (katoda) oleh magnesium, yaitu logam yang lebih elektropositif (anoda). Karena hanya magnesium yang berkurang dalam proses elektrokimia, peristiwa ini kadang-kadang disebut anoda korban (*sacrificial anode*). Pengaratan pipa besi di bawah tanah dan wadah tangki besi dapat dicegah atau dikurangi dengan menghubungkannya dengan logam seperti seng dan magnesium, yang lebih mudah teroksidasi dibandingkan besi.

C. Rambu rambu /Kunci Jawaban

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan tugas, silahkan Anda periksa apakah tugas Anda sudah sesuai dengan rubrik berikut. Jika belum mencapai nilai baik lengkapi lagi tugas Anda sehingga mendapatkan nilai yang baik atau amat baik

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (AB)	$90 < AB \leq 100$	1. Terdapat identitas tugas. 2. Terdapat rancangan lembar kegiatan eksperimen sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi 3. Terdapat laporan hasil uji coba rancangan 4. Terdapat deskripsi hasil uji coba rancangan lembar kegiatan eksperimen 5. Sistematika rancangan lembar kegiatan sesuai dengan model lembar kegiatan yang dirancang
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 1 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai



EVALUASI

1. Berikut ini Publikasi hasil penelitian atau gagasan inovatif pada bidang pendidikan formal kecuali
 - A. artikel ilmiah,
 - B. tinjauan ilmiah,
 - C. tulisan ilmiah populer atau
 - D. Karya terjemahan
2. Sebuah makalah untuk presentasi ilmiah memiliki bagian-bagian dalam tulisannya. Pilihlah yang tidak sesuai antara bagian makalah dan isinya.
 - A. Bagian Awal: memuat keterangan tentang waktu pelaksanaan, tempat penyelenggaraan
 - B. Bagian Isi memuat paparan masalah utama berikut pembahasan masalah
 - C. Bagian isi memuat abstrak
 - D. Bagian akhir memuat penutup
3. Kerangka isi artikel ilmiah di bidang pendidikan umumnya mengikuti aturan dari jurnal yang akan memuat artikel ilmiah dimaksud. Namun sebuah artikel ilmiah setidaknya-tidaknya berisi
 - A. pendahuluan, kajian teori, pembahasan dan kesimpulan
 - B. pendahuluan, kajian teori, pembahasan dan penutup
 - C. abstrak, pendahuiuan, bagian inti, kesimpulan
 - D. abstrak, kajian teori, pembahasan dan kesimpulan
4. Salah satu ciri dan karya ilmiah populer adalah...
 - A. mengulas masalah sehari-hari
 - B. gaya penyajian yang santai
 - C. tidak rnebahas masalah serius
 - D. mengangkat cerita yang menghibur



5. Diantara judul laporan penelitian berikut, yang merupakan laporan penelitian tindakan kelas adalah
- A. Hasil Belajar Berbantuan Small Notes Pada Metode Preview Question Read Summarize Test
 - B. Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Berpikir Kritis Siswa Sma Pada Materi Hidrolisis Garam
 - C. Peningkatan Kompetensi Sikap dan Pengetahuan Melalui Penerapan Model *Discovery Learning* Pada Konsep Reaksi Redoks Di Kelas XII A SMAN 13 Bandung
 - D. Pengambilan Zat Warna Coklat Dari Kluwak (Pengium Edule) Dengan Cara Ekstraksi
6. Berikut ini yang merupakan pengertian nanoteknologi dalam dunia kimia?
- A. manipulasi atom-atom dan molekul-molekul, atau melalui teknologi penelitian berkaidah *action* and *reaction (interaction)* antara atom dan molekul dalam fenomena alam semesta
 - B. penggabungan atom-atom menjadi bentuk molekul dengan suatu reaksi tertentu sehingga menjadikan molekul tersebut mempunyai manfaat bagi manusia
 - C. pemutusan ikatan antara atom atau senyawa sehingga melepaskan energi dan menghasilkan produk baru
 - D. proses terjadinya reaksi-reaksi elektrofilik dan nukleofilik pada suatu senyawa organik sehingga dapat menghasilkan senyawa baru yang mempunyai manfaat khusus bagi manusia
7. Hingga saat ini, nanoteknologi telah diaplikasikan ke beberapa area ilmu atau industri, antara lain:
- A. *nanooptics, nanocompound, nanocellulose*
 - B. *nanobiomedical, nanosensors, nanoelectronics,*
 - C. *nanobiomedical, nanoclothes, nanofabrication.*
 - D. *nano sensors, nanopaper, nanocolors*



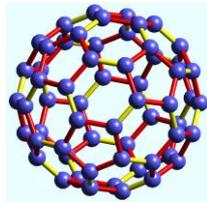
8. Berikut ini terdapat beberapa bahan polimer untuk membuat produk kimia yang bermanfaat bagi kehidupan:

1. kuarsa
2. Selulosa
3. Polivinil Chlorida
4. Polimer akrilik
5. Silikon karbida

Yang termasuk polimer alam yang dapat dimanfaatkan untuk membuat film tipis/kertas selofan adalah....

- A. 1,2, 3
- B. 1 saja
- C. 2 saja
- D. 3,4 saja

9. Perhatikan gambar berikut.



Gambar tersebut adalah 60 buah atom Carbon (C₆₀) yang memiliki simetri seperti bola untuk bidang elektronika dan kedokteran, dinamakan....

- A. Nanotube
- B. Fullerene
- C. MWNT
- D. SNWT

10. Kemajuan nanoteknologi sangat pesat, seiring dengan kemajuan jaman.

Salah satu contoh aplikasi nanoteknologi pada industri kain, yaitu bahan kain yang dapat menahan air. Bahan yang digunakan untuk melapisi bahan kain tersebut sehingga dapat mencegah air untuk membasahi bahan kain adalah filamen....

- A. Nanokarbon
- B. Nanoselulosa
- C. Nanosilikon
- D. Nanotoluena



11. Beberapa kelompok siswa sedang merancang eksperimen menentukan larutan elektrolit kuat dan lemah berdasarkan daya hantar listriknya.

Mereka menentukan variabel–variabel pada rancangan eksperimen tersebut seperti pada tabel berikut.

Kelompok	Variabel Manipulasi	Variabel Kontrol	Variabel Respon
Marrie Currie	Volume larutan	Jenis larutan elektrolit	Gelembung gas
Rutherford	Konsentrasi larutan elektrolit	Jenis larutan elektrolit	Nyala lampu
Lewis	Jenis larutan elektrolit	Konsentrasi larutan elektrolit	Nyala lampu
Arrhenius	Jenis larutan elektrolit	Nyala lampu	Volume larutan

Kelompok yang tepat menentukan variabel pada percobaannya mulai dari variabel manipulasi, kontrol dan respon adalah

- A. Rutherford
- B. Marrie Currie
- C. Lewis
- D. Arrhenius

12. Beberapa kelompok siswa sedang merancang eksperimen pengaruh suhu terhadap laju reaksi dengan mereaksikan larutan natriumtiosulfat dan asam klorida.

Mereka menentukan contoh variabel–variable pada rancangan eksperimen tersebut seperti pada tabel berikut.

Kelompok	Variabel Manipulasi	Variabel Kontrol	Variabel Respon
P	Suhu larutan	Konsentrasi larutan	Waktu
Q	Volume larutan	Suhu larutan	Waktu
R	Jenis larutan	Waktu	Suhu larutan
S	Suhu larutan	Waktu	Laju reaksi

Kelompok yang tepat menentukan variabel pada percobaannya mulai dari variabel manipulasi, kontrol dan respon adalah

- A. P
- B. Q



- C. R
- D. S

13. Beberapa kelompok siswa sedang merancang eksperimen pengaruh konsentrasi larutan terhadap laju reaksi dengan mereaksikan logam Mg dan larutan HCl.

Mereka menentukan contoh variabel –variabel pada rancangan eksperimen tersebut seperti pada tabel berikut:

Kelompok	Variabel Manipulasi	Variabel Kontrol	Variabel Respon
Arrhenius	Volume HCl	Konsentrasi HCl	Waktu
Bohr	Konsentrasi HCl	Waktu	Gelembung gas
Currie	Konsentrasi HCl	Massa Mg	Waktu
Dalton	Massa Mg	Konsentrasi HCl	Waktu

Kelompok yang tepat menentukan variabel pada percobaannya adalah

- A. Arrhenius
- B. Bohr
- C. Currie
- D. Dalton



PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Kimia Kelompok Kompetensi J yang berjudul Pengembangan Perancangan Pembelajaran disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi J. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik pengembangan RPP dan latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi J ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.



DAFTAR PUSTAKA

- Anchoto. 2008. *Pembakaran Alkana dan Sikloalkana*..[Online]. Tersedia: <http://smaniva.blogspot.com/2008/02/hidrokarbon.html> ..[14 April 2010].
- Arief Sidharta, Dadan Muslih, 1993. *Perancangan, Pembuatan, dan Pendayagunaan Alat Peraga Praktik (APP) IPA SMP Sederhana*, Jakarta: Direktorat Sarana Pendidikan
- Brown, Theodore L., LeMay, Eugene., Bursten, Bruce E., Murphy, Catherine, J. 2009. CHEMISTRY, The Central Science. Eleventh Edition, USA: Pearson Education, Inc, Inc.
- Chang, Raymond. 2006. *General Chemistry, Fourth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Chang Raymond. 2008. *General Chemistry: The Essential Concepts*. Fourth Edition, New York: McGraw-Hill
- Chua S. 2000. *Chemistry MCQ with HELPS, GCE 'A' LEVEL*. Singapore. Redspot
- Davis, Peck, et al. 2010. *The Foundation of Chemistry*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Devi, Poppy, K., Siti Kalsum., dkk. 2009. *Kimia 3, Kelas X SMA dan MA*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Fessenden & Fessenden. 1987. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Hart dan Suminar. 1983. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Lee Eet Fong. 1996. *Science Chemistry, Exel in O-Level*. Singapore. EPB Publisher
- Lewis, Michael and Guy Waller. 1997. *Thinking Chemistry*. London: Great Britain Oxford University Press.
- Parlan dan Wahjudi. 2003. *Kimia Organik I*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ryan, Lawrie. 2001. *Chemistry For You*. London: Nelson Thornes.



Michael and Guy. 1997. *Thinking Chemistry*. GCSE Edition Great Britain, Oxford, Scotprint Ltd.

Silberberg. 2010. *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*. New York: Mc Graw Hill Companies. Inc.

Sunarya, Yayan Setiabudi, Agus. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Untuk kelas X Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah. Edisi BSE. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry., Stanley, George G. 2010. *Chemistry*. Ninth Edition. International Edition. USA. Brooks/Cole Cengage Learning.

Yayan sunarya dan Agus S, 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Untuk kelas XI SMA/MA. Jakarta: Pusurbuk Depdiknas..

Referensi Internet

<http://acehlook.com/hukum-konservasi-massa-dan-mol/diunduhhariRabutanggal02September2015,jam13.45WIB>

<https://carm.org/scientific-method> last update Jan 2016

<http://dictionary.reference.com/browse/scientific-method> last update Jan 2016

<http://en.Wikipedia.Org/wiki/Hydrogenbond>
<https://esdikimia.wordpress.com/2009/09/26/massa-atommolekul-relatif-armr-isotop-dan-kelimpahannya/>
diunduhhariselasatanggal 25 Agustus 2015, jam 10.50 WIB

http://file.upi.edu/Direktori/SPS/PRODI.PENDIDIKAN_IPA/194909271978032-LILIASARI/MAKALAH_UNY_08.pdf, Desember 2015

http://repository.upi.edu/12615/3/T_IPA_1200932_Table%20of%20Content.pdf.
last update, Desember 2016

<http://www.Elmhurst.edu/chm/Vchembook/>

Twenty Science Attitudes From the Rational Enquirer, Vol 3, No. 3, Jan 90.
http://www.k-state.edu/biology/pob/modern_attitudes.html

Landasan Hukum



- Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses
- Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs



GLOSARIUM

- Adisi* : Penambahan masing-masing satu gugus kepada atom karbon yang berikatan rangkap dua atau tiga
- Antagonisme Sosial* : Remaja seringkali tidak mau bekerja sama, sering membantah dan menentang, bermusuhan antara dua jenis kelamin diungkapkan dalam kritik dan komentar atau ejekan merendah
- Body-image* : Penilaian diri terhadap penampilan fisiknya yang dapat berupa penilaian positif dan negative. Cara individu memandang dirinya mempunyai dampak yang penting pada aspek psikologinya
- Brainstem* : termasuk didalamnya cerebellum yang berfungsi mengontrol keseimbangan dan koordinasi
- Basa lemah* : basa yang terionisasi lebih kecil dari 100% dalam air
- Conformity* : kecenderungan untuk meniru, mengikuti opini, pendapat, nilai, sikap, kegemaran atau orang lain
- Cerebrum* : sebagai pusat otak yang paling tinggi yang terdiri dari belahan otak kiri dan belahan otak kanan (left and right hemispheres) dan sebagai pengikat syaraf-syaraf yang berhubungan dengannya
- Gas Mulia* : Unsur yang terdapat dalam golongan 18 dalam sistem periodik
- Golongan halogen* : Unsur yang terdapat dalam golongan 17 dalam sistem periodik
- Gugus Fungsi* : Gugus yang paling mudah mengalami perubahan dan menentukan sifat-sifat organik



- Inkoordinasi : Pertumbuhan pesat dan tidak seimbang mempengaruhi pada koordinasi gerakan. Remaja merasa canggung dan janggal selama beberapa waktu.
- Keisomeran fungsi : Isomer senyawa bila dua senyawa atau lebih mempunyai rumus molekul sama tetapi gugus fungsi berbeda
- Keisomeran posisi : Isomer senyawa yang terbentuk akibat perubahan letak posisi ikatan rangkap
- Kenaikan titik didih : Perbedaan titik didih pelarut murni dengan titik didih larutan
- Kompetensi Dasar : kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
- Kompetensi Inti : merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
- Kurikulum : seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
- Masa negatif : Perubahan fisik yang terjadi pada masa remaja terjadi sangat mencolok dan jelas sehingga dapat mengganggu keseimbangan yang sebelumnya terbentuk. Perilaku mereka mendadak menjadi sulit diduga dan seringkali agak melawan norma sosial yang berlaku
- Midbrain* : yang berfungsi sebagai stasion pengulang atau penyambung dan pengontrol pernapasan dan fungsi menelan
- Neglected children*** : anak yang diabaikan yatitu jarang dinominasikan sebagai teman terbaik, tetapi bukan karena tidak disukai oleh teman sebayanya. Ciri-ciri perilaku anak yang diabaikan adalah, cenderung menarik diri, sehingga memiliki sedikit teman, serta sedikit dibutuhkan oleh temannya



- Penurunan tekanan uap** : Perbedaan tekanan uap jenuh pelarut murni dengan uap jenuh larutan
- Penurunan titik beku** : Perbedaan titik beku pelarut murni dengan titik beku larutan
- Penilaian:** : proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.
- Peserta didik:** : anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran yang tersedia pada jalur, jenjang, dan jenis pendidikan tertentu.
- Portofolio** : kumpulan karya-karya peserta didik dalam bidang tertentu yang diorganisasikan untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu.
- passive – dominance** : anak cenderung pasif dalam merespon kehidupan yang terdapat di lingkungannya.
- Popular children** : anak yang seringkali dinominasikan sebagai teman yang terbaik dan jarang dibenci oleh teman-teman sebayanya, mereka memiliki keterampilan sosial yang tinggi
- Reactivity – placidity,** : anak cenderung aktif dalam merespon kehidupan yang terdapat di lingkungannya.
- Senyawa aromatik** : Senyawa hidrokarbon yang mengandung inti benzena
- Sifat koligatif** : Sifat yang hanya bergantung pada jumlah partikel dan bukan pada ukurannya
- Social cognition** : kemampuan untuk memahami orang lain, kemampuan ini mendorong untuk membina hubungan dengan teman sebaya.
- Tekanan osmotik** : Tekanan yang harus diberikan kepada larutan untuk mencegah mengalirnya molekul pelarut ke dalam larutan melalui selaput semipermeabel
- Titih didih** : Titik pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan udara luar. Sama dengan titik embun
- Titik beku** : Suhu saat suatu zat membentuk kesetimbangan cair-padat. Sama dengan titik lebur



- Titik triple** : Suhu dan tekanan pada saatsuatu zat membentuk kesetimbangan padat-cair-gas
- Van'Hoff, faktor** : Perbandingan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan nonelektrolit yang berkonsentrasi sama.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016