

**PENGEMBANGAN MODUL KIMIA BERBASIS MASALAH
PADA MATERI POKOK REDOKS SEBAGAI SUMBER BELAJAR
UNTUK PESERTA DIDIK SMA/MA KELAS XII**

SKRIPSI

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana S-1



Disusun oleh:

Erny Mawati

10670015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2014



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1871/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN MODUL KIMIA BERBASIS MASALAH PADA
MATERI POKOK REDOKS SEBAGAI SUMBER BELAJAR UNTUK
PESERTA DIDIK SMA/MA KELAS XII

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Erny Mawati
NIM : 10670015
Telah dimunaqasyahkan pada : 19 Juni 2014
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang


Shidiq Premono, M.Pd

Penguji I



Jamil Suprihatiningrum, M.Pd.Si
NIP.19840205 201101 2 008

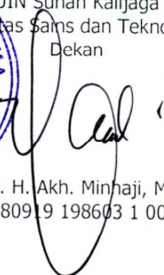
Penguji II



Irwah Nugraha, M.Sc
NIP.19820329 201101 1 005



Yogyakarta, 25 Juni 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan


Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Erny Mawati

NIM : 10670015

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks
Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 Juni 2014

Pembimbing

Shidiq Premono, M.Pd.

NIP.19820124 201301-1301



Jamil Suprihatiningrum, M.Pd.Si.

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal skripsi sdr. Erny Mawati

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga
Di Yogyakarta

Assalamualaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudari:

Nama : Erny Mawati

NIM : 10670015

Judul Skripsi : Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks
sebagai Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Kimia. Demikian, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 35 Juni 2014

Konsultan

Jamil Suprihatiningrum
NIP. 19840205 201101 2 008

SURAT KETERANGAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Erny Mawati

NIM : 10670015

Program Studi : Pendidikan Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks sebagai Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 4 Juni 2014

Penulis



Erny Mawati
NIM.10670015

MOTTO

"Selalu ada jalan bagi mereka yang berusaha."

Pertolongannya akan selalu hadir dari arah yang

tidak disangka-sangka,

Jadi,

tetaplah optimis.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Keluargaku: Ibunda dan ayahanda tercinta

Kakak-kakak dan sahabat tersayang

Almamaterku: Program Studi Pendidikan Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

Yogyakarta

KATA PENGANTAR



Puji syukur senantiasa penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia nikmat dan rahmat-Nya, sehingga skripsi dengan judul “Pengembangan Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks sebagai Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII” dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tak lupa senantiasa tercurahkan kepada suri tauladan kita, Rasulullah SAW yang telah membebaskan kita dari zaman kegelapan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud secara baik tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA.,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Karmanto, M.Sc. selaku kaprodi pendidikan kimia yang senantiasa memberikan kemudahan dalam proses penyusunan skripsi.
3. Shidiq Premono, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang dengan kebaikan dan keikhlasan hati telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam menyusun skripsi dan memudahkan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Endaruji Sedyadi, M.Sc selaku dosen ahli materi, Sigit Prasetyo, M.Pd.Si. selaku dosen ahli media, Dr Aninditya SN, M.Pd. selaku ahli bahasa yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun pada penyusunan produk skripsi ini.
5. Jamil Suprihatiningrum, M.Pd.Si dan Irwan Nugraha, M.Sc selaku penguji munaqasyah yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan memudahkan dalam proses penyempurnaan skripsi.
6. Afifah, Siti Rahmawati, dan Vika Puji Cahyani selaku *peer reviewer*, yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun.

7. Bapak Purwana, Bapak Laksita Adi Widayat (SMA Muhammadiyah 3 Yogyakarta), Bapak Syamsul Arifin (SMA IT Abu Bakar Yogyakarta), Ibu Sinta Bagaskara (SMAN 8 Yogyakarta), Ibu Umie Sangidah (SMA N 10 Yogyakarta) serta seluruh peserta didik SMA/MA kelas XII yang telah membantu penulis dalam menilai dan merespon produk.
8. Ibunda dan Ayahanda tercinta yang dengan segala perjuangan tanpa lelah memberikan motivasi dan doa yang sangat penulis butuhkan.
9. Teman-teman pendidikan kimia angkatan 2010 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum dapat dikatakan sempurna, oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun senantiasa penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Mei 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN SKIPSI/TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	iii
NOTA DINAS KONSULTAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
INTISARI.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	7
E. Manfaat Pengembangan	8
F. Asumsi dan Batasan Pengembangan.....	9
G. Definisi Istilah	10
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	12
A. Kajian Teori	12
1. Pembelajaran Berbasis Masalah	12
2. Modul	14
3. Sumber Belajar.....	20
4. Belajar Mandiri	21
5. Teknologi	21
6. Budaya.....	22
7. Disiplin Ilmu Kimia	26
B. Kajian Penelitian yang Relevan	29
C. Kerangka Berpikir	31
B. Pertanyaan Penelitian	34

BAB III. METODE PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian dan Model Pengembangan	35
B. Prosedur Pengembangan	35
C. Validasi Produk.....	40
1. Desain Validasi	40
2. Validator dan Reviewer.....	40
3. Jenis Data.....	40
4. Instrumen Pengumpul Data	41
5. Teknik Analisis Data.....	49
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Data Validasi	52
1. Data Tahap Desain Modul.....	52
2. Data Validasi Pengembangan Modul	63
3. Data Penilaian Produk	64
B. Analisis Data.....	71
1. Analisis Data Penilaian Kualitas.....	71
2. Analisis Data Respon Peserta Didik	91
C. Revisi Produk	91
D. Kajian Produk Akhir	99
BAB. V. KESIMPULAN DAN SARAN	104
A. Kesimpulan.....	104
B. Keterbatasan Penelitian	105
C. Saran Pemanfaatan	105
D. Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	106
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persamaan dan Perbedaan Pengembangan Modul	31
Tabel 3.1	Aturan Pemberian Skor dengan Skala Penilaian 5.....	49
Tabel 3.2	Konversi Skor Aktual Skala Penilaian 5	50
Tabel 4.1	Aturan Pemberian Skor pada Skala Penilaian 5.....	72
Tabel 4.2	Data Penilaian Pendidik.....	72
Tabel 4.3	Kategori Penilaian Ideal	73
Tabel 4.4	Data Respon Peserta Didik	96
Tabel 4.5	Kritik, Saran/Masukan Ahli Materi.....	97
Tabel 4.6	Kritik, Saran/Masukan Ahli Media	97
Tabel 4.7	Kritik, Saran/Masukan Ahli Bahasa	98
Tabel 4.8	Kritik, Saran/Masukan <i>Peer Reviewer</i>	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Anatomi Konsep Belajar Mandiri	21
Gambar 3.1	Alur/Prosedur Penelitian Pengembangan	39
Gambar 4.1	Bagan Konsep Kebutuhan Materi berdasar KI dan KD.....	56
Gambar 4.2	Bagan Konsep Kebutuhan Materi berdasarkan Uraian Materi	57
Gambar 4.3	Kerangka Modul	60
Gambar 4.4	Tampilan Halaman Muka Bab dan Pohon Masalah	67
Gambar 4.5	Tampilan Penyajian Masalah melalui Bigkai Berita	69
Gambar 4.6	Tampilan Bingkai Masalah dan Analisis Masalah	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Hasil Wawancara dan Bukti Wawancara di Sekolah.....	110
Lampiran II	Instrumen Penilaian dan Penjabaran.....	123
Lampiran III	Instrumen Respon Peserta Didik.....	166
Lampiran IV	Instrumen Observasi	169
Lampiran V	Rekap Skor Penilaian	173
Lampiran VI	Data Hasil Tiap Aspek Penilaian.....	178
Lampiran VII	Lembar Pernyataan <i>Reviewer</i>	185
Lampiran VIII	Lembar Pernyataan <i>Peer Reviewer</i>	190
Lampiran IX	Lembar Pernyataan Ahli Materi, Media, dan Bahasa	197
Lampiran X	Surat Keterangan Validasi Instrumen.....	203
Lampiran XI	Surat-Surat Penelitian.....	206
Lampiran XII	RPP Uji Coba Penggunaan Modul	208

INTISARI

PENGEMBANGAN MODUL KIMIA BERBASIS MASALAH PADA MATERI POKOK REDOKS SEBAGAI SUMBER BELAJAR UNTUK SMA/MA KELAS XII

Oleh:

Erny Mawati
NIM. 10670015

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik, serta mengetahui kelayakan modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks sebagai sumber belajar untuk SMA/MA kelas XII. Penilaian didasarkan pada penilaian lima pendidik kimia dan respon dari lima belas peserta didik kelas SMA/MA kelas XII. Selain itu, modul juga diujicobakan terbatas dalam pembelajaran kimia.

Penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan. Penelitian Pengembangan ini menggunakan model prosedural ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *analysis, design, development, implementation, dan evaluation*. Akan tetapi dalam penelitian ini hanya dibatasi sampai pada tahap *development*. Produk modul kimia ini divalidasi oleh dosen pembimbing, ahli media, ahli materi, ahli bahasa serta tiga orang *peer reviewer*. Penilaian produk dilakukan oleh *reviewer* yaitu 5 pendidik kimia SMA/MA Yogyakarta serta direspon oleh 15 peserta didik yang bertempat tinggal dan bersekolah di SMA/MA di Kota Yogyakarta. Teknik pengumpulan data menggunakan angket berupa daftar cek (*check list*) yang termuat dalam instrumen penilaian, instrumen respon peserta didik dan instrumen observasi uji coba. Data kualitatif yang diperoleh dari ketiga instrumen selanjutnya diubah menjadi data kuantitatif. Hasil penilaian diubah menjadi data kuantitatif dengan penilaian skala lima, sedangkan respon dan data ujicoba terbatas diubah dengan perhitungan persentase. Perhitungan persentase keidealan untuk respon dan perhitungan persentase keterlaksanaan pembelajaran untuk data ujicoba. Adapun untuk mengetahui kelayakan modul, dilihat dari kualitas modul melalui data kuantitatif penilaian pendidik yang diubah menjadi data kualitatif skala lima dengan pedoman kriteria kategori penilaian ideal dan persentase keidealan, data persentase keidealan dari respon peserta didik, dan data persentase keterlaksanaan pembelajaran berdasarkan data ujicoba terbatas.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modul kimia yang dikembangkan memiliki kualitas Sangat Baik (SB) dengan persentase keidealan sebesar 89,437%, sedangkan respon lima belas peserta didik SMA/MA dengan presentase keidealan sebesar 96,35%. Adapun persentase keterlaksanaan pembelajaran dengan penggunaan modul berdasarkan ujicoba terbatas sebesar 93,33%. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa modul kimia yang dikembangkan layak digunakan sebagai sumber belajar bagi peserta didik kelas XII SMA/MA. Adapun karakteristik modul sebagai sumber belajar adalah *activity based* yakni melalui kegiatan pemecahan masalah.

Kata Kunci: modul kimia, berbasis masalah, materi pokok redoks dan sumber belajar

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan suatu bangsa dipengaruhi oleh sumber daya manusia dari masyarakat bangsa itu sendiri. Kualitas dari individu-individu pembentuk bangsa inilah yang kemudian menjadi penentu arah masa depan bangsa. Lebih lanjut, seiring perkembangan zaman kini manusia dituntut memiliki kompetensi tinggi agar mampu bersaing dengan baik. Oleh karenanya, perlu adanya upaya pengembangan SDM berkualitas melalui pendidikan yang berkualitas pula. Dengan kata lain diperlukan upaya peningkatan pendidikan sebagai sarana pengembangan SDM berkualitas.

Adapun tindak lanjut dari upaya peningkatan pendidikan dimulai dari pemerintah dalam pengembangan sistem pendidikan, dalam hal ini kurikulum. Saat ini, pemerintah menerapkan kurikulum 2013 sebagai acuan pelaksanaan pendidikan. Sistem pendidikan baru diharapkan mampu menghasilkan insan Indonesia yang produktif, kreatif, inovatif melalui penguatan sikap, keterampilan, dan pengetahuan yang terintegrasi (Mulyasa, 2013: 99). Banyak jalan yang dapat dilakukan dalam upaya implementasi pengembangan kurikulum 2013 ini. Strategi pelaksanaan dapat mengacu pada cara pandang peserta didik sebagai subjek pembelajaran¹. Cara pandang tersebut memberikan banyak pilihan desain pembelajaran dalam upaya pelaksanaan

¹Hasil wawancara dengan Dra Shinta Bagaskara selaku pendidik SMAN 8 Yogyakarta 17 Desember 2013 dan Laksita Adi Widayat, SPd selaku pendidik di SMA Muhammadiyah Yogyakarta 19 Desember 2013.

proses pembelajaran kurikulum 2013. Salah satu desain pembelajaran yang dapat digunakan sebagai alternatif pilihan adalah Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM).

Oleh karena pendidikan abad 21 berhubungan dengan permasalahan baru yang ada di dunia nyata, PBM dapat menjadi pilihan tepat dalam rangka mewujudkan manusia yang berpengetahuan dan memiliki keterampilan berpikir yang baik. PBM mampu menawarkan pembelajaran dengan penggunaan intelegensi individu dalam pemecahan masalah yang bermakna, relevan dan kontekstual sehingga kemampuan berpikir peserta didik betul-betul dioptimalkan (Rusman, 2013: 229-230). Pengembangan keterampilan berpikir melalui pemecahan masalah ini menjadi jalan pengembangan potensi mengingat orang yang terampil memecahkan masalah diyakini akan mampu berpacu dengan kebutuhan hidupnya, menjadi individu yang produktif dan memahami isu-isu kompleks yang berkaitan dengan masyarakat global.

Implementasi pembelajaran kurikulum 2013 melalui PBM tentu memerlukan strategi pelaksanaan yang didukung dengan sarana prasarana yang memadai. Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan, pembelajaran perlu pengalaman pemecahan masalah. Pengalaman pemecahan masalah dapat diberikan melalui kegiatan-kegiatan peserta didik terkait pengembangan keterampilan berpikir yakni melalui kegiatan pemecahan masalah dalam proses pembelajaran.

Pada satu sisi ketersediaan sumber belajar saat ini belum menyentuh aspek pengembangan keterampilan berpikir peserta didik². Sumber belajar yang ada umumnya hanya sebatas menyajikan materi³. Realita peserta didik yang masih bergantung pada pendidik dalam proses pemahamannya menjadi salah satu akibat yang ditimbulkan⁴. Peserta didik enggan ketika diminta untuk mempelajari sendiri materi dalam buku dan cenderung meminta pendidik untuk membahas materi⁵. Pemahaman peserta didik yang terbatas kemudian menjadi dampak lainnya⁶. Adanya keterbatasan ini tentu mendorong perlunya sumber belajar kurikulum 2013 dengan *activity based* dan bukan *content based* (Kemendikbud, 2012), sebagai pendukung implementasi kurikulum serta sebagai langkah awal pengembangan keterampilan berpikir peserta didik.

Kaitannya dengan kebutuhan sumber belajar berbasis aktivitas terutama dalam pengembangan keterampilan berpikir melalui kegiatan pemecahan masalah, disiplin ilmu kimia dapat menjadi sumber pengetahuan dalam pelaksanaan pemecahan masalah. Hal ini karena disiplin ilmu kimia yang dekat kaitannya dengan penerapan-penerapannya dalam mengatasi berbagai permasalahan nyata, mampu membantu peserta didik dalam pengembangan keterampilan berpikir melalui pembelajaran berbasis masalah. Oleh karena momentum pemilihan sumber belajar perlu disesuaikan dengan tujuan yang ingin dicapai, sumber belajar terkait sangatlah diperlukan dalam upaya implementasi kurikulum 2013 melalui pendekatan masalah⁷.

^{2,3,4,5,6,7} Hasil wawancara dengan Dra Shinta Bagaskara selaku pendidik SMAN 8 Yogyakarta 17 Desember 2013 dan Laksita Adi Widayat, SPd selaku pendidik di SMA Muhammadiyah Yogyakarta 19 Desember 2013

Sumber belajar yang dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu dan dikemas dalam bentuk satuan pembelajaran terkecil menjadi jalan keluarnya. Salah satu sumber belajar dengan karakteristik demikian adalah modul.

Modul sebagai sumber belajar dapat digunakan sebagai alternatif pilihan sumber belajar yang baik⁸. Berdasarkan hasil wawancara dengan pendidik SMA/MA Yogyakarta, kini diperlukan modul untuk kurikulum 2013 mengingat belum tersedianya sumber belajar untuk kurikulum 2013 bagi pendidik maupun peserta didik. Pengembangan modul berdasarkan kurikulum 2013 selanjutnya dapat membantu keberlangsungan pembelajaran yang diharapkan, membantu pendidik akan kebutuhan sumber belajar, karena keterbatasan waktu pendidik hanya menyiapkan handout dalam desain pembelajaran kurikulum 2013 serta dibantu dengan buku-buku kimia sebagai informasi pengetahuannya.

Pemilihan modul sebagai sumber belajar dikarenakan modul merupakan jenis sumber belajar yang berprogram (terencana). Artinya modul memuat desain pembelajaran yang diharapkan, desain pembelajaran yang telah direncanakan dan secara sadar disusun berdasarkan pendekatan tertentu berdasarkan kurikulum sehingga dapat menjadi terfokus pembelajarannya⁹. Selain itu, modul memungkinkan terlaksananya pembelajaran tuntas mengingat penyusunan modul memuat aplikasi teori belajar yang sesuai

^{8,9} Hasil wawancara dengan Dra Shinta Bagaskara selaku pendidik SMAN 8 Yogyakarta 17 Desember 2013 , Laksita Adi Widayat, SPd selaku pendidik di SMA Muhammadiyah Yogyakarta 19 Desember 2013 serta wawancara dengan Warsito selaku pendidik SMA N 5 Yogyakarta.

dengan kurikulum dan dilengkapi berbagai komponen sehingga memungkinkan peserta didik yang mempergunakannya dapat mencapai tujuan secara mandiri, dengan sekecil mungkin bantuan dari pendidik, dan dapat mengontrol mengevaluasi kemampuan sendiri yang selanjutnya dapat menentukan mulai dari mana kegiatan belajar selanjutnya harus dilakukan (Wena, 2009: 232). Berdasarkan karakter modul tersebut tentunya diperlukan modul sebagai sumber belajar untuk memenuhi kebutuhan dalam upaya pelaksanaan pembelajaran kurikulum 2013.

Modul hasil penelitian pengembangan selanjutnya dapat hadir membantu kebutuhan pendidik serta memberikan variasi sumber belajar untuk memperluas wawasan. Dengan demikian, modul kimia berbasis masalah dengan kajian aplikasi kimia dapat menjadi jalan pelaksanaan pembelajaran pengembangan keterampilan peserta didik. Fakta inilah yang membuat peneliti memilih untuk melakukan penelitian pengembangan sumber belajar berupa Modul Kimia Berbasis Masalah pada Materi Pokok Redoks sebagai Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII.

Adapun pemilihan materi pokok modul ini berdasarkan hasil pertimbangan dari data Uji Kompetensi Pendidik (UKG) tahun 2012 yang menunjukkan bahwa kompetensi profesional pendidik pada materi elektrokimia memiliki nilai rendah. Data menunjukkan bahwa persentase daya serap pendidik terhadap materi hanya sebesar 20,82% (kategori sangat kurang) (Kemendikbud, 2012). Kompetensi yang rendah dalam pemahaman materi tentu membawa dampak bagi pemahaman peserta didik. Dengan demikian,

tentu ada masalah/kesulitan berarti dalam proses pemahaman materi. Berdasarkan masalah tersebut, peneliti mencoba mencari jalan keluar melalui pengembangan modul dengan penyajian materi terkait melalui kajian aplikasinya dalam beberapa bidang (teknologi, seni, dan budaya).

Adapun pemilihan bidang kajian materi bukanlah tanpa alasan. Peneliti ingin menumbuhkembangkan rasa ingin tau peserta didik terkait materi kimia sesuai dengan bidang yang telah dipaparkan dalam kompetensi inti, diantaranya teknologi, seni, dan budaya. Dengan demikian, peneliti mencoba untuk menyajikan materi dalam bidang-bidang tersebut. Kajian ketiga bidang tak lepas kaitannya dengan penerapan kimia dalam kehidupan, karena disadari atau tidak, sering kali dijumpai peranan kimia yang sangat dekat dengan kehidupan. Dengan demikian, penyajian materi abstrak kimia dapat disusun lebih sederhana melalui pemahaman aplikasi kimia pada beberapa bidang. Selain itu, kajian aplikatif kimia dalam berbagai bidang ini sangat diperlukan untuk memperdalam pemahaman peserta didik¹⁰. Terlebih lagi modul kimia berbasis masalah dengan kajian aplikasi di beberapa bidang (teknologi, seni, dan budaya) masih jarang ditemui¹¹.

B. Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian.

1. Bagaimana karakteristik modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks sebagai sumber belajar untuk SMA/MA kelas XII?

^{10,11} Hasil wawancara dengan Dra Shinta Bagaskara selaku pendidik SMAN 8 Yogyakarta 17 Desember 2013, Laksita Adi Widayat, SPd selaku pendidik di SMA Muhammadiyah Yogyakarta 19 Desember 2013 serta wawancara dengan Warsito selaku pendidik SMA N 5 Yogyakarta.

2. Apakah modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks layak digunakan dalam proses pembelajaran?

C. Tujuan Pengembangan

Adapun mengenai tujuan penelitian yang diharapkan dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. untuk mengetahui karakteristik modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks sebagai sumber belajar untuk SMA/MA kelas XII.
2. untuk mengetahui kelayakan modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks dalam proses pembelajaran berdasarkan penilaian guru, respon peserta didik, dan persentase keterlaksanaan pembelajaran.

D. Spesifikasi Produk

Spesifikasi modul kimia yang dikembangkan sebagai berikut:

1. Modul kimia dibuat dalam bentuk media cetak.
2. Modul dibuat dalam ukuran kertas A4.
3. Modul didesain menggunakan Microsoft Word 2007 dan Corel Draw X5.
4. Modul memuat materi pokok kimia kelas XII semester 1, yakni Redoks dan Aplikasinya.
5. Modul memuat kajian aplikatif redoks dalam bidang teknologi, seni, dan budaya.
6. Modul menyajikan materi dalam bentuk permasalahan-permasalahan nyata dan tahap-tahap pemecahannya.

E. Manfaat Pengembangan

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagi Peneliti

Modul dapat memberikan tambahan wawasan ilmu pengetahuan serta keterampilan dalam membuat sumber belajar cetak berupa modul kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks terutama aplikasinya dalam bidang teknologi, seni, dan budaya.

2. Bagi pendidik

Modul dapat digunakan sebagai referensi proses pembelajaran kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks terutama aplikasinya di bidang teknologi, seni, dan budaya untuk SMA/MA kelas XII. Lebih lanjut, keberadaan modul mampu mendorong kreativitas pendidik untuk mengembangkan sarana pembelajaran sesuai dengan kebutuhan.

3. Bagi peserta didik

Modul dapat digunakan sebagai referensi sumber belajar kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks terutama aplikasinya di bidang teknologi, seni, dan budaya untuk peserta didik SMA/MA kelas XII. Dengan demikian, modul dapat memfasilitasi perolehan pengalaman baru yakni dalam hal pengembangan keterampilan berpikir pada pembelajaran kimia.

4. Bagi Satuan Pendidikan

Modul dapat digunakan sebagai referensi dalam upaya peningkatan pendidikan kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks untuk peserta didik SMA/MA kelas XII.

5. Bagi Almamater

Modul berbasis masalah dapat menjadi inspirasi alternatif strategi dalam dunia pendidikan untuk memicu daya kreativitas mahasiswa untuk mendesain sumber belajar.

F. Asumsi dan Batasan Pengembangan

Berikut ini adalah uraian asumsi dan batasan pengembangan pada penelitian.

1. Asumsi

- a. Modul Kimia Berbasis Masalah pada Materi Pokok Redoks dapat dijadikan referensi pembelajaran bagi pelaksanaan proses pembelajaran kimia berbasis masalah pada materi pokok redoks untuk peserta didik SMA/MA kelas XII.
- b. Modul Kimia Berbasis Masalah pada Materi Pokok Redoks belum banyak dikembangkan.
- c. Dosen pembimbing mengetahui kriteria modul yang baik.
- d. *Peer reviewer* memahami kriteria modul yang baik.
- e. Ahli media adalah dosen kimia yang memahami kriteria modul yang baik.

- f. Ahli materi adalah dosen kimia yang memiliki pengetahuan di bidang kimia.
 - g. Ahli bahasa adalah dosen bahasa indonesia yang memiliki keahlian di bidang bahasa.
 - h. *Reviewer* mempunyai pemahaman yang sama tentang kualitas modul.
2. Batasan Pengembangan
- a. Modul Kmia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks hanya ditinjau oleh seorang dosen pembimbing, seorang ahli media, seorang ahli materi, seorang ahli bahasa dan beberapa *peer reviewer* untuk memberi masukan.
 - b. Modul Kmia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks dinilai sesuai kriteria modul yang baik oleh 5 pendidik dan direspon oleh 15 peserta didik.
 - c. Modul hanya diujicobakan terbatas.

G. Definisi Istilah

Ada beberapa istilah yang perlu dijelaskan pada penelitian pengembangan ini, diantaranya:

1. Pengembangan modul adalah suatu proses dalam upaya pengadaan sumber belajar berupa modul melalui tahapan pengembangan produk.
2. Modul dapat dirumuskan sebagai suatu unit yang lengkap yang berdiri sendiri dan terdiri atas suatu rangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk

membantu peserta didik mencapai sejumlah tujuan yang dirumuskan secara khusus dan jelas (Nasution, 2006: 205).

3. Pembelajaran berbasis masalah merupakan penggunaan berbagai macam kecerdasan yang diperlukan untuk melakukan konfrontasi terhadap tantangan dunia nyata, kemampuan untuk menghadapi segala sesuatu yang baru dan kompleksitas yang ada (Rusman, 2013: 247).
4. Reaksi redoks adalah reaksi oksidasi reduksi yang berlangsung dalam satu sistem yang melibatkan transfer elektron antara zat pengoksidasi dan pereduksi (Chang, 2005: 194).
5. Teknologi adalah bentuk aplikatif dari disiplin ilmu pengetahuan.
6. Seni adalah suatu karya yang diciptakan dengan keahlian tertentu (KBBI).
7. Menurut Koenjtaraningrat, budaya merupakan suatu sistem gagasan, rasa, tindakan, serta karya yang dihasilkan manusia dalam kehidupan bermasyarakat yang dijadikan miliknya dengan belajar (lintas berita.web.id).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian pengembangan ini adalah:

1. Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk berupa Modul Kimia Berbasis Masalah pada Materi Pokok Redoks sebagai Sumber Belajar untuk SMA/MA Kelas XII dengan karakteristik:
 - a. berbasis kurikulum 2013 dengan pendekatan masalah yang mampu menyajikan pendekatan ilmiah dalam proses pemecahan masalahnya.
 - b. memuat kegiatan belajar berupa kegiatan pemecahan masalah dalam setiap sub materi yang dirangkai dalam bingkai berita, bingkai masalah, analisis masalah, serta penarikan kesimpulan.
 - c. memuat tahapan pemecahan masalah melalui pernyataan maupun pertanyaan membimbing sebagai pemandu secara teknis dan langkah-langkah operasional untuk menelusuri secara teliti pada penguasaan keilmuan secara tuntas.
 - d. penyajian materi inti dalam *concept check* yang bertujuan untuk *ceklist* pemahaman yang telah dibangun melalui kegiatan pemecahan masalah serta untuk memperluas pemahaman.
 - e. materi inti dikaitkan dalam beberapa bidang (teknologi, seni, dan budaya).
2. Produk penelitian pengembangan berupa Modul kimia SMA/MA ini layak digunakan sebagai acuan bagi pendidik dan peserta didik dalam

kegiatan pembelajaran. Hal ini berdasarkan penilaian dari lima pendidik kimia SMA/MA di Yogyakarta dengan persentase keidealan 89,437% kategori **Sangat Baik (SB)**, respon positif yang ditunjukkan lima belas peserta didik dengan persentase keidealan sebesar 96,35%, serta hasil uji coba produk tahap awal dalam pembelajaran dengan persentase keterlaksanaan pembelajaran 93,33%.

B. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan yang dilakukan memiliki keterbatasan, yaitu penggunaan modul dalam pembelajaran kimia hanya diujicobakan terbatas kepada 11 peserta didik dengan 1 kali pertemuan.

C. Saran Pemanfaatan, Diseminasi, dan Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan sumber belajar kimia SMA/MA. Adapun saran pemanfaatan dan pengembangan produk lebih lanjut adalah sebagai berikut.

1. Saran Pemanfaatan

Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks dan Aplikasinya dalam Bidang Teknologi, Seni, dan Budaya sebagai Sumber untuk SMA/MA Kelas XII yang telah dikembangkan ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam kegiatan

pembelajaran kimia berbasis masalah di satuan pendidikan menengah atas.

2. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Modul kimia berbasis masalah pada materi redoks ini dapat dilengkapi dengan komponen-komponen lain seperti RPP, latihan soal berbasis masalah, video, maupun instrumen. Modul dapat pula diujicobakan lebih lanjut untuk proses pengembangan lanjutan. Dengan demikian, pengembangan produk lebih lanjut dapat berupa pengembangan kelengkapan komponen pendukung modul seperti RPP, latihan soal berbasis masalah, video, instrumen serta uji coba lanjutan untuk memperbaiki modul dalam proses pengembangan lanjutan.

Daftar Pustaka

- Astuti, Budi. (2005). *Upaya Pelestarian Keris dalam Kehidupan Budaya Kraton Yogyakarta*. Yogyakarta: UGM.
- Chang, Raymond. (2005). *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Dini, Inayah Nur. (2012). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik (LKS) Matematika SMP Berbasis Masalah untuk Memfasilitasi pencapaian kemampuan Berpikir Kritis (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2012). *Implementasi Kurikulum 2013*.
- Khamidinal. (2006). *Kimia Dasar II*. Yogyakarta: Pokja Akademik UIN Sunan Kalijaga.
- Mudjiman, Haris. (2008). *Belajar Mandiri*. Surakarta: LPP dan UNS Press.
- Mulyasa. (2013). *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Munir. (2012). *Pembelajaran Jarak Jauh*. Bandung: Alfabeta.
- Nasution. (2006). *Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Noegroho, Agung. (2010). *Teknologi Komunikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nur'aini, Latifah. (2012). *Pengembangan Modul Matematika dengan Pendekatan Pemecahan Masalah sebagai Sumber Belajar Peserta didik Kelas VII SMP (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Rama, Ageng Pangestu. (2007). *Kebudayaan Jawa: Ragam Kehidupan Kraton dan Masyarakat*. Yogyakarta: Cahaya Ningrat.
- Rusman. (2013). *Model-Model Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Setyosari, Punaji. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Soeratno,dkk. (2001). *Khasanah Budaya Kraton Yogyakarta II*. Yogyakarta: YKII bersama IAIN Sunan Kalijaga.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Suharjo, H. Drajaat. (2004). *Mengaji Ilmu Lingkungan Kraton*. Yogyakarta: Safiria Insania Press.
- Sukarjo.(2006). *Kumpulan Materi Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: Pasca Sarjana UNY.

Suyami. (2008). *Upacara Ritual di Kraton Yogyakarta*. Yogyakarta: Kepel Press.

Syukri. (2000). *Kimia Dasar 3*. Bandung: ITB.

Vembrianto, ST. (1985). *Pengantar Pengajaran Modul*. Yogyakarta: Paramita.

Wena, Made. (2009). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.

Wibowo, Ardian Setyo. (2012). *Pengembangan Modul Kimia Berbasis Keunggulan Lokal Kraton Yogyakarta Pada Materi Pokok Elektrolisis Dan Kimia Unsur Untuk SMA/MA Kelas XII (Skripsi)*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.

<http://www.lintasberita.web.id>. Diakses pada tanggal 27 Mei 2014.

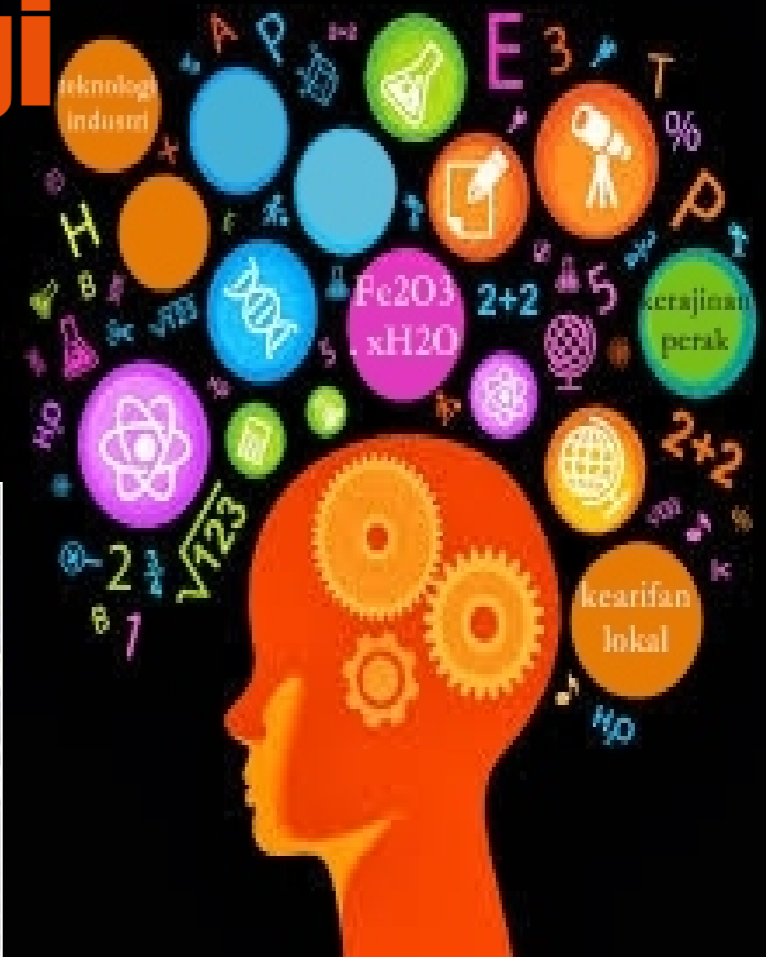
Modul Kimia Berbasis Masalah

Materi Pokok Redoks dan Aplikasinya
dalam Bidang

Teknologi Seni dan Budaya

Modul kimia ini disusun untuk menunjang pelaksanaan kurikulum 2013 dengan pengembangan modul yang menggunakan pendekatan masalah. Dalam modul ini Kalian akan mempelajari materi kimia pada materi pokok redoks dan aplikasinya. Materi disajikan dalam bentuk permasalahan nyata yang dikaji dalam bidang teknologi, seni, dan budaya yang memungkinkan Kalian untuk membangun konsep secara mandiri melalui kegiatan pemecahan masalah yang telah dirangkai dalam modul kimia ini..

Materi inti modul ini terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama mengenai reaksi redoks. Pada bagian ini Kalian akan mempelajari contoh reaksi redoks dalam kehidupan, yakni mengenai fenomena korosi sebagai contoh reaksi alamiah dan pencegahan korosi dalam kearifan lokal (budaya). Adapun pada bagian kedua, Kalian akan mempelajari penerapan redoks dalam bidang teknologi dan seni.



Penulis
Erny Mawati

**KELAS XII
SMA/MA**

Modul Kimia Berbasis Masalah
Materi Pokok Redoks dan Aplikasinya dalam Bidang Teknologi, Seni, dan
Budaya Untuk SMA/MA Kelas XII

Disusun oleh : Erny Mawati
Pembimbing : Shidiq Premono, M.Pd.
Ahli Bahasa : Dr. Aninditya SN, M.Pd.
Ahli Materi : Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
Ahli Media : Sigit Prasetyo, M.Pd.Si
Peer Reviewer : Afifah
Siti Rahmawati
Vika Puji Cahyani

Kata Pengantar

Puji syukur penulis panjatkan atas anugerah yang telah diberikan oleh Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan modul kimia berbasis masalah ini. Sejalan dengan implementasi kurikulum 2013 yang mengacu pada kompetensi inti, maka dalam strategi pelaksanaannya diperlukan sarana prasana pendukung. Salah satu sarana prasarana pendukung yang diperlukan adalah sumber belajar dengan basis kurikulum 2013 yang mampu menunjang proses pembelajaran riil di lapangan.

Modul ini ditujukan kepada satuan pendidikan menengah atas untuk melaksanakan aktivitas pembelajaran sebagaimana tuntunan kurikulum 2013. Modul ini dikembangkan menggunakan pendekatan masalah. Salah satu pendekatan dalam teori belajar konstruktivisme yang mampu menyajikan pendekatan ilmiah dalam proses pemecahan masalahnya. Salah satu pendekatan yang sesuai dengan basis kurikulum 2013.

Modul ini menyajikan materi dalam bentuk permasalahan nyata yang dikaji dalam berbagai bidang melalui tahapan-tahapan pemecahan masalah yang sistematis. Modul ini merupakan salah satu sumber belajar penunjang pengembangan keterampilan berpikir peserta didik. Pengemasan dalam bahasa komunikatif dan mampu membimbing peserta didik membangun pemahaman secara mandiri melalui pembelajaran yang bermakna, seperti kegiatan pemecahan masalah didalamnya.

Selanjutnya penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan modul ini, baik kepada keluarga, rekan-rekan seperjuangan, dosen, pendidik SMA, serta pihak lain yang turut membantu. Semoga modul ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkannya. Kritik serta saran penulis terima dengan terbuka demi perbaikan penyusunan sumber belajar ini.

Yogyakarta, Januari 2014

Penulis

Erny Mawati



Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
PESAN UNTUK PESERTA DIDIK	vi
PENDAHULUAN	vii
A. Deskripsi	vii
B. Petunjuk Penggunaan Modul	vii
C. Special for Teacher	ix
D. Kompetensi Inti dan KD	xii
E. Tujuan.....	xii
F. Peta Konsep Kedudukan Materi.....	xiii
G. Pohon Masalah.....	xiv

Materi Prasyarat:



Reaksi Oksidasi-Reduksi.....	1
A. Konsep Redoks.....	2
B. Keberlangsungan Reaksi Redoks.....	6
C. Evaluasi.....	10

Materi Inti:



Korosi sebagai Reaksi Redoks.....	11
A. Bingkai Berita.....	12
B. Bingkai Masalah.....	15
C. Definisi dan Ciri Korosi.....	16
D. Proses dan Penyebab Korosi.....	18
E. Dampak dan Penanganan Korosi.....	23
F. Kearifan Lokal.....	29
G. Rangkuman.....	37
H. Evaluasi.....	38



Materi Inti:	
Penerapan Redoks dalam Elektrokimia.....	41
I. Bidang Elektrokimia.....	41
II. Reaksi Redoks Spontan dalam Kehidupan.....	43
A. Bingkai Berita.....	45
B. Bingkai Masalah.....	46
C. Teknik Mencuci Film.....	47
D. Reaksi Redoks dalam Sel Volta.....	51
E. Susunan Sel Volta.....	52
F. Notasi Sel.....	56
III. Elektrolisis dalam Kehidupan.....	57
A. Bingkai Berita.....	59
B. Bingkai Masalah.....	59
C. Konsep Dasar Elektrolisis.....	60
D. Reaksi Elektrolisis.....	61
E. Penyepuhan.....	64
F. Produksi Logam.....	68
G. Pemurnian Logam.....	77
H. Aspek Kuantitatif.....	79
I. Rangkuman.....	82
J. Evaluasi.....	83
Ayo Kenali Diri.....	86
Glosarium.....	88
Daftar Pustaka.....	90
Kunci Jawaban.....	92

To The Student



Selamat datang di dunia kimia!

Sebuah dunia di mana segala sesuatu di sekitar Kalian dapat ditelusuri hingga ke partikel-partikel sangat kecil yang disebut atom. Kimia adalah studi tentang bagaimana atom bergabung membentuk materi. Dengan belajar kimia, Kalian akan mendapatkan perspektif yang unik mengenai atom, serta perubahan-perubahan yang menyertainya. Karenanya, belajar kimia merupakan hal yang menarik mengingat aplikasi dari disiplin ilmu ini banyak Kalian temukan dalam kehidupan masyarakat. Lebih lanjut lagi, dengan latar belakang di bidang kimia, Kalian tentu bisa menilai sendiri apakah teknologi yang tersedia selaras dengan lingkungan.

Modul kimia ini hadir dengan fokus pengembangan keterampilan berpikir Kalian. Akan tetapi modul ini tidak akan mampu berguna tanpa ada peran dari Kalian. Peran Kalian untuk memulai belajar, karena yang diperlukan adalah keinginan untuk belajar. Tentu tidak hanya sekedar pengetahuan baru hasil dari upaya Kalian, tetapi lebih dari pengetahuan baru tentang lingkungan. Kalian dapat meningkatkan kemampuan belajar dan menjadi pemikir yang lebih baik. Tapi ingat, seperti halnya dengan bentuk lain dari pelatihan, Kalian akan berhasil dalam studi kimia hanya dengan sebanyak usaha Kalian. Kalian akan menuai buah sebanyak benih yang Kalian tanam.

Saya menikmati dunia kimia, dan saya tahu Kalian juga bisa. Jadi, kenakanlah sepatu petualangan Kalian dan segera pergi menjelajahi dunia ini.

Salam,

Petunjuk Umum

A. Deskripsi

Dalam modul ini Kalian akan mempelajari kimia pada materi pokok redoks dan aplikasinya. Materi yang disajikan dalam bentuk permasalahan-permasalahan nyata yang dikaji dalam bidang teknologi, seni, dan budaya. Modul ini terbagi menjadi dua bagian, yang pertama mengenai reaksi redoks. Pada bagian ini Kalian akan mempelajari contoh reaksi redoks dalam kehidupan, yakni mengenai fenomena korosi sebagai contoh reaksi redoks alamiah dan pencegahan korosi dalam kearifan lokal (budaya). Pada bagian kedua, Kalian akan mempelajari penerapan redoks dalam bidang teknologi dan seni.

B. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari terlebih dahulu daftar isi, petunjuk umum, peta konsep kedudukan modul, serta pohon masalah dengan teliti untuk memberi gambaran umum mengenai isi modul.
2. Modul berisi materi prasyarat, peta konsep kedudukan materi, pohon masalah, kajian materi pokok redoks dan aplikasinya melalui kegiatan pemecahan masalah, *concept check*, *key note*, *science investigation*, ayo kenali dirimu, evaluasi, glosarium, serta kunci jawaban.
3. Pelajari materi prasyarat terlebih dahulu sebelum memasuki materi inti.
4. Dalam setiap pembahasan subbab materinya terdapat kegiatan pemecahan masalah yang harus Kalian selesaikan terlebih dahulu.



5. Setiap mempelajari subbab demi subbab ikutilah pernyataan maupun pertanyaan yang membimbing dalam kegiatan pemecahan masalah melalui bingkai berita, bingkai masalah, serta analisa masalah. Tuliskanlah hasil analisa Kalian pada lembar hasil analisa yang disediakan.
6. Coba cek pemahaman dan perluas pemahaman Kalian melalui *Concept Check*.
7. Catatlah semua kesulitan Kalian untuk selanjutnya dapat Kalian tanyakan kepada guru saat berada di kelas.

Special for Teacher

(Petunjuk Penggunaan Modul dalam Pembelajaran)

Petunjuk penggunaan modul ini bertujuan untuk memberikan panduan bagi pendidik dalam proses pembelajaran dengan modul kimia berbasis masalah pada materi redoks kelas XII. Harapannya, pendidik dapat mengenal dan memahami karakteristik modul kimia berbasis masalah serta mengerti tugas utama pendidik dalam pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan modul ini. Dengan demikian, proses pembelajaran berbasis masalah dapat berjalan dengan baik karena pendidik menguasai desain pembelajaran menggunakan Modul Berbasis Masalah ini.



Introduction

Modul Kimia Berbasis Masalah ini tidak sebatas menyajikan materi, akan tetapi memberikan kesempatan peserta didik untuk membangun konsep awal terlebih dahulu melalui kegiatan pemecahan masalah.

Kegiatan pemecahan masalah dirangkai melalui penyajian informasi dalam bingkai berita, identifikasi masalah dalam bingkai masalah, analisis masalah, serta penarikan kesimpulan di setiap subbab materi. Modul kimia ini juga memfasilitasi peserta didik untuk melakukan ceklist pemahaman awal yang diperoleh melalui kegiatan pemecahan masalah dan perluasan pemahaman melalui penyajian materi dalam *concept check* di setiap subbab materi.

Modul memuat materi inti redoks dan penerapan redoks dalam elektrokimia. Materi pokok dalam modul ini dikaitkan pula dalam beberapa bidang lain yakni teknologi, seni, dan budaya. Bidang kajian budaya dikaji dalam kerifan lokal sebagai penanganan korosi. Adapun bidang teknologi dan seni dikaji dalam penerapan redoks dalam teknologi industri logam dan penyepuhan kerajinan perak serta fotografi.

Tahapan Penggunaan Modul Dalam Pembelajaran Berbasis Masalah



Langkah 1. Orientasi peserta didik kepada situasi masalah

Pada tahap awal ini, pendidik mengawali pembelajaran dengan menyampaikan pokok materi, tujuan pembelajaran, memberikan pemahaman awal melalui apersepsi, serta menumbuhkan sikap positif/motivasi peserta didik melalui fakta mengenai kajian aplikasi dari disiplin ilmu kimia yang kerap kali menjadi jalan dalam penyelesaian berbagai masalah nyata. Dalam hal ini modul membantu dalam hal penyampaian pokok materi, tujuan, apersepsi (lihat halaman muka bab), serta contoh-contoh permasalahan nyata yang diselesaikan dengan kajian aplikasi kimia (lihat pohon masalah).



Langkah 2. Mengorganisasi peserta didik untuk belajar

Tahapan pengorganisasian belajar meliputi pembentukan kelompok belajar serta penjelasan terkait kegiatan. Pendidik membagi peserta didik dalam kelompok-kelompok kecil, membantu mereka mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar terkait dengan masalah yang terdapat dalam modul. Dalam hal ini pendidik dapat menjelaskan rangkaian kegiatan pemecahan masalah yang mencakup penyajian masalah melalui informasi berita dalam bingkai berita, identifikasi/perumusan masalah melalui bingkai masalah, analisis masalah sebagai proses pemecahan masalah serta penarikan kesimpulan. Lebih lanjut, pendidik mulai menyajikan masalah melalui bingkai berita yang terdapat dalam modul sebagai *starting point* dalam belajar.



Langkah 3. Membimbing penyelidikan

Pendidik membimbing dan mendorong peserta didik dalam diskusi kelompok untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan tahapan pemecahan masalah berdasarkan tahapan analisis dalam modul, dan mencari penjelasan terkait penyelesaian masalah dalam modul yang sedang dibicarakan dengan bantuan *keynote*. Pendidik dapat memanfaatkan informasi keynote dan

pernyataan-pertanyaan membimbing yang terdapat dalam tahapan analisis masalah dalam membantu peserta didik menemukan jawaban.



Langkah 4. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Pendidik membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan hasil diskusi untuk dipresentasikan kepada peserta didik lainnya yang kemudian dibahas bersama.



Langkah 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah

Pendidik membantu peserta didik melakukan refleksi atau evaluasi terhadap proses dan hasil pemecahan masalah, klarifikasi materi, memberikan penekanan materi, serta meminta peserta didik menerapkan hasil pemahaman yang diperoleh dalam penyelesaian masalah melalui pengerjaan tugas/latihan soal.

Kompetensi Inti, Kompetensi Dasar, dan Tujuan Kimia SMA/MA Kelas XII

Kompetensi Inti

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar

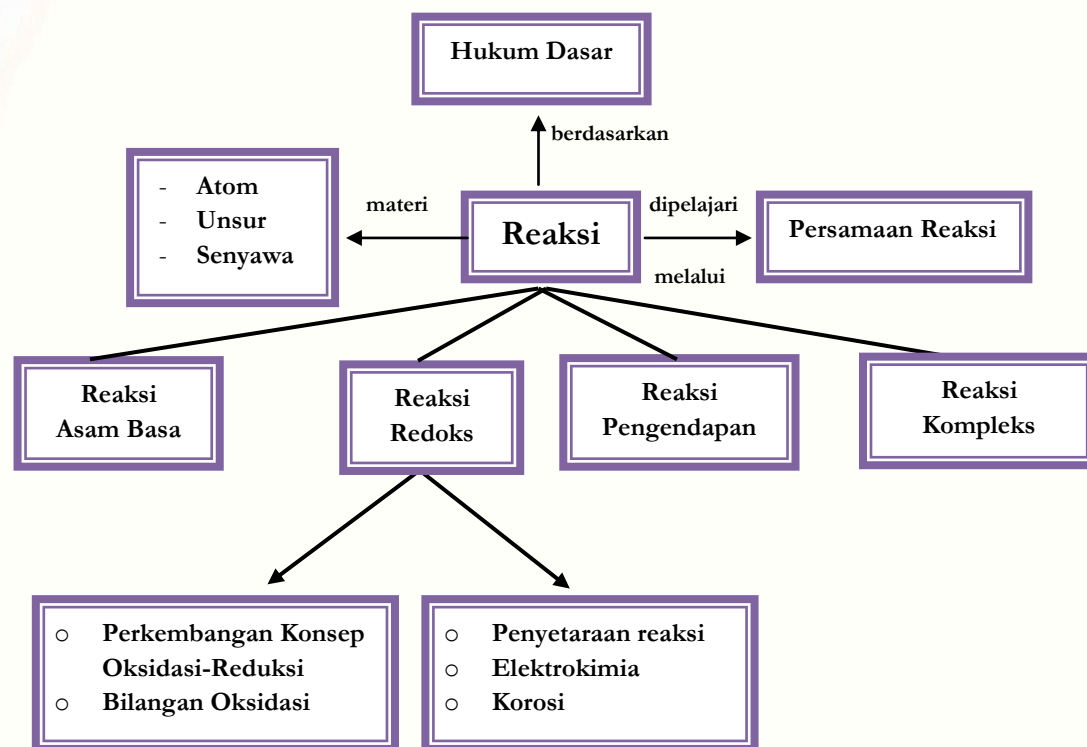
- 3.3 Menerapkan konsep reaksi oksidasi-reduksi dalam sistem elektrokimia yang melibatkan energi listrik dan kegunaannya dalam mencegah korosi dan dalam industri.
- 3.4 Menjelaskan reaksi oksidasi-reduksi dalam sel elektrolisis.

Tujuan

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi reaksi redoks pada fenomena korosi dan peserta didik dapat mengidentifikasi penerapan konsep reaksi redoks dalam kegunaannya mencegah korosi melalui kegiatan pemecahan masalah dengan benar.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi penerapan konsep reaksi redoks dalam sistem elektrokimia yang melibatkan energi listrik melalui kegiatan pemecahan masalah dengan benar.
3. Peserta didik dapat mengemukakan pemahaman terkait reaksi redoks dalam sel elektrolisis melalui kegiatan pemecahan masalah dengan benar.

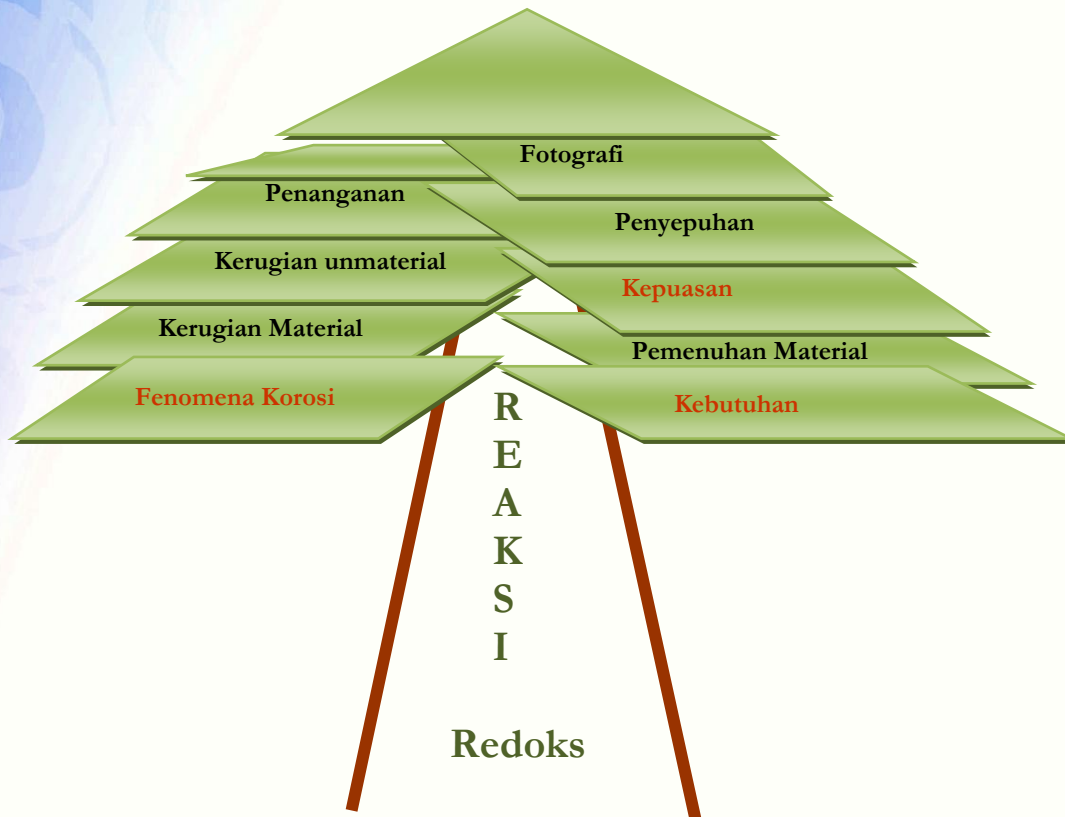
Kedudukan Materi dan Keterkaitannya dengan Materi Lain

Selamat datang! Kalian tentu tak asing lagi dengan kimia bukan? Cobalah review kembali! Sejauh ini hal-hal apa saja yang telah kalian pelajari dan pahami? Dapatkah kalian hubungkan materi satu sama lain? Adakah keterkaitan antarmateri sejauh materi yang telah kalian pelajari? Coba perhatikan peta konsep kedudukan materi dalam modul ini!



“Untuk memperoleh keterampilan tentu membutuhkan proses. Seseorang harus mampu tengkurap terlebih dahulu baru kemudian merangkak, berlatih berdiri baru kemudian berjalan. Sama halnya untuk mengenali kimia, untuk memperoleh keterampilan berpikir dalam pemahaman kimia tentu perlu tahapan-tahapan pemahaman. Sejalan dengan hal tersebut, Kalian tentu perlu pemahaman materi-materi dasar untuk selanjutnya masuk dalam lingkup materi yang lebih tinggi. Untuk itulah materi lingkup kimia dibuat dalam per bab. Pemahaman terhadap materi demi materi dalam setiap bab yang telah Kalian pelajari inilah yang saling berkait membentuk satu unit informasi utuh mengenai kimia.”

Pohon Masalah



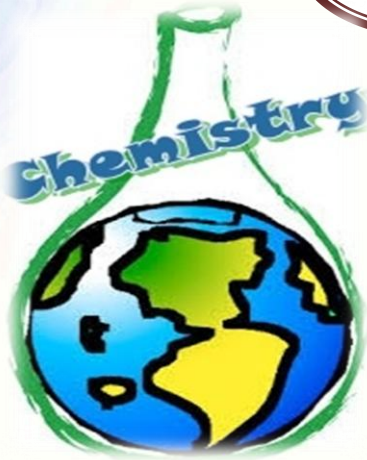
Keterangan:

Kajian aplikasi dari disiplin ilmu kimia kerap kali menjadi jalan dalam penyelesaian berbagai masalah nyata, misalnya saja kajian aplikasi dari reaksi redoks. Pohon masalah di atas menunjukan masalah nyata dalam kehidupan kita, diantaranya mengenai fenomena korosi dan pemenuhan kebutuhan manusia. Bagaimana cara mengatasi dalam hal penanganan/pencegahan korosi, pemenuhan kebutuhan material, maupun pemenuhan kepuasan dalam bidang seni (penyepuhan, fotografi) ternyata memerlukan kajian aplikasi dari kimia, khususnya reaksi redoks.

Alokasi waktu:
1 × 45 menit



REAKSI OKSIDASI-REDUKSI



Content: Perkembangan Konsep Redoks
Keberlangsungan Reaksi Redoks

Apa Tujuan Mempelajari Bab Ini?

Kalian dapat mengemukakan pemahaman mengenai perkembangan konsep reaksi redoks beserta keberlangsungan reaksi redoks dengan benar.

Coba perhatikan lingkungan sekitar Kalian! Pernahkah Kalian mengamati hiruk pikuk orang dengan segala aktivitasnya masing-masing, burung-burung yang berterbangan pergi meninggalkan sarang dan kembali ke sarang, serangga yang hinggap di tanaman atau mungkin awan putih yang kemudian menjadi hitam? Semua peristiwa tersebut menunjukkan adanya suatu interaksi. Interaksi alam, maupun interaksi antar makhluk hidup. Sejalan dengan itu, interaksi terjadi tak hanya pada skala makro atau yang tampak secara kasat mata tetapi ada pula interaksi antar materi dalam skala mikro atau tak tampak secara kasat mata.

Masih ingatkah Kalian dengan perubahan kimia yang terjadi ketika atom-atom saling berinteraksi? Interaksi tersebut merupakan salah satu contohnya. Interaksi atom inilah yang membentuk reaksi kimia. Pernahkah Kalian menyaksikan reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari? Disadari atau tidak, banyak sekali reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan pemutih pakaian, pembakaran bahan bakar minyak bumi, aliran listrik, bahkan perolehan energi bagi kebutuhan manusia, hewan, dan tumbuhan dihasilkan dari reaksi kimia. Contoh-contoh tersebut merupakan peran dari salah satu reaksi kimia dalam kehidupan yaitu reaksi oksidasi-reduksi (redoks). Begitu banyak peran reaksi redoks dalam kehidupan di bumi ini, oleh karenanya pantas kiranya Kalian tahu mengenai konsep redoks dan aplikasinya.

Untuk lebih memahami konsep redoks, lakukan penyelidikan awal melalui kegiatan *science investigation* berikut ini.



Untuk membantu memahami konsep redoks lakukan kegiatan berikut ini:

- ✚ Siapkan satu buah apel
- ✚ Belah apel menjadi dua bagian
- ✚ Simpan satu bagian apel di tempat tertutup rapat dan biarkan satu bagian lainnya terkena udara luar. Amatilah!

A. Konsep Redoks

Apakah Kalian telah melakukan kegiatan *science investigation*? Apa yang terjadi dengan bagian apel yang dibiarkan dalam udara bebas? Adakah perubahan warna yang terjadi? Mengapa warna permukaan apel berubah setelah didiamkan dalam udara bebas? Apakah ada reaksi kimia yang terjadi? Untuk dapat menjawab pertanyaan di atas, perhatikan uraian berikut ini.

Nah, ternyata permukaan apel yang dibiarkan dalam udara bebas mengalami perubahan warna. Coba perhatikan gambar disamping! Semula belahan apel berwarna putih, ketika dibiarkan permukaannya menjadi berwarna kecokelatan. Benar begitu? Perubahan warna ini terkait dengan adanya reaksi kimia yang berlangsung pada permukaan buah apel. Reaksi kimia apa yang berlangsung, akan Kalian pelajari dalam bab ini.



Sumber: www.kesekolah.com

Gambar Potongan Buah Apel

Di awal bab telah disinggung contoh-contoh penerapan redoks dalam kehidupan. Tak dapat disangkal bahwa benar reaksi redoks memegang peranan penting dalam kehidupan kita. Reaksi redoks merupakan reaksi oksidasi reduksi yang berlangsung bersamaan dalam satu sistem. Reaksi kimia yang terjadi pada permukaan apel merupakan reaksi oksidasi, suatu bagian dari reaksi redoks. Kegiatan investigasi di atas mampu menjelaskan konsep perkembangan reaksi redoks. Lebih mudahnya mampu memberikan pemahaman mengenai konsep awal reaksi oksidasi. Berikut ini adalah perkembangan konsep reaksi redoks.

1. Reaksi Redoks Berdasarkan Konsep Pengikatan dan Pelepasan Oksigen

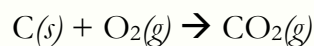
Permukaan buah apel yang menjadi berwarna coklat dikarenakan buah apel mengalami **oksidasi**, sel-sel pada permukaan buah apel yang rusak akibat irisan membuat **oksigen** pada udara bebas dapat masuk dan selanjutnya **diikat** oleh enzim fenolase dalam sel. Hal tersebut membuat fenol yang terkandung dalam sel buah ikut bergabung dengan enzim, menempel pada oksigen. Pada saat itulah warna buah apel berubah menjadi coklat.

Dari uraian di atas dapatkah Kalian simpulkan apa yang dinamakan reaksi oksidasi?

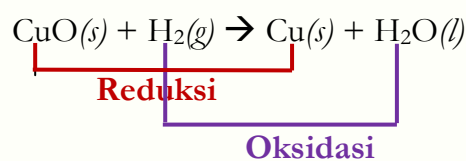
Untuk membantu pemahaman Kalian, perhatikan contoh persamaan reaksi berikut ini:

Reaksi Oksidasi

(Berdasarkan konsep redoks pengikatan dan pelepasan O₂)



Reaksi



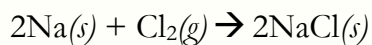
Perhatikan senyawa reaktan sebelum reaksi dan produk yang dihasilkan setelah reaksi! Perhatikan keduanya! Apakah keduanya mengikat/melepas oksigen? Apa kesimpulan Kalian?

Reaksi oksidasi dalam hal ini adalah reaksi pengikatan

 Reaksi reduksi adalah pelepasan

2. Reaksi Redoks Berdasarkan Konsep Pengikatan dan Pelepasan Elektron

Fakta menunjukkan, bahwa reaksi kimia yang berlangsung tak hanya bila reaktan bereaksi dengan oksigen, tetapi banyak reaksi kimia dapat berlangsung tanpa harus bereaksi dengan oksigen. Hal inilah yang kemudian menjadikan pengembangan dari konsep redoks. Coba perhatikan contoh reaksi pembentukan senyawa berikut:



Dapatkan Kalian buat struktur lewisnya? Coba tuliskan struktur lewis pembentukan NaCl pada kotak di bawah ini!

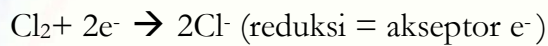
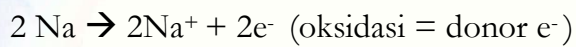
Struktur lewis pembentukan NaCl:

Ingat!
 Ikatan pembentuk senyawa NaCl merupakan ikatan ion. Masih ingatkah Kalian dengan perbedaan mendasar pembentukan ikatan ion dan kovalen? Adakah perbedaan dalam penulisan struktur lewisnya? Perhatikan contoh:



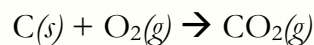
Perhatikanlah jumlah elektron masing-masing reaktan pada keadaan awal, sesuai **kaidah oktet** unsur manakah yang berperan sebagai donor dan akseptor (penerima) elektron? Komponen tersebut pulalah yang mengalami reaksi redoks. Reaksi oksidasi didefinisikan sebagai proses kehilangan elektron (donor elektron). Adapun reduksi merupakan proses penambahan elektron (penerima elektron).

Dalam hal ini reaksi oksidasi yang berlangsung adalah perubahan dua atom Na menjadi dua ion Na^+ .



3. Bilangan Oksidasi

Reaksi oksidasi awalnya diartikan sebagai reaksi antara suatu zat dan oksigen. Berdasarkan hal tersebut, reaksi pembakaran karbon merupakan reaksi oksidasi.



Atom karbon pada reaksi pembakaran tersebut bereaksi dengan oksigen membentuk karbon dioksida (CO_2). Namun, menurut teori ikatan kimia, senyawa CO_2 bukan senyawa ionik melainkan senyawa kovalen. Jika mengacu pada konsep reaksi redoks berdasarkan perpindahan elektron, reaksi pembakaran karbon bukan reaksi redoks karena tidak terjadi penerimaan maupun pelepasan elektron. Masalah tersebut menyebabkan para ahli kimia untuk meninjau kembali pengertian reaksi redoks.

Bagaimana cara mengetahui tinjauan pengembangan konsep redoks yang dilakukan para ahli? Masih ingatkah Kalian dengan biloks? Untuk mudahnya kita gunakan contoh senyawa ion dalam subab ini, coba ikuti langkah-langkah berikut ini:



- o Apa yang Kalian ketahui dari konsep redoks sebelumnya? Manakah komponen yang mengalami reaksi oksidasi dan reduksi sesuai dengan konsep pengikatan dan pelepasan elektron? Dapatkah Kalian tulis reaksinya?

Reaksi oksidasi

Reaksi reduksi

- o Tentukan biloks masing-masing komponen berikut



Biloks

Cobalah amati! Berapa biloks reaktan Na dan Cl₂? Berapa biloks produk Na⁺ dan Cl⁻? Adakah perubahan biloks dari masing-masing reaktan menjadi produk? Berapa besar perubahan biloks masing-masing reaktan?

- o Perhatikan kembali apa yang telah Kalian kerjakan sebelumnya! Lihatlah komponen apa yang mengalami reaksi oksidasi dan reduksi? Kemudian lihat kembali perubahan biloks masing-masing komponen tersebut? Bagaimana perubahan biloks komponen yang mengalami reaksi oksidasi dan reduksi? Apa yang dapat Kalian simpulkan?

Kesimpulan:

B. Keberlangsungan Reaksi Redoks

Masih ingatkah Kalian dengan deret ini:

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, H₂O, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Sb,
Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

**Lihat Kalau Baginda Caisar Nanti Meniggal Alam Mana Zaman Cari
Feodalism Cadangan CoNipon Senang Pembagian Harta Bikin
Cucur H Angus Agak Pahit Auw**

Deretan atom unsur tersebut dikenal dengan nama **deret volta**. Deret volta ini menunjukkan nilai potensial reduksi atau dengan kata lain menunjukkan kemampuan (potensi) unsur untuk mengalami reduksi.

Semakin ke kanan, potensi untuk melakukan reduksi semakin besar.

Adapun mengenai potensial oksidasi unsur nilainya berkebalikan dengan potensial reduksi. Hal ini berarti, bila semakin ke kanan potensial

reduksi semakin besar maka nilai potensial oksidasinya justru semakin kecil. Dengan demikian, dapatkah Kalian meramalkan berlangsung atau tidaknya suatu reaksi melalui deret volta? Untuk mengetahuinya, coba lakukan kegiatan *science investigation* berikut:

Key note:

- Unsur yang mengalami oksidasi dan menyebabkan unsur lain mengalami reduksi disebut agen pereduksi (reduktor).
- Unsur yang mengalami reduksi dan menyebabkan unsur lain mengalami oksidasi disebut agen pengoksidasi (oksidator).



**Reaksi Pendesakan Logam
(Keberlangsungan Reaksi Redoks)**

Tujuan : untuk mengetahui keberlangsungan reaksi redoks

Alat dan Bahan : 1 potong logam Zn
1 potong logam Cu
Larutan CuSO_4 0,1M
Larutan ZnSO_4 0,1M
Tabung reaksi

Cara Kerja : 1. Ambillah 1 potong logam Zn. Amplas permukaan logam hingga bersih.
2. Ambil 1 tabung reaksi dan isi tabung dengan larutan CuSO_4 0,1M sebanyak 2mL.
3. Masukkan sepotong logam Zn dalam tabung reaksi tersebut.
4. Amati perubahan yang terjadi dan catatlah sebagai data pengamatan.
5. Bandingkan dengan reaksi logam Cu dengan larutan ZnSO_4 dengan langkah yang sama (langkah 1-4).

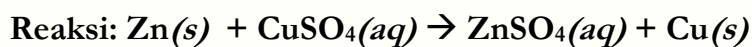
Sudahkah Kalian mencoba kegiatan *science investigation*? Bagaimana hasilnya? Adakah perbedaan antara dua reaksi yang telah Kalian lakukan? Mengapa demikian? Dapatkah Kalian jelaskan alasannya? Apakah hal tersebut berhubungan dengan deret volta yang telah dibahas sebelumnya? Untuk mengetahuinya coba perhatikan uraian berikut ini:

Apabila sebuah logam seng (Zn) ditambahkan ke dalam larutan yang mengandung tembaga sulfat (CuSO₄), apakah akan terjadi reaksi redoks?

Untuk mengetahuinya, ikuti langkah-langkah berikut ini:

- Identifikasi komponen apa yang terlibat:
 - Komponen reaktan: logam Zn, larutan CuSO₄
- Perhatikan deret volta! Apakah komponen tersebut terdapat dalam deret tersebut? Apakah Zn dan Cu terdapat dalam deret volta?
- Perhatikan posisi komponen reaktan dalam deret volta. Bagaimana potensi reduksi keduanya? Manakah yang memiliki potensial reduksi lebih besar?
 - Cu memiliki potensial reduksi lebih besar, sehingga ion Cu dalam larutan akan mengalami reduksi sedangkan logam Zn akan mengalami oksidasi.
 - Reaksi diawali oleh logam Zn yang mengalami oksidasi, melepas elektron menjadi ion Zn. Elektron tersebut selanjutnya diterima oleh ion Cu dalam larutan membentuk Cu(s) padatan melalui reaksi reduksi.

Berikut ini adalah persamaan reaksinya.



○ **Kesimpulan:**

Kedua reaktan tersebut mengalami reaksi oksidasi-reduksi. Reaksi redoks berlangsung spontan (serta merta) tanpa harus diberi perlakuan khusus. **Logam seng** mampu menggantikan ion tembaga dari tembaga sulfat karena logam tersebut memiliki potensial oksidasi lebih besar sehingga mampu **mendesak ion Cu** untuk mengalami reaksi reduksi.

Pertanyaan selanjutnya adalah “**bagaimana bila logam tembaga (Cu) ditambahkan dalam larutan $ZnSO_4$?**” Dapatkah logam Cu menggantikan ion seng dari seng sulfat? Atau dapatkah berlangsung reaksi redoks?

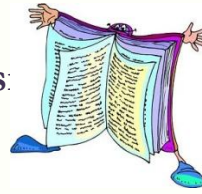
Untuk mengetahuinya, **perhatikanlah posisi Zn dan Cu pada deret volta**. Bagaimana potensi masing-masing? Apakah logam yang ditambahkan mampu mendesak logam yang digantikan untuk mengalami reaksi reduksi? Atau dengan kata lain memiliki potensial oksidasi lebih besar? Apakah logam yang ditambahkan terletak disebelah kiri logam yang akan digantikan?

Apa jawabanmu terhadap pertanyaan di atas?

Bila iya, berarti reaksi redoks dapat berlangsung. Akan tetapi bila tidak berarti reaksi redoks tidak dapat berlangsung.

Ya/tidak?

Evaluas



True or false?

True or false?

Benar atau salahkah pernyataan di bawah ini? Berikan pula alasanmu!

1. Reaksi oksidasi merupakan penurunan biloks dan reaksi reduksi merupakan kenaikan biloks.
2. Zat pengoksidasi (oksidator) selalu mengalami reduksi.
3. Zat pereduksi (reduktor) selalu mengalami oksidasi.
4. Dari kiri ke kanan, deret volta menunjukkan nilai potensial oksidasi yang semakin besar.
5. Unsur yang paling berpotensi sebagai agen pengoksida adalah unsur yang memiliki nilai potensial reduksi sangat negatif.
6. Unsur yang memiliki potensi besar sebagai agen pereduksi adalah unsur yang memiliki nilai potensial reduksi sangat positif.
7. Logam Cu mampu menggantikan ion perak dari larutan perak nitrat dengan mendesak ion perak untuk mengalami reaksi reduksi.
8. Logam perak mampu menggantikan ion tembaga dari larutan tembaga sulfat dengan mendesak ion tembaga untuk mengalami reaksi reduksi.
9. Emas merupakan unsur yang sangat mudah mengalami reduksi.
10. Perkembangan reaksi redoks bermula dari pengikatan dan pelepasan oksigen.

Bab1 KOROSI SEBAGAI REAKSI REDOKS



Sumber:industri22egi.blogspot.com

Rantai besi mulai keropos karena mengalami pengkaratan

Content:

- 1.1 Definisi dan Ciri Korosi
- 1.2 Proses dan Penyebab
- 1.3 Dampak dan Penanganan
- 1.4 Kearifan Lokal

Alokasi waktu:
2 ×45 menit

Apa tujuan mempelajari bab ini?

Kalian dapat mengidentifikasi reaksi redoks pada fenomena korosi dan Kalian dapat mengidentifikasi penerapan konsep reaksi redoks dalam kegunaannya mencegah korosi melalui kegiatan pemecahan masalah dengan benar.

Tidak ada materi yang bersifat kekal. Suatu materi pasti dapat rapuh. Kerapuhan materi tersebut bergantung pada kondisi fisik dari materi itu sendiri serta kondisi alam (lingkungannya). Oleh karenanya semua materi yang ada tentu dapat mengalami kerapuhan, baik materi lunak maupun materi keras.

Kertas dapat robek, kayu dapat lapuk termakan usia, bahkan batu yang keras sekalipun dapat terkikis oleh air. Hal serupa terjadi pula pada materi kimia berupa logam. Kalian tentu mengetahui bagaimana kerasnya logam seperti besi misalnya. Bagaimana logam seperti besi dapat menjadi rapuh? Mengapa demikian? Peristiwa apakah yang mampu membuatnya rapuh tak berdaya? Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kerapuhan pada logam? Bagaimana cara mengatasi peristiwa tersebut? Ketahuilah, jawaban-jawaban atas pertanyaan di atas dapat Kalian temukan setelah mempelajari bab ini.

A. BINGKAI BERITA

Dalam bingkai berita ini, Kalian akan mengetahui fakta-fakta yang ada terkait dengan fenomena korosi. **Pemahaman umum mengenai korosi dapat Kalian ketahui melalui pengamatan gambar-gambar di bawah ini.** Perhatikanlah gambar-gambar berikut ini!



Sumber: www.asakoindonesia.com dan pixabay.com

Gambar 1.1
Contoh-Contoh Korosi

Apa yang Kalian pahami terkait potret-potret peristiwa pada gambar 1.1? Perhatikanlah gambar 1.1 di atas! Pernahkah Kalian melihat fenomena serupa dalam kehidupan sehari-hari? Bagaimana apabila kapal yang sedang digunakan berlayar di samudera tidak dalam kondisi fisik yang baik (berkarat), serta peralatan dalam industri yang digunakan dalam kegiatan produksi berkarat pula? Pernahkah terpikir dalam benak Kalian dampak apa yang terjadi akibat fenomena demikian? Untuk memberikan pemahaman atas jawaban pertanyaan tersebut coba cermati berita-berita yang akan disajikan.

Perhatikan cuplikan berita berikut ini!

Harian Pikiran Rakyat, Bandung, Jumat, 18 Februari 2005:

Terjadi ledakan pipa gas di salah satu sumur milik PT. Pertamina Daerah Operasi Hulu Jawa Bagian Barat (DOH-JBB) di Kelurahan Sukamelang, Kabupaten Subang, yang dimungkinkan akibat korosi pada pipa gas yang ada. Pada kejadian itu, dikabarkan tidak terdapat korban jiwa, tetapi warga yang bermukim dekat lokasi menjadi kuatir gas yang bocor akan membahayakan keselamatan mereka, apalagi saat peristiwa terdengar suara ledakan yang sangat keras dan mengeluarkan gemuruh serta asap yang membumbung tinggi.

Harian Media Indonesia, Jakarta, Jumat 13 Mei 2005:

Kebocoran pipa milik PT. Medco E&P terjadi pada tanggal 10 Mei 2005 yang mengakibatkan sebanyak 52 kepala keluarga yang terdiri dari 152 jiwa di Desa Sungai Ibul, Kecamatan Talang Ubi, Muara Enim, terpaksa mengungsi karena rumah mereka kebanjiran minyak mentah yang dimuntahkan oleh pipa sebesar 8 inchi yang bocor. Atas peristiwa tersebut, menurut Hery Setiawan, Kabag Pipa PT. Medco, terdapat 25 barel minyak mentah yang muncrat, namun hal ini disanggah oleh penduduk setempat yang mengatakan bahwa volume minyak yang tumpah lebih dari itu. Lebih lanjut yang bersangkutan mengatakan pipa yang bocor telah berusia 17 tahun dan penyebab kebocoran karena korosi eksternal atau akibat alam.

Di Indonesia, sekitar 20 triliun rupiah diperkirakan hilang percuma tiap tahunnya karena proses korosi, yang meliputi biaya pemeliharaan, penggantian material, jam kerja, dan keuntungan yang hilang akibat produksi yang terhenti, mengecewakan langganan, biaya administrasi, kerugian fisik dan pengobatan akibat kecelakaan.

Sumber:

<http://www.ui.ac.id/id/news/archive/5517>

Kerugian Negara Lain Akibat Korosi

No	Negara	Total Kerugian Korosi Per Tahun	Persentasi	Tahun
			GNP (%)	Survey
1	Amerika Serikat	US\$. 5.5 milyar	2.1	1949
2	India	US\$. 320 juta	-	1960
3	Finlandia	US\$. 54 juta	-	1965
4	Jerman Barat	US\$. 6 milyar	3	1967
5	Inggris	£. 1.365 milyar	3.5	1970
6	Jepang	US\$. 9.2 milyar	1.8	1974
7	Amerika Serikat	US\$. 82.5 milyar	4.2	1975
8	Australia	US\$. 2 milyar	1.5	1982
9	Kuwait	US\$. 1 milyar	5.2	1987
10	Jepang	Yen. 5,258 milyar	1.02	1997
11	Amerika Serikat	US\$. 276 milyar	6.0*	2001

* Terhadap GDP atau Gross Domestic Product

Sumber: ASM International dan Japan National Institute for Materials Science.

Potensi Bisnis Coating Capai 5% dari PDB

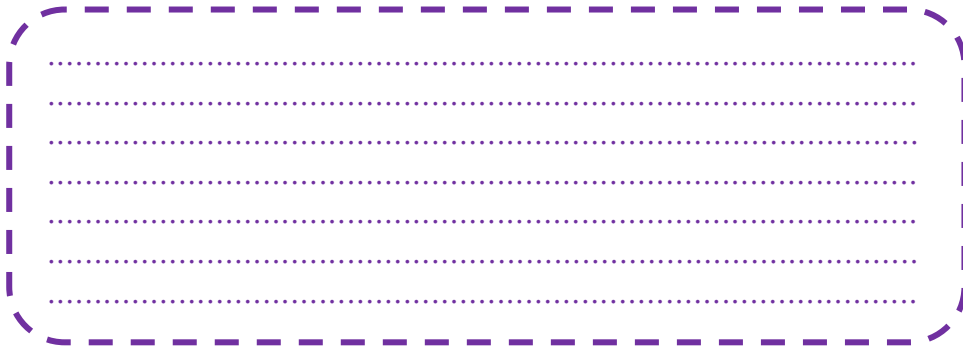
Kamis, 19 Juli 2012 09:53 wib | Sandra Karina - Koran SI

JAKARTA - Potensi bisnis lapisan pelindung (coating) nasional yang berputar saat ini bisa mencapai sekira dua sampai lima persen dari produk domestik bruto (PDB) nasional. Sekjen Asosiasi Coating Indonesia (Ascotindo) Harryawan mengatakan, angka itu berdasarkan potensi kerugian akibat terjadinya korosi di sebuah negara. Inacoat 2012 mencatat, kebutuhan coating di Indonesia mencapai Rp15 triliun.

Sumber:

<http://economy.okezone.com/read/2012/07/19/320/665429/potensi-bisnis-coating-capai-5-dari-pdb>

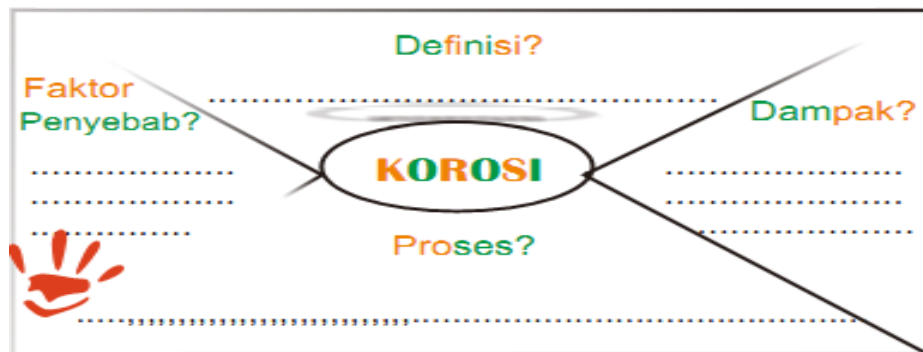
Sudahkah Kalian mencermati dengan seksama mengenai fenomena korosi melalui gambar dan informasi dalam berita? Apa yang dapat Kalian pahami terkait fenomena tersebut? Dapatkah Kalian menuliskan pemahaman yang Kalian peroleh pada lembar berikut?



B. BINGKAI MASALAH

Fenomena korosi merupakan fenomena alam (lingkungan) yang tidak bisa dihindari. Tindakan yang dapat dilakukan hanyalah sebatas memperlambat proses korosi atau mengendalikan laju korosi semata. Pada akhirnya fenomena ini meninggalkan jejak-jejak permasalahan yang harus mampu manusia selesaikan dengan mencari jalan keluar demi melanjutkan kehidupan ke depan.

Berdasarkan pemahaman awal yang telah Kalian peroleh sebelumnya melalui bingkai berita, dapatkah Kalian ungkapkan pertanyaan-pertanyaan kecil yang kini berada dalam pikiran? Mulai dari pertanyaan sederhana saja, misalnya: apa sebenarnya korosi itu? Adakah pertanyaan demikian dalam pikiran Kalian? Kemudian, mengenai proses atau penyebabnya atau mungkin solusi untuk mengatasinya mengingat besar kerugian yang ditimbulkan akibat korosi. Tuliskan pertanyaan-pertanyaan tersebut sebagai rangkaian permasalahan yang akan kita cari tau bersama dalam bab ini.



Baiklah, kini Kalian punya 6 permasalahan yang perlu Kalian temukan jawaban atas permasalahan di atas. Coba temukan jawaban tersebut bersama melalui pembahasan dalam subbab-subbab berikut ini.

A. Peristiwa Alam Korosi

1. Definisi dan Ciri Korosi

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai apa peristiwa korosi itu beserta ciri-cirinya.

Banyak kejadian dalam kehidupan sehari-hari yang melibatkan reaksi kimia, salah satu contohnya adalah fenomena korosi.

Perhatikan kembali contoh-contoh peristiwa korosi pada gambar 1.1 sebelumnya dan gambar 1.2 disamping ini!

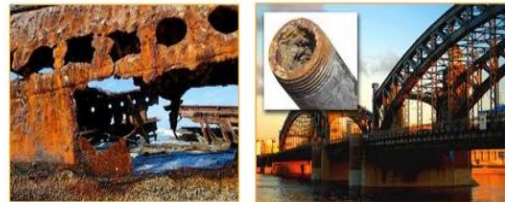
Pernahkah Kalian melihat benda-benda yang terbuat dari logam mengalami peristiwa serupa dengan gambar 1.2 disamping?

Pagar besi rumah, badan kendaraan bermotor, jembatan, dapat pula mengalami nasib yang serupa dengan peristiwa korosi seperti pada gambar.

Kini muncul pertanyaan sederhana, apa sebenarnya korosi itu? Permasalahan pertama yang perlu kita selesaikan bersama. Untuk mendapatkan pemahaman tersebut cobalah ikuti setiap petunjuk yang diberikan melalui analisis masalah berikut ini.

Analisis Masalah

- Perhatikan kembali gambar 1.1-1.2 Adakah hal-hal serupa yang tampak pada ciri fisik gambar satu dengan yang lainnya? Coba tulis ciri-ciri fisik benda pada gambar tersebut dalam tabel yang telah disediakan.
- Perhatikan pula cuplikan berita pada bingkai berita mengenai kebocoran pipa milik PT. Medco E&P, pahami isi berita! Berita tersebut mengungkapkan, "Lebih lanjut yang bersangkutan mengatakan **pipa yang bocor** telah **berusia 17 tahun** dan **penyebab kebocoran karena korosi eksternal atau akibat alam.**" Analisislah kalimat tersebut, coba pahami lebih dalam mengenai maksud dari kalimat.



Sumber: corelita.com dan evanputra.wordpress.com

Gambar 1.2 Mobil dan Jembatan mengalami korosi karena kontak dengan lingkungan

Hasil Analisis

Tulis hasil analisis gambar 1.1-1.2 pada tabel berikut ini.

No	Aspek	Keterangan
1	Contoh benda yang mengalami korosi	
2	Bahan benda	
3	Kondisi benda: - Tampak kokoh/rapuh - Terdapat noda seperti kerak/tidak	
4	Warna noda	
5	Dampak keberadaan noda: merusak/tidak	

Analisis Berita

Pemahaman apa yang Kalian peroleh mengenai peristiwa korosi ketika melakukan analisis pada cuplikan kalimat dalam berita kebocoran pipa milik PT. Medco E&P?

Bagaimana menurutmu, bila kita mengungkapkan bahwa peristiwa korosi merupakan fenomena alam?

Coba diskusikan bersama teman hasil analisis gambar 1.1 dan analisis berita di atas. Kaitkanlah hasil analisis keduanya. Apa yang dapat Kalian simpulkan mengenai peristiwa korosi? Terjadi pada (materi) benda berbahan apa peristiwa korosi itu? Kayu? batu? logam? Bagaimana keadaan benda ketika mengalami korosi? Apakah peristiwa korosi terjadi secara alami atau sengaja dibuat manusia?

Tuliskanlah kesimpulan Kalian di bawah ini:

Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Korosi merupakan fenomena alam kerusakan logam akibat kondisi lingkungannya yang memungkinkan adanya reaksi kimia pembentukan karat. Karat adalah hasil dari peristiwa korosi yang tampak berwarna coklat seperti noda kerak. Peristiwa korosi ini merupakan salah satu contoh reaksi redoks di sekitar kita. Korosi mengakibatkan kerusakan parah pada benda-benda logam seperti: pipa industri, bangunan, jembatan, kapal, kendaraan, dsb. Kita dapat melihat banyak contoh korosi di sekitar kita. Karat pada besi, noda pada perak, dan patina hijau yang terbentuk pada tembaga dan dan kuningan. Akan tetapi, sejauh ini contoh yang paling lazim dari korosi ialah pembentukan karat pada besi.

2. Proses Korosi dan Faktor-Faktor Penyebab Korosi

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai proses berlangsungnya korosi dan penyebab terjadinya korosi.

Taukah Kalian, apakah yang menyebabkan benda-benda logam berkarat? Bukankah di awal telah disebutkan bahwa peristiwa korosi dikarenakan kondisi lingkungannya yang memungkinkan pembentukan karat. Kondisi lingkungan yang bagaimana? Dan prosesnya seperti apa? Kedua hal tersebut akan Kalian temukan dengan mempelajari subbab ini.

Analisis Masalah

Permasalahan:

Bagaimana proses korosi? Dan apa faktor penyebab korosi?

Analisis:

- Perhatikan kembali gambar 1.1-1.2 contoh-contoh peristiwa korosi! Apakah keberadaan benda logam tersebut memungkinkan adanya kontak dengan (lingkungan) udara dan air? Renungkan kembali, apakah benda-benda logam di sekitar Kalian yang berpotensi berkarat memungkinkan adanya kontak dengan udara dan air (lingkungan) pula?
- Perhatikan kembali cuplikan berita pada bingkai berita mengenai kebocoran pipa milik PT. Medco E&P, pahami isi berita! Berita tersebut mengungkapkan, "Lebih lanjut yang bersangkutan mengatakan **pipa yang bocor** telah **berusia 17 tahun** dan **penyebab kebocoran karena korosi eksternal atau akibat alam.**"

- Kaitkan kedua sumber informasi tersebut! Adakah hubungan antara kontak logam dengan udara-air dan maksud kata akibat alam dalam berita? Apakah akibat alam yang dimaksud karena interaksi logam dengan udara ataupun air? Bagaimana menurut Kalian? Setujukah dengan pernyataan tersebut.
- Baiklah, bila Kalian telah meyakini anggapan di atas. Kini kita akan mulai menganalisis reaksi kimia dari korosi.
- Identifikasi komponen yang terlibat dalam korosi. Kaitkan dengan reaksi redoks, mengingat korosi adalah fenomena reaksi tersebut.

Hasil Analisis

Bagaimana hasil analisis Kalian?

Coba tuliskan pada lembar ini:

Faktor penyebab korosi:

faktor alam, yakni kontak logam dengan udara dan air (ya/tidak)*

Komponen yang terlibat dalam korosi:

Benda apa yang mengalami korosi dan komponen apa yang bertindak sebagai agen penyebab korosi? Kesemuanya itu merupakan komponen yang terlibat dalam peristiwa korosi. Dapatkah Kalian menuliskannya di bawah ini:

-
-
-

Keterkaitan komponen dengan reaksi yang berlangsung:

Reaksi yang terjadi adalah oksidasi-reduksi. Masih ingatkah Kalian dengan peristiwa potongan buah apel yang di biarkan dalam udara bebas? Mengalami reaksi apakah si apel? Oksidasi? Reduksi? Reaksi serupa terjadi pula pada logam yang mengalami korosi, adapun komponen lainnya mengalami reaksi berlawanan hingga kedua reaksi oksidasi-reduksi membentuk karat sebagai akibat dari reaksi tersebut.

Logam mengalami reaksi (oksidasi/reduksi)*

Komponen lain mengalami reaksi (oksidasi/reduksi)*

Keterangan: * pilih salah satu jawaban dengan mencoret hal yang tidak perlu.

Kesimpulan:

.....
.....
.....
.....



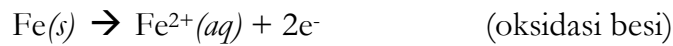
Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

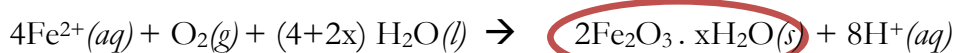
Reaksi yang terlibat dalam peristiwa korosi sebenarnya sangatlah rumit. Akan tetapi dipercaya tahap-tahap utamanya terjadi karena logam mengalami oksidasi, karena kebanyakan logam mudah mengalami reaksi oksidasi oleh oksigen dari udara. Secara kimia peristiwa korosi dapat terjadi karena pengaruh oksigen dan uap air yang terdapat di udara bebas. Proses besi berkarat pada prinsipnya adalah suatu reaksi redoks yang berlangsung di dalam suatu sel terbuka.

Ingat!
Oksigen memiliki nilai potensial reduksi standar yang positif. Hal ini berarti, oksigen merupakan agen pengoksida yang baik.

Logam yang mengalami oksidasi selanjutnya melepaskan elektron. Elektron yang dilepaskan oleh logam ini kemudian mereduksi oksigen di atmosfer menjadi air. Berikut ini adalah reaksi pembentukan karat pada besi:



Perhatikan bahwa reaksi ini terjadi dalam medium asam. Ion H^+ diperoleh dari H_2CO_3 yang terbentuk dari hasil reaksi karbondioksida di atmosfer dengan air. Ion Fe^{2+} yang terbentuk selanjutnya dioksidasi lagi oleh oksigen (mengalami oksidasi kembali) menjadi:



(Chang, 2005: 217)

Karat

Bentuk terhidrasi dari besi (III) oksida inilah yang dikenal sebagai karat.

Adapun reaksi oksidasi lebih lanjut ion Fe^{2+} adalah sebagai berikut:



Korosi logam tidak terbatas hanya pada besi. Kita lihat aluminium, yaitu logam yang digunakan untuk membuat banyak barang berguna, termasuk pesawat udara dan kaleng minuman. Aluminium memiliki kecenderungan jauh lebih besar untuk teroksidasi dibandingkan besi. Ingat kembali deret volta. Nilai potensial reduksi standar aluminium lebih negatif dari besi. Dengan kata lain potensi oksidasi bernilai lebih positif dari besi. Berdasarkan fakta ini saja, kita mungkin akan memperkirakan bahwa pesawat udara perlahan-lahan akan terkorosi dalam badai, dan kaleng minuman berkarbonasi berubah menjadi tumpukan aluminium terkorosi. Proses ini tidak akan terjadi karena lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) tak larut yang terbentuk pada permukaannya ketika logam terpapar ke udara berfungsi melindungi aluminium di bawahnya dari korosi lebih lanjut. Berbeda dengan aluminium, karat yang terbentuk pada permukaan besi terlalu berpori sehingga tidak mampu melindungi logam di bawahnya.

Adapun uang logam dari tembaga dan perak tentu dapat pula terkorosi akan tetapi prosesnya jauh lebih lambat. Demikian pula peralatan makan perak yang bersentuhan bahan makanan akan membentuk lapisan perak sulfida (Ag_2S).



Korosi Besi

- Cara Kerja:**
1. Ambillah 4 botol kaca, kemudian:
 - a. tambahkan 5 mL air suling ke dalam botol kaca 1
 - b. tambahkan 2 gram kristal CaCl_2 kemudian kapas kering ke dalam botol kaca 2.
 - c. tambahkan air yang sudah dididihkan ke dalam botol kaca 3 hingga hampir penuh
 - d. tambahkan kira-kira 10 ml minyak goreng ke dalam botol kaca 4
 2. Amplaslah 4 batang paku besi hingga bersih, kemudian masukkan masing-masing satu ke dalam botol kaca pada prosedur di atas.
 3. Tutup botol kaca 2 dan 3 dengan sumbat karet sampai rapat.
 4. Simpanlah botol-botol kaca tersebut selama 2 hari, kemudian amati apa yang terjadi. Catatlah pengamatannya

Catatan:

1. Kalsium klorida anhidrat (CaCl_2) adalah zat yang bersifat higroskopis (menyerap air), sehingga udara dalam tabung yang mengandung zat itu akan bersifat kering (bebas air).
2. Air yang sudah dididihkan kehilangan oksigen terlarut

Pertanyaan:

1. Apakah botol kaca dimana paku berkarat terdapat oksigen dan air?
2. Apakah botol kaca dimana paku tidak berkarat terdapat oksigen atau air?
3. Tariklah kesimpulan dari percobaan ini!

Coba pula:

Kalian dapat pula mencoba memasukkan paku ke dalam botol kaca yang berisi larutan asam cuka serta memasukkan paku dalam air jeruk. Coba bandingkan hasilnya dengan perlakuan paku dalam air dan paku dalam minyak di atas. Apakah paku dalam larutan asam mengalami korosi? Berikan alasan!

3. Dampak Korosi dan Cara Mengatasi Korosi

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai dampak korosi serta cara mengatasi korosi.

Pada subbab-subbab sebelumnya Kalian tentu telah memahami apa peristiwa korosi, ciri fisik korosi, dan bagaimana peristiwa korosi serta faktor penyebabnya. Dan kini Kalian telah mulai mengenal peristiwa korosi sebagai bentuk dari reaksi redoks alam. Kemudian bagaimanakah keberlanjutan benda-benda yang mengalami korosi?

Pagar rumah, badan kendaraan, jembatan, pipa-pipa industri, dan benda-benda logam lainnya, semua mengalami korosi (pengkaratan), bagaimana kondisi benda tersebut? Dapatkah kesemua benda-benda tersebut digunakan kembali? Jawabannya adalah tentu tidak, terlebih lagi apabila benda mengalami korosi parah. Perawatan terhadap benda bahkan mungkin penggantian benda tentu menjadi pilihan wajib ketika korosi terjadi pada benda-benda tersebut. Permasalahannya adalah berapa besar anggaran dana yang dikeluarkan untuk membayar kerugian yang diderita untuk perawatan ataupun penggantian benda setiap kali korosi terjadi dalam setiap tahunnya dengan skala nasional? Dan akibat apa yang akan terjadi ketika benda-benda vital tersebut menjadi rapuh? Tentu tak hanya sekedar kerugian material saja, melainkan keselamatan pengguna menjadi taruhannya pula.

Seperti yang telah dijabarkan pada subbab-subbab sebelumnya, peristiwa korosi tidak mungkin dihindari. Peristiwa korosi pasti akan terjadi, yang dapat dilakukan hanyalah mengendalikan laju korosi. Dengan apa kita mengendalikan laju korosi? Dan bagaimanakah caranya? Kedua permasalahan tersebut akan Kalian temukan jawabannya dengan mempelajari subbab ini.

Berdasarkan permasalahan korosi yang ada, mari kita coba temukan jawaban atas permasalahan di atas. Sebelumnya, mari kita pahami dampak yang ditimbulkan dari korosi melalui cuplikan berita pada bingkai berita yang telah disajikan sebelumnya. Ikutilah petunjuk dalam tahap analisis masalah berikut ini.

Analisis Masalah

a. Dampak Korosi

- Perhatikan kembali cuplikan berita pada bingkai berita! Bacalah dengan seksama!
- Dampak negatif apa yang ditimbulkan? Apakah peristiwa korosi memberikan kerugian? Kerugian material atau immaterial? Atau mungkin keduanya?
- Dapatkah Kalian merumuskan dampak-dampak yang ditimbulkan dari peristiwa korosi melalui berita tersebut?

b. Solusi

Bila Kalian telah merumuskan dampak-dampak korosi, mari kita cari tau solusi untuk mengatasi korosi. Untuk mengetahuinya jawablah pertanyaan berikut.

- Apa yang Kalian ketahui tentang korosi?
 - Korosi merupakan reaksi redoks
 - Terdapat suatu deret unsur yang menunjukkan nilai potensial unsur untuk mengalami oksidasi maupun reduksi. Nilai potensial tersebut tentu berbeda-beda.
- Renungkan kembali dua informasi di atas. Adakah hubungannya antara reaksi redoks dengan nilai potensial oksidasi dan nilai potensial reduksi unsur yang berbeda-beda? Apakah nilai potensial berpengaruh terhadap keberlangsungan reaksi redoks? Uraikan penjelasamu! Apakah pengendalian korosi dapat dilakukan dengan bantuan deret volta? Perhatikan kembali berita potensi bisnis coating. Hubungkanlah/kaitkan!

Hasil Analisis

Tuliskan rumusan dampak-dampak korosi dari cuplikan berita dalam lembar berikut ini.



Tulis hasil analisis solusi Kalian pada lembar ini. Perhatikan dan cermati pula informasi key note yang terletak disamping kanan-kiri kolom berikut ini untuk membantu Kalian menemukan jawabannya.

Key note:Kemampuan (potensi) setiap unsur berbeda-beda. Unsur tersebut punya kecenderungan masing-masing untuk melakukan reduksi maupun oksidasi. Deret volta inilah yang menunjukkan potensial masing-masing unsur.

Adakah hubungan keberlangsungan reaksi redoks dengan deret volta?berikan alasan Kalian!

.....
.....
.....

Apakah pengendalian korosi dapat dilakukan melalui bantuan deret volta?berikan alasannya!

.....
.....
.....

Unsur dapat dilindungi unsur lain bila potensi unsur lain lebih besar. Besi cenderung mengalami oksidasi. Unsur apakah yang lebih berpotensi besar mengalami oksidasi dibanding dengan besi?

Kesimpulan:.....
.....
.....
.....



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Sejumlah metode telah dirancang untuk melindungi logam dari korosi. Kebanyakan metode ini bertujuan mencegah pembentukan karat. Pencegahan pembentukan karat ini merupakan upaya pengendalian korosi.

Berikut ini adalah beberapa cara melindungi logam dari proses korosi pada umumnya.

a. Menutup permukaan logam

Menutup permukaan logam berarti menghindarkan kontak antara permukaan logam dengan oksigen dan uap air, sehingga proses korosi tidak dapat terjadi. Menutup permukaan logam dapat dilakukan dengan mengecat logam tersebut, mengoleskan lemak atau oli atau minyak, atau melapisi dengan logam lain (proses penyepuhan). Kalian tentu mengetahui bahwa air dengan oli atau minyak tidak dapat menyatu dengan air. Inilah tujuan dari pelapisan logam dengan oli/minyak yakni untuk menghindari kontak secara langsung dengan air maupun udara, mengingat air bersifat polar sedangkan minyak/oli bersifat non polar.

Adapun pelapisan besi dengan logam lain umumnya memanfaatkan logam-logam yang potensi oksidasinya lebih rendah dari besi (lebih besar potensi reduksinya). Fungsinya hanya sebatas melindungi besi selama lapisan tersebut utuh, dan ketika lapisan terkelupas/tergores justru akan mendorong atau mempercepat korosi mengingat logam yang digunakan memiliki potensi reduksi yang lebih baik dari besi. Contohnya adalah tin plating (pelapisan dengan timah) pada proses pembuatan kaleng-kaleng kemasan.

b. Melindungi katoda (Perlindungan Katodik)

Logam dapat juga dilindungi terhadap korosi, jika dilapisi dengan logam yang lebih mudah mengalami oksidasi. Salah satu contoh adalah seng yang kita kenal sehari-hari untuk atap rumah, seng tersebut terbuat dari lembaran besi tipis yang dilapisi dengan logam seng tipis. Seng lebih

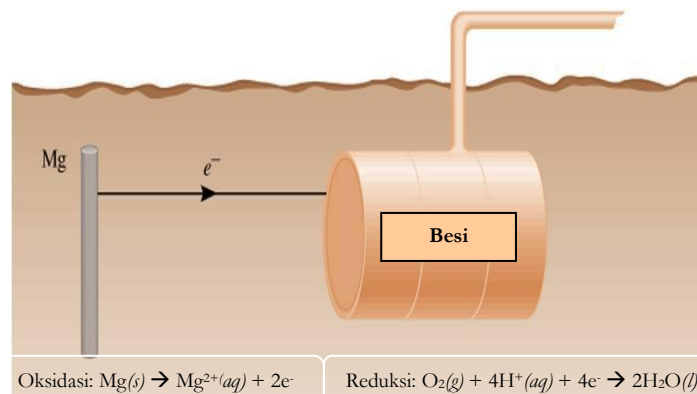


Sumber:
sainsforhuman.blogspot.com
tsffarmasiunsoed2012.wordpress.com

Gambar 1.3 pengecatan logam dilakukan guna mencegah korosi

mudah dioksidasi sehingga seng dengan udara yang lembab yang mengandung uap air dan CO₂ membentuk seng karbonat basa yang rapat sekali sehingga dapat melindungi besi dari korosi.

Selain itu cara ini dapat juga digunakan untuk melindungi pipa besi untuk air atau minyak yang ditanam dalam tanah terhadap proses korosi. Untuk mencegah korosi pada pipa besi ini maka logam yang lebih aktif dari besi misalnya Mg ditanam dekat pipa besi tersebut lalu dihubungkan dengan kawat. Maka logam Mg akan berfungsi sebagai anoda dan mengalami oksidasi dan permukaan besi berfungsi sebagai katoda. Besi baru akan berkarat bila semua logam Mg telah habis teroksidasi, tetapi dalam jangka waktu tertentu Mg yang sudah mengalami oksidasi dapat diganti sehingga dengan demikian pipa yang terbuat dari besi itu akan terlindung dari korosi. Perhatikanlah gambar 1.4 dibawah ini.



Sumber: lindrakimapasca.wordpress.com

Gambar 1.4
Perlindungan Katodik oleh magnesium

Pemanfaatan logam lain yang lebih berpotensi mengalami oksidasi tidak hanya melalui teknik perlindungan katodik, melainkan juga dengan pencampuran logam dan pasivasi.

c. Pencampuran logam

Kecenderungan besi teroksidasi jauh berkurang bila dicampurkan dengan logam tertentu (dengan potensi oksidasi lebih besar). Contohnya pada baja anti karat (campuran besi dan kromium), terbentuk lapisan kromium oksida yang melindungi besi dari korosi.

d. Pasivasi

Permukaan logam besi dapat dibuat tidak aktif dengan proses pasivasi. Suatu lapisan tipis oksida akan terbentuk ketika logam direaksikan dengan zat pengoksidasi kuat seperti asam nitrat pekat/ larutan natrium kromat sering ditambahkan pada sistem pendingin dan radiator untuk mencegah pembentukan karat lewat mekanisme yang sama.

Baiklah, sekarang tentu Kalian telah mengerti upaya penanganan/pencegahan korosi. Umumnya berbagai metode yang telah dirancang dalam upaya penanganan/pencegahan korosi tak lepas kaitannya dengan pemanfaatan potensi oksidasi-reduksi dari masing-masing unsur. Masih ingatkah Kalian dengan cuplikan berita Potensi Bisnis *Coating*? Apa sebenarnya bisnis *coating* itu? Menurut Kalian adakah hubungan bisnis *coating* dengan metode penanganan yang telah kita pelajari?

Nah, ternyata fenomena korosi tidak hanya membawa dampak negatif saja, akan tetapi secara bersamaan fenomena korosi ini memberikan dampak positif pula. Apa dampak positifnya? Cermati kembali isi berita potensi bisnis *coating*. Secara tidak langsung, kerugian yang ditimbulkan oleh peristiwa korosi ini memberikan potensi bisnis berupa penanganan/pencegahan korosi. Bahkan berdasarkan berita diketahui kebutuhan *coating* dalam upaya penanganan/pencegahan korosi di Indonesia mencapai Rp15 triliun. Bukankah hal ini merupakan lahan subur untuk bidang perekonomian? Bagaimana menurut Kalian?

4. Kearifan Lokal Budaya sebagai Penangan Korosi

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai kearifan lokal sebagai penanganan korosi.

Kalian tentu tahu, bahwa negara kita Indonesia dikenal dengan beragam suku dan budaya. Keberagaman suku dan budaya tersebut tersebar di segala penjuru wilayah Indonesia. Berbagai suku dan budaya yang berbeda ini membuat kekayaan tersendiri yang begitu berharga yang tidak bisa dinilai dengan apapun. Perhatikanlah gambar 1.5, gambar 1.5 di samping merupakan ilustrasi ragam suku dan budaya di Indonesia.



Gambar 1.5
Ragam suku dan budaya

Kaitannya dengan budaya, Kalian tentu pernah mendengar bahwa Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota yang telah dikenal secara meluas akan kental nuansa budayanya. Kota budaya ini memiliki Kraton Yogyakarta yang menjadi identitas keistimewaannya. Perhatikan gambar disamping, gambar 1.6 tersebut merupakan Kraton Yogyakarta.



Sumber: rudisony.wordpress.com

Gambar 1.6
Kraton Yogyakarta

Kraton Yogyakarta selanjutnya menjadi salah satu lokasi wisata terkenal yang terletak di pusat kota Yogyakarta. Ketika berkunjung ke lokasi wisata tersebut, Kalian akan melihat berbagai macam koleksi benda bersejarah yang tersimpan di dalamnya. Koleksi-koleksi tersebut tersimpan dengan rapi dan dalam keadaan yang masih baik.

Nah, dari berbagai macam koleksi tersebut, pernahkah Kalian melihat benda seperti pada gambar 1.7 dibawah ini? Dan pernahkah terbesit dalam benak Kalian bagaimanakah perawatan terhadap benda tersebut?



Gambar 1.7
Benda koleksi Kraton

Sumber: www.aktual.co

Benda-benda tersebut merupakan benda yang memiliki nilai sejarah, yang tentunya patut untuk mendapatkan pemeliharaan yang baik. Pemeliharaan terhadap koleksi benda sejarah ini dilakukan guna mencegah terjadinya kerusakan akibat faktor alami dan dalam rangka pelestarian. Kemudian bagaimanakah kebiasaan pihak Kraton Yogyakarta dalam melakukan perawatannya? Dengan cara apa dan bagaimana? Apakah cara perawatan benda-benda tersebut memiliki keterkaitan dengan disiplin ilmu kimia? Kesemua pertanyaan di atas akan Kalian temukan jawabannya setelah mempelajari subbab ini.

Nah, taukah Kalian? Kraton Yogyakarta ternyata punya cara tersendiri dalam perawatan koleksi benda bersejarah. Cara tersebut menjadi kebiasaan/budaya yang hingga saat ini senantiasa dilestarikan. Budaya perawatan koleksi Kraton tersebut merupakan warisan budaya dari nenek moyang. Apakah sekarang Kalian mulai bertanya-tanya mengenai budaya Kraton dalam perawatan benda-benda koleksinya? Seperti apa dan bagaimana prosesinya? Berikut ini adalah uraian lebih lanjutnya.

Setiap tahunnya, Kraton Yogyakarta akan selalu mengadakan upacara tradisional dalam upaya perawatan benda-benda koleksinya. Suatu upacara tradisional untuk memandikan benda-benda pusaka ini dikenal dengan jamanan. Upacara tradisional jamanan ini merupakan suatu aspek budaya yang senantiasa dilestarikan di kalangan keluarga Kraton

Yogyakarta. Jamasan terhadap benda-benda koleksi Kraton dilakukan pada kereta dan keris.

Perhatikan cuplikan berita ini!

Jamasan terhadap benda pusaka adalah menggunakan bahan-bahan yang mengandung nilai ilmiah. Keris misalnya, keris dibasahi dengan air dan digosok dengan jeruk nipis secara perlahan. Setelah bersih diberi warangan baru dari arsenikum dan digosok dengan berbagai sarana dan terakhir keris diberi minyak cendana.

Untuk lebih rincinya perhatikan uraian dalam berita berikut ini.

Kedaulatan Rakyat, Yogyakarta.

Minggu, 27 April 1997

KR-Pametri Wiji Selenggarakan Jamasan

....

Mengenai proses penjasaman sendiri menurut RM Soepono selaku Ketua Umum Pametri Wiji (pakar jamasan), jamasan Kraton Ngayogyakartaadingningrat menggunakan cara dan teknik tradisional. Meski demikian bahan-bahan yang digunakan dipikirkan bahan-bahan yang terbaik. Keris pusaka yang sudah teramat kotor akan diputihkan atau dipethak dengan jalan dibersihkan dengan jeruk nipis, sebelumnya direndam dalam air kelapa gading. Air kelapa gading ini menurut Ir Arumbinang M.Sc dipilih karena air jenis ini mempunyai reaksi yang kuat terhadap karat dan tidak merusak besi. Sementara, jeruk nipis dipilih lantaran daya pelarutnya yang kuat, disamping daya pembersihnya.

Memang ada bahan pengganti seperti asam, pace dan sebagainya, tetapi jeruk nipis tidak bisa digantikan, masih tetap yang paling cocok. Setelah proses pemutihan yang kerap dilakukan dalam malam hari, besi dikeringkan. Proses pemutihan ini bisa berlangsung sehari-hari, bahkan bisa berminggu-minggu, tergantung kotor tidaknya keris. Inilah yang menyebabkan proses jamasan berlangsung lama. Setelah proses pemutihan selesai, keris ini kemudian diolesi warangan. Perlu dipahami bahwa tidak

setiap tahun keris diberi warangan. Menurut mungkin 8 tahun sekali atau melihat keadaan pamor. Sebab bila setiap tahun diwarangi besi akan cepat keropos termakan warangan yang di dalam kimianya disebut sebagai Arsenikum.

Analisis

Baiklah, kini Kalian telah mengenal satu budaya Kraton Yogyakarta dalam pemeliharaan benda-benda koleksinya, khususnya dalam perawatan benda pusaka keris. Menurut Kalian, adakah keterkaitan cara penjamasan keris dengan disiplin ilmu kimia? Apakah cara jamasan tersebut mengandung penerapan dari ilmu kimia? Untuk mengetahuinya mari kita analisis bersama melalui pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

- Jamasan dilakukan terhadap benda apa berdasar cuplikan berita sebelumnya?
- Tebuat dari bahan apakah benda pusaka yang mengalami jamasan?
- Mengapa benda tersebut dijamasi?
- Apakah tujuan dari jamasan?
- Dengan media apa sajakah prosesi jamasan?
- Bagaimanakah sifat media/bahan yang digunakan dalam prosesi jamasan keris?
- Adakah kaitannya fungsi bahan tersebut dengan pengetahuan ilmiah?
- Cobalah kaji melalui disiplin ilmu kimia. Adakah keterkaitan prosesi jamasan dengan upaya penanganan korosi pada sebilah keris?

Renungkan kembali jawaban-jawaban atas pertanyaan di atas. Apa yang dapat Kalian simpulkan?

Kesimpulan

.....
.....
.....

Pemahaman apa yang Kalian dapatkan? Coba cek pemahaman Kalian serta perluas pemahaman melalui *concept check* berikut ini.



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Salah satu upaya Kraton Yogyakarta untuk tetap menghargai benda-benda peninggalan sejarah seperti keris ditujukan dengan cara melakukan perawatan dan pelestarian benda pusaka. Keris sebagai salah satu benda pusaka misalnya, perawatannya tidak sekedar disimpan di gedung pusaka Kraton, akan tetapi setiap hari jum'at selalu dibersihkan. Bahkan lebih dari itu setiap tahun Kraton Yogyakarta selalu mengadakan upacara tradisional untuk memandikan benda-benda pusaka yang disebut dengan jamasan. Proses menyelenggarakan upacara tradisional jamasan merupakan suatu aspek budaya yang dilestarikan di kalangan keluarga Kraton Yogyakarta.

Proses menjamas pusaka adalah proses merawat dan menjaga pusaka hingga tetap bebas dari karat hingga terjaga dari kerusakan. Proses merawat pusaka ini mulai dari proses membersihkan dari karat/mutih, mewarangi, hingga meminyaki dan memberi wewangian pada pusaka. Keseluruhan proses ini disebut proses Jamasan Pusaka. Berikut ini uraian proses dari jamasan.

1. Mutih (Pembersihan Karat)

Syarat mutlak agar bilah keris bisa diwarangi dengan baik, adalah bilah keris harus diputih/dibersihkan dengan baik terlebih dulu, setelah terlebih dulu dibersihkan dari berbagai noda, kotoran atau karatnya, termasuk warangan yang terdahulu/lama. Cara membersihkan keris tersebut dikenal dengan “mutih”. Salah satu cara tradisional mutih adalah:

- a. Bilah keris direndam dalam air kelapa tua (asam lemah) ataupun air jeruk nipis selama beberapa hari, bergantung kadar kotoran dan karatnya. Perendaman berguna menghilangkan kotoran serta karat sampai ke pori keris.

- b. Gosok bilah dengan jeruk nipis sehingga menjadi putih keperakan
- c. Dengan sikat halus, gosok keris yang telah dimandikan tadi dengan air lerak.
- d. Setelah benar-benar bersih, keringkan bilah keris dengan menggunakan kain bersih ke seluruh bagian bilah keris.
- e. Keris yang telah kering disiram dengan air bersih dan keringkan kembali seperti sebelumnya.

2. Mewarangi (Memberikan pelindung korosi)

Keris yang bagus sesuai fungsinya sebagai senjata adalah tidak mudah patah atau bengkok. Ini juga merupakan hasil evolusi-progresif dari para pandai besi. Mereka melakukan mixing atas berbagai jenis logam, setidaknya besi, baja dan logam lain. Sadar akan kelemahan masing-masing logam, maka dibuat percobaan mencampur berbagai jenis logam untuk menghasilkan senjata yang unggul dari sisi material.

Baja yang keras, tajam, namun getas (mudah patah), diapit oleh logam lain yang lentur (seperti lapisan besi lunak dan nikel) untuk menutupi kelemahan baja yang keras dan mudah patah tersebut. Karena susunan berlapis itu keris memiliki keistimewaan lain, lapisan besi lunak dan nikel menimbulkan konfigurasi yang indah dan itulah yang disebut 'pamor'.

Proses mewarangi adalah pemberian campuran zat arsenikum dengan asam sitrat (jeruk nipis) ke keseluruhan bilah keris. Arsenik itu sendiri merupakan zat beracun yang berguna untuk membantu mengawetkan logam keris. Arsenik adalah suatu unsur kimia metaloid (semilogam) golongan VA, berwujud bubuk putih, tanpa warna dan bau. Bentuk arsenik yang terkenal adalah As_2O_3 , atau arsen trioksida atau warangan. Warangan ini bentuknya berupa bubuk berwarna putih yang larut dalam air.

Arsenikum yang dicampur asam sitrat akan bereaksi sebagai senyawa kimiawi anti korosi pada besi. Selain itu, cairan warangan(arsenikum) yang sudah bereaksi dengan asam akan merubah warna keris menjadi kehitaman. Sehingga alur pamor akan lebih tampak dengan tampilan putih keabu-abuan karena jenis unsur logam bahan pamor seperti unsur Nikel, Zink, Phospor, Alumunium yang terkandung tidak bereaksi terhadap warangan dan tidak berubah warnanya. Sedang besi akan menjadi hitam. Setelah diwarangi alur pamor akan lebih tampak kontras bisa dibedakan oleh penglihatan, lihatlah gambar 1.8 di atas.



Sumber: www.pasopatiyuningrat.com

Gambar 1.8
Perubahan keris ketika
dijamas

3. Pemberian minyak

Tujuan pemberian minyak tidak lain adalah untuk melindungi keris dari proses korosi. Minyak mampu menghindarkan kontak besi dengan air, mengingat air dan minyak tidak dapat bercampur.

Dengan demikian dapat kita simpulkan bersama bahwa tradisi jamasan ini merupakan upaya pemeliharaan benda koleksi dari kerusakan alam (peristiwa korosi).



Pembersihan Karat

Pada subbab sebelumnya Kalian telah mengenal kearifan lokal sebagai penanganan korosi. Pada bagian ini Kalian bisa membuktikan secara mandiri proses pembersihan karat melalui jamasan. Cobalah selidiki berapa lama waktu perendaman logam dalam air kelapa yang diperlukan dalam pembersihan karat melalui *science Investigation* berikut.

Tujuan: Mengetahui lama waktu perendaman logam di air kelapa (asam lemah) terhadap keberhasilan pembersihan karat

Alat dan Bahan: Paku berkarat Botol kaca
Air kelapa Air
Jeruk nipis Kain/tisu pengering

- Cara Kerja:**
1. Siapkan 3 paku berkarat dengan tingkat karat yang relatif sama.
 2. Masukkan masing-masing paku ke dalam botol kaca yang telah berisi air kelapa.
 3. Beri label 1,2, dan 3 untuk masing-masing botol kaca.
 4. Rendam logam berkarat dalam air kelapa dengan waktu yang berbeda-beda. Rendam paku dalam botol pertama selama 1 hari, rendam paku dalam botol kedua selama dua hari, dan rendam paku dalam botol ketiga selama tiga hari
 5. Bila paku telah memenuhi waktu rendam yang telah ditentukan, gosok paku dengan jeruk nipis, bilas dan keringkan.
 6. Catat hasil pembersihan karat dengan waktu perendaman yang berbeda tersebut. Paku manakah yang lebih bersih?
 7. Coba temukan jawaban mengapa larutan asam dapat mengikis/menghilangkan karat melalui web.

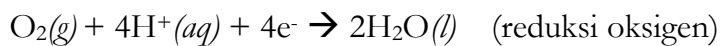
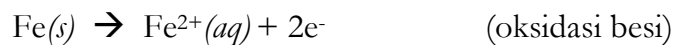
Kalian dapat pula membandingkan hasil percobaan dengan penggunaan air jeruk nipis (asam) dalam proses perendaman.

Rangkuman

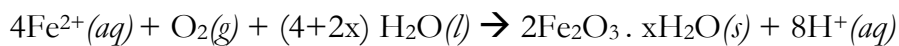


Korosi merupakan peristiwa kerusakan logam akibat kondisi lingkungan yang memungkinkan adanya reaksi kimia pembentukan karat. Korosi logam tidak terbatas hanya pada besi. Kita dapat melihat banyak contoh korosi di sekitar kita. Karat pada besi, noda pada perak, dan patina hijau yang terbentuk pada tembaga dan kuningan. Akan tetapi, sejauh ini contoh yang paling lazim dari korosi ialah pembentukan karat pada besi.

Peristiwa korosi ini merupakan salah satu contoh reaksi redoks di sekitar kita. Secara kimia peristiwa korosi dapat terjadi karena pengaruh oksigen dan uap air yang terdapat di udara bebas. Bermula dari logam yang mengalami oksidasi selanjutnya melepaskan elektron. Elektron yang dilepaskan oleh logam ini kemudian mereduksi oksigen di atmosfer menjadi air. Berikut ini adalah reaksi pembentukan karat pada besi:



Ion Fe^{2+} yang terbentuk selanjutnya dioksidasi lagi oleh oksigen (mengalami oksidasi kembali) menjadi:



Bentuk terhidrasi dari besi (III) oksida inilah yang dikenal sebagai karat.

Peristiwa korosi ini tentu memberikan permasalahan dalam kehidupan manusia. Kerugian material maupun non material diderita akibat peristiwa ini. Berbagai cara telah dirancang untuk melindungi logam dari korosi. Kesemua cara perlindungan logam dari korosi ini pada dasarnya dengan menghindari kontak langsung logam dengan udara dan uap air baik itu melalui pelapisan maupun pemanfaatan logam lain berdasarkan potensial reduksi dan oksidasinya.



A. Berbasis Masalah

Analisislah sebuah permasalahan berikut ini. Jawablah pertanyaan-pertanyaan yang diberikan serta kaitkan untuk membantu Kalian menemukan jawaban atas permasalahan yang diberikan.

Mengapa korosi terjadi? Bagaimanakah Kalian menjawab pertanyaan sederhana tersebut? Orang awam mungkin mampu menjawabnya secara umum, dan Kalian tentu lebih mampu mengungkapkan alasannya melalui disiplin ilmu kimia. Coba kita analisis bersama permasalahan tersebut pada subbab ini.

Analisis Masalah

Masalah: Mengapa korosi terjadi?

Analisis: Kaitkan pemahaman Kalian mengenai subbab sebelumnya untuk mengetahui jawaban atas permasalahan di atas. Adakah satu benang merah penghubungnya? Apa yang Kalian pahami dari peristiwa korosi? Adakah kaitannya peristiwa korosi dengan reaksi kimia? Apakah peristiwa korosi merupakan bentuk dari reaksi kimia alam? Terjadi secara serta merta (secara alami) atautkah perlu diberikan perlakuan khusus dari manusia untuk mendukung terjadinya peristiwa korosi? Pada kondisi lingkungan yang bagaimana peristiwa korosi ini terjadi? Dapatkah Kalian menarik kesimpulan dari jawaban-jawaban atas pertanyaan di atas?

Hasil dan Kesimpulan:

.....

.....

.....

.....

.....

B. Benar atau Salah



Benar ataukah salah pernyataan berikut ini dan berikanlah alasannya.

1. Peristiwa korosi hanya terjadi pada besi. (B/S)
2. Korosi merupakan bentuk reaksi spontan. (B/S)
3. Karat pada besi terjadi karena besi mengalami reduksi. (B/S)
4. Logam magnesium dan seng tidak dapat digunakan untuk melindungi besi dari peristiwa korosi. (B/S)
5. Tradisi budaya Kraton yang bertujuan membersihkan dan mencegah karat pada benda koleksinya dikenal dengan Jemasan. (B/S)

C. Essay

1. Mengapa oksigen dapat menjadi agen pengoksidasi yang sangat baik? Jelaskan!
2. Mengapa perkakas baja, termasuk mur dan baut sering dilapisi dengan lapisan tipis kadmium? Jelaskan fungsi lapisan kadmium!
3. “Besi tergalvanisasi” merupakan baja yang dilapisi seng. Adapun kaleng terbuat dari lembaran baja yang dilapisi dengan timah. Bahaslah fungsi pelapisan tersebut! Apa perbedaan kedua pelapis baja apabila terkelupas?
4. Mengapa pesawat terbang, peralatan dapur serta kaleng minuman yang terbuat dari logam aluminium tidak mudah mengalami korosi meski logam aluminium memiliki kecenderungan jauh lebih besar untuk teroksidasi dibandingkan besi?
5. Mengapa lingkungan asam mampu mendukung proses keberlangsungan korosi? Jelaskan!

.....Sukses.....

Indikator Penguasaan Materi

Setelah mengerjakan evaluasi bab 1, Kalian dapat mengetahui persentase penguasaan materi berdasarkan petunjuk berikut ini:

A. Soal Berbasis Masalah

Kisi-Kisi	Skor
Uraian bahwa korosi merupakan reaksi redoks spontan serta uraian keterkaitan reaksis redoks spontan dengan keberlangsungan reaksi.	5
Penjabaran tentang kondisi lingkungan yang memungkinkan korosi melalui: <ul style="list-style-type: none">- penjelasan faktor penyebab korosi- sifat logam dan sifat agen penyebab korosi- uraian keterkaitan sifat logam dan agen penyebab korosi dengan proses korosi	3 3 4

Skor = jumlah total skor berdasarkan kisi-kisi jawaban, misal a.

$$\text{Skor} = a$$

B. Soal Benar atau Salah

Skor = jumlah jawaban benar \times 2, misal b.

$$\text{Skor} = b$$

C. Soal Essay

Skor = jumlah jawaban benar \times 3, misal c.

$$\text{Skor} = c$$

Skor akhir = jumlah total skor

$$\text{Skor akhir} = \frac{a+b+c}{5} \times 10$$

$$\% \text{ persentase penguasaan materi} = \frac{\text{skor akhir} \times 100\%}{100}$$

Jika persentase yang Kalian peroleh $\geq 75\%$, maka Kalian dapat mempelajari materi selanjutnya. Namun jika persentase yang Anda peroleh $< 75\%$, silahkan pelajari kembali materi ini.

Bab 2 PENERAPAN REDOKS DALAM ELEKTROKIMIA

Alokasi waktu:
4×45 menit



Kecantikan dan kemewahan kamera berlapis emas

Sumber: www.bersosial.com

Perhatikan kembali gambar di atas! Betapa cantiknya kamera berlapis emas tersebut. Taukah Kalian bagaimana proses pelapisan kamera menggunakan emas tersebut? Nah, ternyata kamera berlapis emas tersebut merupakan salah satu contoh produk penyepuhan atau dalam dunia kimia dikenal dengan *electroplating*. Penyepuhan ini merupakan bentuk aplikasi dari reaksi redoks dalam bidang elektrokimia. Bagaimana prosesnya akan Kalian ketahui dengan mempelajari bab ini. Dalam bab ini kalian akan mempelajari penerapan reaksi redoks dalam bidang elektrokimia, salah satunya proses penyepuhan.

Content: Elektrokimia, Sel Volta dan Elektrolisis dalam Kehidupan.

Apa yang akan Kalian pelajari dalam bab ini?

Kalian dapat mengidentifikasi penerapan konsep reaksi redoks dalam sistem elektrokimia yang melibatkan energi listrik serta mengungkapkan pemahaman terkait reaksi redoks dalam sel elektrolisis melalui kegiatan pemecahan masalah dengan benar.

I. Bidang Elektrokimia

Elektrokimia adalah cabang ilmu kimia yang berkenaan dengan interkonversi energi listrik dan energi kimia. Proses elektrokimia adalah reaksi redoks (oksidasi-reduksi) dimana dalam reaksi ini energi yang dilepas oleh reaksi spontan (reaksi redoks yang berlangsung serta merta) diubah menjadi listrik atau dimana energi listrik digunakan agar reaksi redoks yang nonspontan bisa terjadi.

Kegiatan 1

Identifikasi contoh elektrokimia

Cari tau, apakah peristiwa korosi merupakan salah satu contoh proses elektrokimia?

Jawablah pertanyaan berikut ini!

- Apa maksud dari reaksi redoks spontan (sertamerta) dan nonspontan?
- Peristiwa korosi merupakan contoh reaksi redoks spontan atau nonspontan?
- Mengapa demikian? Apa alasanmu?

Reaksi redoks dibedakan menjadi dua, yakni reaksi redoks spontan dan reaksi redoks nonspontan. Keduanya merupakan contoh proses elektrokimia. Apa arti elektrokimia bila dilihat dari suku kata penyusunnya? Coba hubungkan arti kata *elektro* dan *kimia* dengan definisi proses elektrokimia yang telah diuraikan sebelumnya. Apa yang dapat Kalian simpulkan?

Elektro dapat kita artikan sebagai listrik mengingat listrik merupakan perpindahan elektron. Adapun kimia merupakan kajian terhadap materi dan perubahannya atau dengan kata lain dapat diartikan sebagai reaksi. Jadi lebih mudahnya, elektrokimia dapat diartikan sebagai proses perubahan energi kimia (dari reaksi) menjadi listrik yang dikenal dengan reaksi redoks spontan ataupun perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Dengan demikian akan kita ketahui dengan jelas maksud reaksi spontan dan nonspontan.

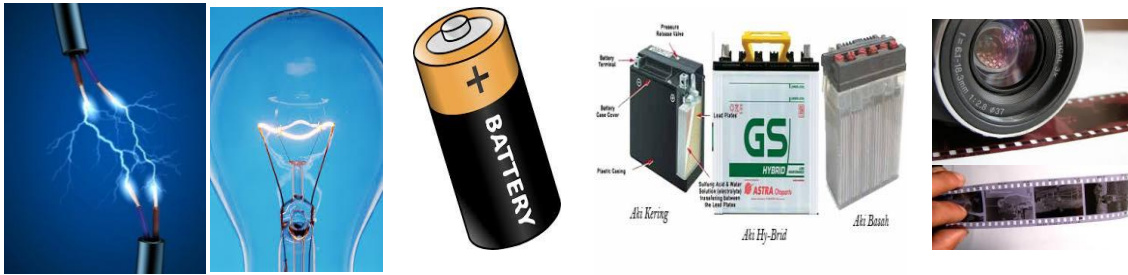
Reaksi redoks spontan merupakan reaksi redoks yang berlangsung serta merta yang selanjutnya menghasilkan energi listrik. Tempat berlangsungnya reaksi ini dikenal dengan sel volta. Peristiwa korosi yang telah Kalian pelajari merupakan salah satu contoh reaksi redoks yang berlangsung dalam sistem/sel volta. Listrik yang dihasilkan dari peristiwa ini adalah akibat adanya perpindahan elektronnya melalui suatu penghantar. Adapun reaksi redoks non spontan merupakan reaksi redoks yang hanya akan terjadi dengan bantuan energi listrik untuk dapat mengalami reaksi. Reaksi tidak berlangsung serta merta. Proses elektrokimia untuk reaksi non spontan dikenal dengan elektrolisis. Adapun tempat berlangsungnya dikenal dengan sel elektrolisis. Pada subbab ini Kalian akan mempelajari konsep elektrolisis dan sel volta.

II. Reaksi Redoks Spontan dalam Kehidupan

A. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari ternyata kita sering menjumpai penerapan-penerapan ilmu pengetahuan, salah satunya penerapan dari disiplin ilmu kimia. Penerapan ilmu pengetahuan tersebut memberikan manfaat tersendiri yang mempermudah aktivitas manusia. Pada subbab ini Kalian akan mengenali dan memahami penerapan kimia salah satunya yakni penerapan sel volta.

Untuk mengawalinya, mari kita kenali empat contoh gambar berikut ini.



- a. arus listrik pada kabel dan lampu b. baterai c. aki d. Negatif film

Sumber:
www.tribunnews.com
cariartikel.com
www.freepik.com

Gambar 2.1
Contoh Penerapan reaksi redoks spontan

Perhatikan gambar di atas. Kalian tentu tidak asing lagi dengan benda-benda tersebut. Lampu dapat menyala karena aliran listrik. Baterai mampu menjadi sumber listrik bagi peralatan elektronika seperti kamera, handphone, dll sehingga memudahkan manusia dalam penggunaan benda-benda elektronika dimanapun dan kapanpun. Adapun aki merupakan komponen penting kendaraan yang diperlukan untuk mencatu arus pada dinamo starter kendaraan. Mesin kendaraan dapat dihidupkan dengan mudah melalui starter, hal ini karena sumber arus yang dihasilkan dari *accumulator* (aki).

Nah, ternyata ketiga contoh tersebut memberikan informasi sumber energi listrik yang digunakan sebagai produk yang dihasilkan untuk pemanfaatan dalam kehidupan manusia. Apakah kalian tahu bagaimana arus listrik dapat dihasilkan? Pada bab sebelumnya Kalian telah belajar banyak tentang redoks. Apakah hubungan reaksi redoks dengan arus listrik? Apakah reaksi redoks berpotensi menghasilkan arus listrik? Jawabannya adalah iya. Reaksi redoks spontan memiliki potensi sumber arus listrik. Tetapi bagaimana agar potensi tersebut dikembangkan untuk menghasilkan sumber listrik akan Kalian pelajari nanti. Kini Kalian akan pelajari terlebih dahulu reaksi redoks spontan dan contohnya, selain peristiwa korosi sebagai bentuk reaksi redoks spontan yang telah kalian pelajari sebelumnya.

Reaksi redoks spontan dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Selain fenomena alam peristiwa korosi yang merupakan reaksi redoks spontan, ternyata kita dapat menjumpai reaksi redoks spontan yang dibuat sengaja untuk memberikan manfaat kepada manusia. Apa contoh penerapan reaksi redoks spontan tersebut? Untuk mengawalinya, perhatikan contoh gambar sebelumnya (halaman 45) yakni gambar keempat. Kalian tentu pernah mengenal film negatif bukan? Film negatif yang dihasilkan dari kamera konvensional untuk menghasilkan foto hitam putih. Bagaimana proses pembuatan film negatif tersebut? Apakah ada kaitannya dengan kimia? Jawabannya akan Kalian temukan setelah mempelajari subbab-subbab berikut ini.



B. Bingkai Berita

Sektor kreatif Indonesia memiliki banyak sekali bidang salah satunya bidang fotografi. Di acara Pekan Produk Kreatif Indonesia (PPKI) 2013 ini ada persembahan untuk para pelaku di bidang fotografi di Indonesia yang bernama Anugerah Fotografi Indonesia. Acara ini memberikan award kepada beberapa fotografer berprestasi yang mewakili bidangnya masing-masing. Ada 5 kategori yang dipilih pemenangnya. Adapun setiap diberikan oleh Mari Elka Pangestu, selaku Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif kepada setiap pemenang.

Sumber: pekankreatif.com/.../penghargaan-untuk-dunia-foto.

Fotografi merupakan bidang kreatif yang menghasilkan gambar foto yang memiliki nilai seni melalui jepretan-jepretan kameranya. Nah, berdasarkan cuplikan berita di atas kini Kalian tahu bahwa bidang tersebut ternyata mendapatkan apresiasi yang luar biasa. Penghargaan terhadap bidang tersebut tentu memberikan ketertarikan kepada pembaca mengenai fotografi.

Oleh karenanya untuk memberikan tambahan informasi, berikut ini adalah informasi terkait fotografi konvensional atau fotografi yang menggunakan kamera konvensional.

Pada umumnya untuk kamera konvensional, setelah kita melakukan pemotretan, tidak langsung menghasilkan foto, tetapi baru tahap penyinaran film saja. Oleh karena itu, film yang sudah disinari harus diproses lagi menjadi negatif dalam suatu kegiatan yang disebut mencuci film

Teknik mencuci film pada umumnya sama untuk semua jenis film, baik film hitam putih maupun film berwarna. Perbedaannya hanya terletak pada bahan yang digunakan seperti kertas film. Film sendiri adalah campuran perak bromida dengan larutan perak dalam gelatin yang disebut emulsi dan dituangkan di atas selluloid.

Sumber: Nababan, Wilson. 1997. *Wiraswasta Cuci Cetak Foto Hitam Putih*. Jakarta:puspa Swara.

C. Bingkai Masalah

Sudahkah Kalian membaca cuplikan berita sebelumnya? Informasi apa yang Kalian dapatkan? Apakah benar cuplikan berita tersebut mengungkapkan bahwa perak bromida (AgBr) sebagai komponen penyusun film? Apakah hal tersebut berarti ada proses kimia dalam teknik mencuci film hitam putih? Apakah Kalian sependapat? Bila iya, kini muncul pertanyaan-pertanyaan terkait dengan teknik mencuci film hitam putih tersebut. Hal-hal apa yang tidak Kalian ketahui terkait teknik mencuci film yang kini menjadi pertanyaan dalam benak Kalian? Dapatkah Kalian menuliskan pada tabel di bawah ini.

Aspek	Pertanyaan
1. Keterkaitan dengan kimia	1.
2. Proses cuci film	2.
3.	3.

Baiklah, kini Kalian memiliki pertanyaan yang akan kita selesaikan bersama dalam pembahasan subbab berikut ini.

D. Teknik Mencuci Film Hitam Putih sebagai Bentuk Reaksi Redoks Spontan

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman teknik mencuci film hitam putih.

Kamera foto adalah salah satu sarana untuk mengabadikan sesuatu benda sebagai dokumentasi dan kenangan di kemudian hari, seperti foto keluarga, pernikahan, pemandangan, dll. Oleh karena itu, peranan foto sangat penting artinya untuk memenuhi kebutuhan manusia. Saat ini, kita bisa menggunakan kamera digital untuk mengabadikan *moment* dan melihat hasilnya dengan mudah pada layar kamera. Proses mencetak gambarnya pun sangatlah mudah dengan bantuan komputer. Tetapi bagaimana dengan kamera konvensional? Nah, tahukah Kalian bagaimana proses cuci film hitam putih untuk menghasilkan film negatif dari kamera konvensional? Pada subbab ini kita akan bersama-sama mengetahui jawabannya. Untuk mengawalinya, coba lakukanlah analisis masalah terlebih dahulu mengikuti petunjuk yang diberikan.

Analisis Masalah

Permasalahan:

”Adakah keterkaitan proses cuci film dengan kimia? Bagaimana keterkaitannya?”
“Bagaimana pula proses cuci film tersebut?”

Analisis:

1. Fakta apa saja yang diketahui dari cuplikan berita kedua? Identifikasilah!
2. Perhatikan Key note disamping, cermatilah! Hubungkan informasi poin 1 dengan informasi key note. Adakah keterkaitannya?
 - a. Apakah dalam fakta berita disebutkan bahwa pemotretan adalah tahap penyinaran (tahap awal)? Dan tahap akhir yakni film negatif dihasilkan dengan cuci film terlebih dahulu? Menurut Kalian apakah film negatif menghasilkan bayangan nyata (gambar hitam yang membentuk obyek)? Bila iya, coba kita kaitkan dengan info key note. Apabila negatif merupakan bayangan nyata obyek yang dihasilkan dari pemotretan. Apakah tahap awal yakni penyinaran merupakan proses membentuk bayangan semu? Bagaimana menurutmu? Jelaskan!
 - b. Proses (reaksi) apa yang memungkinkan terjadinya perubahan AgBr menjadi Ag(s) padatan? Perhatikan biloks awal dan akhir Ag!

KEY NOTE:
Mencuci film adalah suatu proses perubahan perak bromida menjadi perak logam pada emulsi film, sehingga bayangan semu menjadi nyata.

Hasil Analisis

Tuliskan hasil Analisis Kalian dalam lembar ini.

1. Identifikasi Fakta Berita

- a.
- b.
- c.

2. Identifikasi Keterkaitan

Pembentuk bayangan semu terjadi pada proses

Bayangan nyata yang dihasilkan dalam bentuk

Proses perubahan AgBr menjadi Ag(s) padatan adalah

Alasan:

-
-
-



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Pada hakikatnya, fotografi merupakan teknik untuk menghasilkan gambar yang tahan lama melalui suatu reaksi kimia yang terjadi, ketika cahaya menyentuh permukaan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Fotografi memiliki tiga prinsip, yaitu cahaya, optik dan kimia (*light, optic and chemistry*). Dengan ketiga prinsip tersebut proses fotografi ini dapat bekerja secara maksimal. Berikut ini penjabarannya. *Light* atau cahaya merupakan syarat utama bekerjanya prinsip fotografi, tanpa cahaya tidak mungkin suatu objek dapat dilihat oleh mata. *Optics* diartikan sebagai serangkaian sistem lensa adalah sarana untuk proses menangkap objek yang terlihat oleh mata. Kemudian *chemistry* dalam dunia fotografi diartikan sebagai proses kimiawi guna memunculkan gambar atau proses cetak/cuci-cetak film/*print processing*.

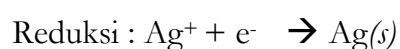
Pada fotografi digital maupun konvensional memiliki prinsip yang sama yaitu membuat gambar ditangkap oleh sel-sel elektronis peka cahaya. Untuk fotografi konvensional, gambar ditangkap oleh film dan terjadi reaksi fotokimia. Setelah proses pencucian dan pencetakan baru dapat dilihat hasilnya. Sedangkan pada fotografi digital, hasil pemotretan dapat langsung dilihat di layar meski tanpa melalui proses cuci cetak terlebih dahulu.

Pada proses cuci dan cetak film hitam putih, ternyata ada reaksi kimia, yakni reaksi oksidasi dan reduksi. Berikut ini adalah tahapan fotografi konvensional dalam menghasilkan negatif film.

1. Tahap pemotretan (penyinaran film)

Pada teknik fotografi konvensional atau hitam putih, digunakan sebuah film yang digunakan untuk menghasilkan foto. Film adalah campuran mikrokristal perak bromida dengan larutan perak nitrat dalam glatin yang disebut emulsi dan dituangkan di atas selluloid. Proses pengambilan gambar melalui pemotretan dilakukan terlebih dahulu.

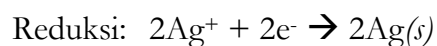
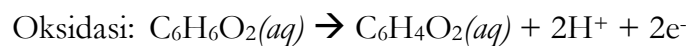
Ketika pemotretan, cahaya yang dipantulkan dari obyek yang difoto akan melewati lensa dan kemudian difokuskan pada mikrokristal AgBr yang terdapat dalam film. Cahaya tersebut selanjutnya menyebabkan banyak ion bromida dalam mikrokristal AgBr mengalami oksidasi, mentransfer elektron ke ion perak sehingga mengalami reduksi menjadi atom perak buram. Semakin banyak cahaya yang diterima oleh mikrokristal, semakin besar jumlah atom perak buram terbentuk. Dengan cara ini, gambar fotografi disandikan membentuk bayangan semu dari terbentuknya atom perak.



Tahap ini dikenal dengan proses penyinaran film. Oleh karenanya, film yang telah disinari selanjutnya harus diproses lagi untuk menjadi negatif (menghasilkan bayangan nyata) dalam suatu kegiatan yang disebut mencuci film.

2. Tahap mencuci film

Proses penyinaran film ternyata tidak cukup mampu membentuk gambar yang terlihat, dengan kata lain hanya mampu membentuk bayangan semu. Oleh karenanya, untuk membuat gambar terlihat (membentuk bayangan nyata) pada film, fotografer menempatkan film dalam wadah gelap (ruangan gelap tanpa cahaya) untuk menghindari paparan lebih lanjut dari cahaya. Kemudian film diberi perlakuan penambahan zat pereduksi seperti hidroquinon ($C_6H_4(OH)_2$) untuk mendukung proses reaksi redoks dalam upaya menghasilkan perak logam hitam yang membentuk bayangan nyata. Berikut ini adalah persamaan reaksinya.



Hidroquinon atau dalam dunia fotografi dikenal dengan cairan pengembang ini bertindak sebagai zat pereduksi. Adapun butir-butir yang tidak teraktifkan pada bagian yang tidak terkena cahaya tidak terpengaruh. Hal ini kemudian menghasilkan bayangan foto.

3. Tahap Penghentian

Proses reaksi redoks selanjutnya dihentikan untuk mencegah pengembangan bayangan lebih lanjut. Proses ini dilakukan dengan menambahkan natrium tiosulfat. Ion tiosulfat akan mengikat ion perak untuk membentuk garam larut dalam air. Dengan demikian reaksi redoks ion perak bersama hidroquinon dapat dihentikan.

4. Tahap menetapkan (mengawetkan)

Tahap ini merupakan proses menetapkan gambar hitam yang sudah nyata menjadi negatif, sehingga tidak berubah apabila terkena cahaya. Proses ini dapat dilakukan dengan bantuan asam asetat.

5. Tahap Akhir

Tahap ini meliputi pembilasan dan pengeringan. Pembilasan dilakukan untuk membersihkan sisa-sisa zat kimia agar tidak menimbulkan noda yang dapat merusak film. Adapun pengeringan dilakukan dengan menggantungkan rangkaian film memanjang ke bawah di tempat yang sejuk dan berangin.

E. Reaksi Redoks Spontan dalam Sel Volta

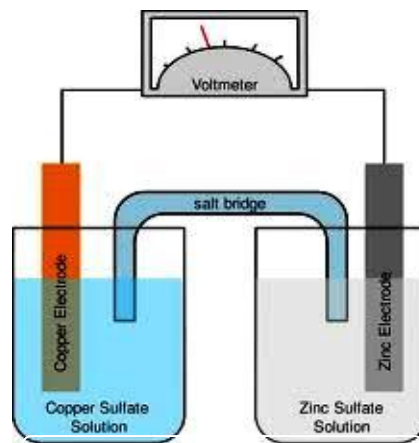
Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai reaksi redoks dalam sel volta.

Pada materi sebelumnya Kalian telah mengenal contoh reaksi redoks spontan di alam maupun reaksi redoks spontan dalam penerapan fotografi. Kedua reaksi redoks tersebut memberikan informasi terjadinya transfer elektron sebagai bentuk reaksinya. Elektron-elektron dari zat pereduksi ditransfer langsung ke zat pengoksidasi. Namun jika kita memisahkan secara fisik zat pereduksi dan zat pengoksidasi, transfer elektron dapat berlangsung lewat medium penghantar eksternal (kawat logam). Sewaktu reaksi berlangsung, kawat mengalirkan elektron secara konstan sehingga menghasilkan listrik. Dengan demikian reaksi redoks spontan berpotensi untuk menghasilkan arus listrik melalui suatu sistem yang memungkinkan elektron mengalir melalui kawat penghantar, mengingat arus listrik merupakan aliran elektron melalui kawat penghantar. Pertanyaan selanjutnya adalah sistem/peralatan apa yang memungkinkan?

Tahukah Kalian, seorang ilmuwan kimia berhasil menemukan sistem/peralatan percobaan untuk menghasilkan listrik dengan memanfaatkan reaksi redoks. Peralatan percobaan tersebut dikenal dengan nama sel volta/sel galvanik. Versi awal dari sel volta ini ditemukan oleh ilmuwan Alessandro Volta.

1. Susunan Sel Volta

Perhatikan gambar dibawah ini!



Sumber: esdikimia.wordpress.com

Gambar 2.2
Sel Volta

Gambar tersebut merupakan sebuah sel volta. Bagaimana susunan sel volta? Dapatkah Kalian identifikasi komponen penyusun sel volta? Coba tuliskan komponen-komponen penyusun sel volta berdasarkan gambar.

- Komponen Penyusun Sel Volta: a.
 b.
 c.
 d.
 e.

Baiklah, sudahkah Kalian menuliskan komponen penyusun sel volta? Mari kita coba temukan jawabannya bersama. Point 1 dan 2, oleh karena reaksi yang terjadi dalam sel volta adalah redoks tentu Kalian mengetahui komponen apa yang harus ada dalam sel volta. Poin 3 dan 4, oleh karena sel volta memungkinkan terjadinya transfer elektron tidak langsung maka kita perlu suatu medium. Akan tetapi tak hanya 1 medium sebagai penghantarnya tetapi juga medium sebagai perantara yang mendukung keberlangsungan reaksi logam padatan dengan senyawa dalam larutan yang dipisahkan secara fisik misalnya. Perhatikan gambar kembali! Point kelima adalah satu medium sebagai jembatan yang mampu menetralkan muatan.

Nah, bagaimana dengan sekarang? Sudahkah Kalian memiliki gambaran umum mengenai sel volta dan komponen penyusunnya? Kini Kalian dapat melakukan kroscek pemahaman dan memperluasnya pemahaman sel volta melalui concept check berikut ini.



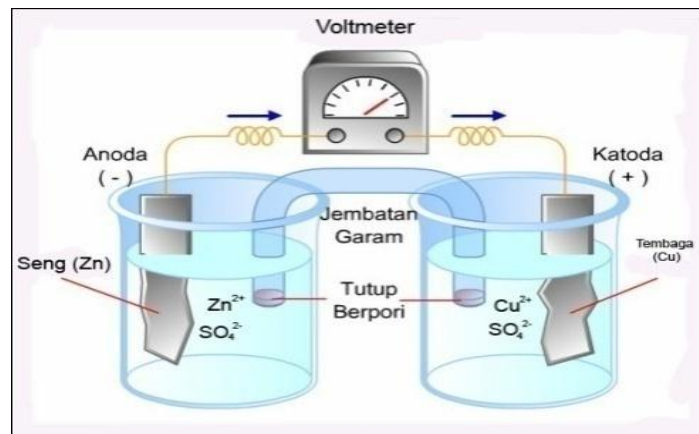
Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Sel volta merupakan rangkaian sistem yang berperan dalam mengupayakan sumber arus listrik melalui pemanfaatan reaksi redoks. Oleh karena basis reaksi yang terjadi adalah reaksi redoks, tentu saja dalam sel volta haruslah terdapat oksidator (zat pengoksidasi) dan reduktor (zat pereduksi). Dalam sel volta, reduktor dan oksidatornya dipisahkan sehingga diperlukan suatu penghantar serta larutan elektrolit untuk membantu prosesnya. Medium yang membantu ini bergabung dengan reaktan membentuk sel daniel yang meliputi elektroda dan larutan elektrolit.

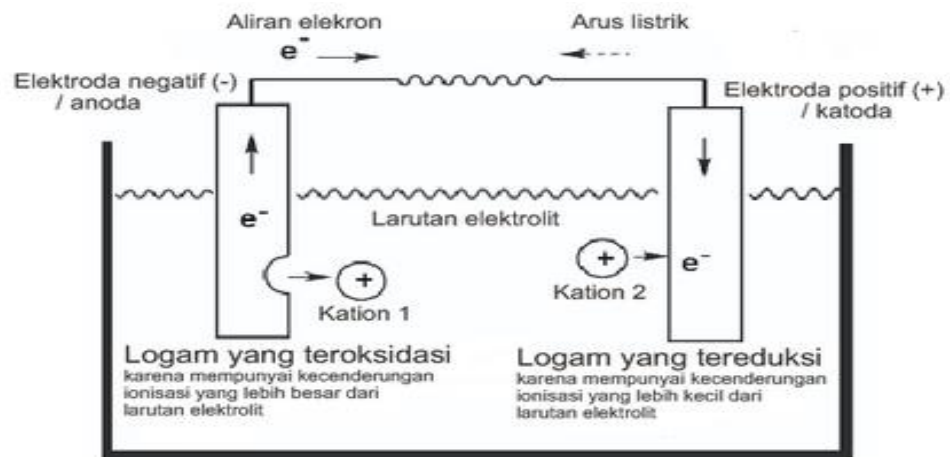
Satu lagi yang tidak boleh ketinggalan dalam sel volta, yakni suatu medium sebagai jembatan dalam menetralkan kelebihan muatan yang dikenal dengan jembatan garam yaitu berupa larutan garam. Jembatan garam harus senantiasa terdapat dalam sel volta, oleh karena tidak akan ada arus listrik yang dapat diukur tanpa kehadiran jembatan garam tersebut. Untuk lebih jelasnya mengenai sel volta dan prinsip kerjanya, perhatikan uraian berikut ini melalui contoh reaksi antara logam zink dengan larutan tembaga (II) sulfat.

Jika zink dimasukkan ke dalam larutan ion tembaga II (larutan CuSO_4), akan terjadi reaksi redoks tetapi tidak ada arus listrik karena tidak ada aliran elektron melalui kawat penghantar. Ion-ion Cu^{2+} secara langsung datang ke permukaan logam zink mengambil dua elektron, lalu mengendap. Berbeda dengan sel volta yang memungkinkan transfer elektron tidak langsung, reduktor dan oksidatornya dipisahkan sehingga elektron dapat mengalir melalui kawat penghantar. Sebagai contoh susunan sel volta dapat dilihat pada gambar, yaitu reaksi zink dengan ion Cu^{2+} .



Sumber: kimia.upi.edu

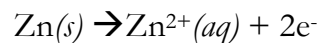
Gambar 2.3 Proses Sel Volta



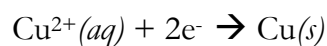
Sumber: mediabelajaronline.blogspot.com

Gambar 2.4 Proses Sel Volta

Pada rangkaian tersebut (gambar 2.3), logam zink dicelupkan dalam larutan yang mengandung ion Zn^{2+} sementara sepotong logam tembaga dicelupkan dalam larutan ion Cu^{2+} . Logam zink akan larut sambil melepas dua elektron.



Elektron yang dibebaskan tidak memasuki larutan tetapi tertinggal pada logam zink itu. Elektron tersebut selanjutnya akan mengalir ke logam tembaga melalui kawat penghantar. Ion Cu^{2+} dalam larutan selanjutnya akan mengambil elektron dari logam tembaga kemudian mengendap.



Dengan demikian, rangkaian tersebut dapat menghasilkan aliran elektron (listrik). Akan tetapi bersamaan dengan melarutnya logam zink, larutan dalam labu A menjadi bermuatan positif, mengingat logam zink yang larut melepas elektron membentuk Zn^{2+} (ion positif). Hal ini tentu akan menghambat pelarutan logam zink selanjutnya. Sementara itu, larutan dalam labu B akan bermuatan negatif seiring dengan mengendapnya ion Cu^{2+} , karena dalam larutan akan mengandung banyak ion SO_4^{2-} dari larutan $CuSO_4$. Hal tersebut selanjutnya juga menahan pengendapan ion Cu^{2+} . Jadi aliran elektron

yang disebutkan di atas tidak akan berkelanjutan. Untuk menetralkan muatan listriknya, kedua larutan dihubungkan dengan suatu jembatan garam, yaitu larutan garam (seperti NaCl atau KNO₃) dalam agar-agar. Ion-ion negatif dari jembatan garam akan bergerak ke labu A untuk menetralkan kelebihan ion Zn²⁺, sedangkan ion-ion positif akan bergerak ke labu B untuk menetralkan kelebihan ion SO₄²⁻. Pada kenyataannya, tidak ada arus listrik yang dapat diukur tanpa kehadiran jembatan garam tersebut. Jembatan garam melengkapi rangkaian tersebut sehingga menjadi suatu rangkaian tertutup.

Ingat!
Katoda (+)
Anoda (-)

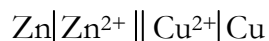
Logam zink dan tembaga yang menjadi kutub-kutub listrik pada rangkaian sel volta di atas disebut elektroda. Secara definisi, elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda. Adapun elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi disebut katoda. Oleh karena oksidasi adalah pelepasan elektron, maka anoda adalah kutub negatif, sedangkan katoda sebagai kutub positif. Pada sel volta tersebut, anoda adalah logam zink dan katoda adalah tembaga.

2. Notasi Sel Volta

Susunan suatu sel volta dinyatakan dengan suatu notasi singkat yang disebut diagram sel. Diagram sel ini menggambarkan reaksi redoks yang terjadi. Secara umum:

Oksidasi || Reduksi

Untuk contoh sebelumnya diagram selnya dinyatakan sebagai berikut.



Dua garis sejajar yang memisahkan reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katode menyatakan jembatan garam. Adapun garis tunggal menyatakan batas antarfase (Zn padatan, sedangkan Zn²⁺ dalam larutan; Cu²⁺ dalam larutan, sedangkan Cu padatan)

III. Elektrolisis dalam Kehidupan

A. Pendahuluan

Kesenian merupakan bidang kajian estetika yang menampilkan karya dengan pesona keindahan yang mampu memanjakan indera mata. Beragam kesenian di Indonesia tersebar dalam wilayahnya. Tak terkecuali Daerah Istimewa Yogyakarta.



Sumber: beautifulindonesias.blogspot.com

Yogyakarta tetap istimewa, satu kalimat sederhana yang bermakna. Keistimewaannya tidak hanya karena kota ini termashur akan nuansa budayanya yang begitu kental tetapi juga melekat didalamnya kesenian. Seni dan budaya tak ubahnya berpadu menjadi satu kesatuan identitas Kota Yogyakarta. Apabila Kalian mulai memasuki wilayah Kota Yogyakarta bagian timur, Kalian akan menemukan satu tempat lain yang patut menjadi pilihan wisata setelah Kraton Yogyakarta.

Kotagede, Siapa yang tidak mengenalnya? Kotagede merupakan satu tempat sentra kerajinan perak. Beragam kerajinan perak yang diolah menjadi beragam bentuk melalui beragam cara dihasilkan dari tempat yang berlokasi 10 km dari pusat Kota Yogyakarta. Pernahkah Kalian melihat hasil kerajinan perak seperti berikut ini?



Sumber: www.batasnusa.com & travelblog.ticktab.com

Gambar 2.5
Contoh kerajinan perak

Kemewahan kerajinan-kerajinan perak yang ditawarkan oleh wilayah Kotagede ini tentu memikat hati pengunjunnya. Coba perhatikan gambar 2.6 di bawah ini, bagaimana dengan hasil berikut ini?



Gambar 2.6
a. Bingkai foto berlapis perak
b. peralatan dapur berlapis perak

Bagaimana nilai seni dibandingkan hasil kerajinan perak sebelumnya. Apakah Kalian sependapat bahwa keduanya memiliki nilai seni yang tinggi. Gambar tersebut juga merupakan hasil pengolahan perak yang dimanfaatkan dalam bidang kesenian. Perbedaannya hanyalah terletak pada kedudukan perak.

Nah, ternyata perak tidak hanya dapat dibentuk menjadi kerajinan-kerajinan cantik melainkan perak dapat pula digunakan sebagai bahan pendukung untuk mempercantik benda (memperbaiki penampilan benda). Coba perhatikan kembali gambar di atas, betapa cantiknya peralatan dapur berlapis perak tersebut. Menurut kalian, apakah ada kaitannya prinsip-prinsip penggunaan perak sebagai benda bernilai seni tersebut dengan disiplin ilmu kimia? Apakah cara yang digunakan menggunakan penerapan dari ilmu kimia? Jawabannya akan Kalian ketahui setelah mempelajari bab ini.



B. Bingkai Berita

Kotagede Yogyakarta, Sentra Pengrajin Perak
6 Januari 2012

Kotagede yang berada 10km dari pusat kota Yogyakarta pernah menjadi saksi sejarah kerajaan Mataram Islam. Sejak zaman dahulu penduduk asli Kotagede Yogyakarta memiliki keahlian dalam membuat ukiran kayu dan emas. Tidak heran jika kemudian Kotagede menjadi sentra kerajinan perak yang indah dan terkenal luas hingga mancanegara.

Perak dari Kotagede diminati banyak orang karena mempertahankan cara pembuatan yang serba manual. Dalam pembuatan benda/perhiasan perak, langkah pertama yang dikerjakan perajin adalah membuat rancangannya terlebih dahulu. Gambar dipindahkan dalam cetakan. Bahan dasar berupa kuningan atau tembaga dituang dalam cetakan setelah itu di palis atau dilapisi dengan perak melalui proses penyepuhan. Langkah-langkah tersebut tidak sama untuk setiap produk. Ada beberapa barang yang dibuat dengan cara berbeda.

Sumber: KotagedeSilver.com

C. Bingkai Masalah

Di awal bab telah disajikan sebuah berita mengenai kerajinan perak di Kota Yogyakarta. Kini Kalian telah mengetahui secara umum bagaimana cara pembuatan kerajinan perak tersebut. Nah, ternyata Kerajinan perak Kotagede senantiasa mempertahankan cara manual yang dibuat langsung melalui tangan perajin. Salah satu tahapan dalam kerajinan perak yang dipaparkan sebelumnya adalah proses penyepuhan. Permasalahannya sekarang adalah apa penyepuhan itu? Apa yang Kalian ketahui mengenai penyepuhan? Apakah Kalian memiliki pemahaman terkait dengan penyepuhan? Bila tidak, tentu ada berbagai macam pertanyaan-pertanyaan dalam benak Kalian mengenai penyepuhan. Dapatkah Kalian identifikasi permasalahan terkait dengan penyepuhan? Kalian dapat memulainya dari pertanyaan sederhana seperti yang telah dikemukakan di atas yakni apa sebenarnya penyepuhan itu.

Cobalah Kalian tulis pada lembar ini.

Aspek	Pertanyaan
1. Definisi/Konsep	1. Apa penyepuhan itu?
2. Keterkaitan dengan disiplin ilmu	2. Apakah.....
3. Cara	3. Bagaimana
4. Proses berlangsung	4. Bagaimana.....
5.	5.

Baiklah, kini Kalian temukan beberapa permasalahan yang akan kita temukan jawabannya dengan mempelajari subbab-subbab selanjutnya. Siapkah Kalian?

D. Konsep Dasar Elektrolisis

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai konsep dasar elektrolisis.

Apa penyepuhan itu sebenarnya akan Kalian temukan jawabannya pada subbab ini. Taukah Kalian? Proses penyepuhan ternyata merupakan penerapan dari salah satu disiplin ilmu sains, lebih tepatnya disiplin ilmu kimia. Dalam ilmu kimia penyepuhan dikenal sebagai *elektroplating*, penerapan elektrolisis yang merupakan bentuk dari proses elektrokimia. Oleh karenanya, pada subbab ini Kalian akan memahami konsep dasar elektrolisis terlebih dahulu.

Ingat!

Katoda

(-)

Anoda

(+) 

Elektrolisis merupakan salah satu bentuk proses elektrokimia. Apa elektrolisis itu? Peristiwa penguraian larutan maupun lelehan elektrolit oleh arus searah disebut dengan elektrolisis. Apabila suatu larutan ataupun lelehan elektrolit tersebut dialiri oleh arus searah hingga terjadi reaksi kimia, inilah yang dikatakan peristiwa elektrolisis. Energi listrik ini digunakan untuk membantu agar reaksi redoks non spontan dapat terjadi. Adapun sistem sel atau tempat berlangsungnya elektrolisis dikenal sebagai sel elektrolitik. Sel elektrolitik ini terdiri dari sebuah wadah, elektrode, larutan ataupun lelehan elektrolit, serta sumber arus searah. Arus searah tersebut akan memasuki sel elektrolitik melalui kutub negatif (katoda). Lebih lanjut, spesi tertentu dalam larutan menyerap elektron dari katoda dan mengalami reduksi. Sementara itu spesi lain melepas elektron di anoda mengalami reaksi oksidasi.

E. Reaksi-Reaksi Elektrolisis

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai reaksi-reaksi elektrolisis.

Masih ingatkah Kalian dengan Deret Volta? Oleh karena potensi reduksi dan potensi oksidasi unsur berbeda-beda, tentunya hal ini kemudian mempengaruhi reaksi-reaksi yang terjadi dalam elektrolisis. Berikut ini adalah konsekuensinya.

a. Reaksi-Reaksi di Katoda (Reduksi)

Perhatikan deret ini!

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, H₂O, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb,
H, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Untuk mengetahui unsur apa saja yang mampu mengalami reaksi reduksi dalam katoda, jawablah pertanyaan berikut ini!

- Bagaimana nilai potensial reduksi dari kiri ke kanan (Li-Au)?
- Dalam fasa apakah senyawa elektrolit yang akan mengalami elektrolisis? Padatan? Gas? Larutan? Lelehan?

- Bandingkan nilai potensial reduksi unsur dengan nilai potensial reduksi air? Unsur-unsur apakah yang lebih berpotensi mengalami reduksi dibanding dengan air?

Hasil dan Kesimpulan

.....

.....

.....

.....



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Masih ingatkah Kalian dengan sifat logam? Logam memiliki kecenderungan untuk mengalami oksidasi. Adapun reaksi pada katoda merupakan reaksi reduksi. Oleh karenanya, reaksinya tidak bergantung pada elektroda (logamnya). Reaksi katoda bergantung pada jenis kation dalam larutan. Jika kation berasal dari logam-logam aktif (logam golongan IA, IIA, Al, atau Mn), yaitu logam-logam yang potensial standar reduksinya lebih kecil (lebih negatif dari pada air), maka air yang mengalami reduksi oleh karena potensi air untuk mengalami reduksi lebih besar dibanding dengan kation dari unsur tersebut. Sebaliknya, kation selain yang disebutkan di atas akan tereduksi. Perhatikan deret volta, oleh karena potensi reduksi semakin ke kanan semakin besar, hal ini berarti unsur-unsur yang berada di sebelah kiri air memiliki potensi reduksi rendah dari air.

Berbeda lagi apabila senyawa elektrolit dalam bentuk lelehan. Lelehan elektrolit hanya mengandung sedikit air sebagai pelarutnya. Dengan kata lain jumlah zat terlarut jauh lebih banyak dibanding dengan kandungan air dalam lelehan, sehingga untuk logam-logam aktif golongan IA, IIA, Al, Mn yang semula dalam bentuk larutan tidak mengalami reduksi dalam lelehan ini unsur-unsur tersebut mampu mengalami reduksi dan bukan lagi air yang mengalami reduksi.

b. Reaksi-Reaksi di Anoda (Oksidasi)

Reaksi yang terjadi di anoda merupakan oksidasi. Oleh karenanya logam yang menjadi elektroda anoda tentu saja dapat bereaksi, melepas elektron dan mengalami oksidasi mengingat logam memiliki potensial oksidasi lebih besar dari pada air atau anion sisa asam, terkecuali elektroda Pt, Au, C yang merupakan elektroda inert (sukar bereaksi).

Dengan demikian, bila dalam proses elektrolisis menggunakan elektroda Pt, Au, maupun C (grafit) yang akan mengalami reaksi tentu bukanlah elektrodanya, akan tetapi anion dalam larutan. Akan tetapi bila dalam larutan mengandung anion sisa asam oksidasi, seperti SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , dan F^- maka anionlah yang mengalami reaksi oksidasi pada anoda. Hal ini dikarenakan anion sisa asam oksidasi tersebut memiliki nilai potensial oksidasi yang lebih negatif dari pada air, sehingga air yang memiliki potensi lebih besar untuk mengalami oksidasi.



Elektrolisis Air

Tujuan: Mengetahui proses elektrolisis air serta kualitas air sumur

Alat dan Bahan: 2 Elektroda Grafit Adaptor
2 Gelas Plastik Air
2 Penjepit buaya Kain/tisu pengering

Cara Kerja: 1. Buat rangkaian listrik menggunakan adaptor dan penjepit buaya.
2. Siapkan air sumur dalam dua gelas plastik
3. Pasang elektroda pada rangkaian listrik
4. Masukkan elektroda dalam gelas yang telah berisi air
5. Hubungkan adaptor dengan sumber arus listrik
6. Diamkan beberapa menit, amati perubahan yang terjadi. Catat hasil pengamatan

Pertanyaan:

1. Perubahan apa yang terjadi? Apakah air yang mulanya tampak bening menjadi keruh setelah mengalami elektrolisis? Coba cek persamaan reaksi elektrolisis air!
2. Bukankah ketika melakukan elektrolisis air, hanya komponen air saja yang mengalami reaksi? Apakah kekeruhan air menunjukkan adanya mineral-mineral lain yang terlarut dalam air?
3. Cobalah cari informasi terkait dalam web untuk mengetahuinya!

G. Penyepuhan sebagai Contoh Penerapan Elektrolisis

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai penyepuhan sebagai penerapan elektrolisis.

Baiklah, Kalian telah memahami elektrokimia dan elektrolisis. Kini tiba waktunya kita mencari tahu jawaban atas permasalahan berdasarkan bingkai berita sebelumnya.

Lakukan analisis berikut ini!

Analisis Masalah

Permasalahan:

“Apa penyepuhan itu?”

“Bagaimana cara dan proses penyepuhan?”

Analisis:

1. Dari pemahaman terhadap elektrokimia dan elektrolisis, reaksi apa yang berlangsung dalam proses tersebut?
2. Beberapa ion logam lebih mudah tereduksi dari pada molekul air, sebab potensial reduksi standar ion logam tersebut lebih besar dari pada molekul air, misalnya saja ion logam emas (Au) dan perak (Ag) Cobalah Kalian tuliskan bagaimana reaksi reduksi dari kedua ion logam tersebut? Perhatikan setiap fasanya? Berfasa apakah hasil (produk) dari reaksi reduksi ion logam? Solid (padatan)? Aquos (larutan)? Liquid (cairan murni) ataukah gas?
3. Kaitkan informasi fasa unsur hasil reduksi dengan pelapisan? Apakah hasil dari reaksi reduksi mampu melapisi logam lainnya yang mengalami oksidasi? Berikan alasan!

Hasil dan Kesimpulan

.....

.....

.....

.....



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Telah Kalian ketahui bahwa beberapa ion logam dapat lebih mudah tereduksi dari pada molekul air, sebab potensial reduksi standar ion logam tersebut lebih besar dari pada potensial reduksi standar molekul air. Jika katoda dan anoda terdiri dari lempengan logam, maka ion dalam larutan pada katoda akan menjadi padatan logam yang menempel pada logam katoda setelah menerima elektron dari oksidasi logam di anoda. Ingat hasil unsur dalam ion yang telah mengalami reduksi! Prinsip inilah yang digunakan untuk

penyepuhan logam. Jadi proses penyepuhan adalah proses melapisi suatu logam dengan logam lain, prinsipnya adalah pengendapan logam pada katoda yang terjadi pada sel elektrolisis. Logam yang digunakan sebagai pelapis antara lain seng, nikel, krom, perak, dan emas.

Berikut ini diberikan contoh penyepuhan sendok dengan perak. Pada penyepuhan ini, sebagai anoda digunakan batang perak dan sebagai larutan elektrolitnya AgNO_3 . Adapun sebagai katoda sendok yang akan dilapisi perak. Proses penyepuhan terjadi ketika arus searah mulai memasuki elektrode negatif sehingga menyebabkan batang perak mengalami oksidasi, melepaskan 1 elektron menjadi ion logam perak (Ag^+). Adapun ion Ag^+ tersebut kemudian mengalami reduksi menjadi $\text{Ag}(s)$ yang menempel pada katoda (sendok).

Adapun mengenai penyepuhan pada proses kerajinan perak, secara umum proses penyepuhan dalam pengerjaan barang-barang kerajinan perak di Kotagede adalah sebagai berikut:

a. Pembersihan dan Pengupasan

Pada tahap awal adalah mempersiapkan logam yang akan dilapisi dengan cara pembersihan dan pengupasan. Lemak atau minyak yang menempel dapat dihilangkan dengan pelarut benzen, trikloroetilin, metil klorida, toluena dan karbon tetraklorida atau larutan alkali yang mengandung natrium karbonat, sianida, borak, sabun atau pembersih lain.

b. Pengasaman

Pengasaman adalah proses penghilangan kerak dan karat dari logam dengan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) dan asam klorida (HCl).

c. Pencelupan/pelapisan tanpa listrik

Bahan pencelupan atau pelapisan tanpa listrik berfungsi sebagai pengaktivasi benda kerja yang akan diplating atau dilapisi. Bahan-bahan pencelup yang dipakai umumnya adalah larutan asam kuat yaitu HCl dan H₂SO₄.

d. Elektroplating

Proses pelapisan benda kerja menggunakan listrik. Dalam proses penyepuhan ini, benda kerja yang digunakan untuk dilapisi perak biasanya berupa logam kuningan maupun tembaga. Adapun dalam proses penyepuhannya, logam yang akan lapisi perak dijadikan katoda, sedangkan logam perak dijadikan anodanya. Proses penyepuhan dilakukan dalam sistem larutan elektrolit, mengenai larutan yang digunakan adalah larutan AgNO₃. Ketika sistem elektrolisis (sel elektolisis) telah dirangkai, arus listrik searah kemudian dialirkan. Tegangan yang diberikan saat penyepuhan adalah sekitar 1,5 sampai 2 volt, sementara logam-logam tetap berada dalam larutan selama 15 menit sampai 12 jam atau lebih, tergantung pada seberapa tebal deposit (lapisan perak) akhir yang diinginkan. Kebanyakan pekerjaan dapat dicapai dalam waktu sekitar 4 jam .

e. Pembilasan

Pembilasan dapat dilakukan dalam air mengalir atau disemprot untuk menghilangkan sisa larutan elektrolit yang menempel pada benda kerja.

H. Elektrolisis dalam Produksi Logam

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai elektrolisis dalam produksi logam.

Perhatikan gambar-gambar 2.7 disamping!

Kalian tentu tidak asing dengan benda-benda tersebut. Taukah Kalian terbuat dari apakah kemasan makanan, kaleng-kaleng minuman, dan peralatan dapur disamping?

Aluminium, ya inilah nama bahan tersebut. Bahan dasar yang memiliki banyak manfaat dalam kehidupan kita. Tapi pernahkah Kalian berpikir bagaimana produksi aluminium itu?

Bagaimana pula kondisi pemenuhan kebutuhan atas aluminium ini?

Mengingat banyak sekali industri-industri yang memerlukannya sebagai bahan dasar perabotan dapur, kemasan makanan minuman, dan perkakas lainnya.

Tidak bisa dipungkiri bahwa ketergantungan kita terhadap aluminium begitu besar. Akan tetapi bagaimana kondisi alam kita? Atau mungkin kondisi sumber daya manusia (SDM)? Berikut ini adalah cuplikan berita mengenai kebutuhan dan pemasokan dalam negeri.



Sumber:
www.vakumfrying.com
www.dw.de
caknyo.wordpress.com

Gambar 2.7
Contoh Penggunaan
Aluminium

Perhatikan berita berikut ini!



Selasa, 07 Agst 2012 14:46:05 WIB

Jakarta, ANTARA Jateng - Kebutuhan aluminium untuk industri di dalam negeri yang mencapai 600.000 hingga 800.000 ton per tahun tidak mampu dipenuhi oleh PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum) yang hanya mampu memproduksi 260.000 ton per tahun. Menkeu Agus Martowardojo menambahkan, kapasitas produksi Inalum saat ini memang belum mencukupi kebutuhan aluminium ingot (aluminium batangan) di dalam negeri.

"Saat ini Inalum telah memasok 80 perusahaan lokal di Jawa. Salah satu rencana ekspansi Inalum untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri dengan menambah kapasitas produksi menjadi 410.000 ton per tahun dan membutuhkan dana 1,5 miliar dolar AS," katanya.

Bingkai Masalah

Berdasarkan cuplikan berita di atas, permasalahan apa yang terjadi? Dapatkah Kalian menemukan permasalahan tersebut! Mari kita rumuskan bersama permasalahan yang ada berdasarkan fakta tersebut.

Berapa besar jumlah aluminium yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri? Dan berapa pula banyaknya aluminium yang mampu diproduksi untuk di distribusikan dalam negeri? Apa jumlah kebutuhannya sebanding dengan produksinya? Ataukah bertolak belakang? Apa yang dapat kalian simpulkan?

Nah ternyata, permasalahannya adalah jumlah produksi aluminium dalam negeri belumlah mampu memenuhi kebutuhan yang diperlukan. Coba renungkan kembali permasalahan tersebut? Apakah kini Kalian menemukan berbagai pertanyaan terkait dengan permasalahan di atas? Apa yang terpikirkan ketika Kalian mengetahui rendahnya produksi aluminium dalam negeri? Mengapa rendah? Apa sumber produksi aluminium sebenarnya sehingga produksi rendah? Atau mungkin asal bahan produksi? Ataukah cara perolehan sumber produksi? Atau mungkin cara produksi?

Untuk dapat mengetahui jawabannya, coba Kalian rumuskan permasalahan-permasalahan terkait yang kini mengganggu pikiran Kalian dan kita selesaikan bersama.

Aspek	Pertanyaan
1. Sumber bahan produksi	1a. Apa sumber bahan produksi aluminium batangan?
	1b. Dari manakah asal bahan produksi? Alam? Atau buatan? Ditemukan dalam keadaan bebas atautkah dalam bentuk senyawa si aluminium?
2. Cara perolehan bahan	2.
3. Cara pembuatan	3.
4.	4. Adakah keterkaitannya dengan terapan ilmu kimia
5.	5.

Baiklah kini kita memiliki permasalahan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan yang harus diselesaikan, untuk menemukan jawabannya coba pelajari bahasan subbab-subbab berikut ini.

1. Sumber Aluminium

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai sumber aluminium beserta cara perolehannya.

Dari cuplikan berita pada bingkai berita diperoleh informasi terkait dengan produksi aluminium dalam negeri. Pada subbab ini Kalian akan mempelajari sumber aluminium beserta cara perolehannya. Untuk mengetahuinya cobalah lakukan analisis masalah berikut!

Analisis Masalah

KEY NOTE: Unsur logam ditemukan bukan dalam bentuk bebas unsur melainkan dalam campuran mineral. Campuran mineral direduksi untuk mendapatkan bentuk oksidanya terlebih dahulu untuk selanjutnya diperoleh dalam bentuk unsur. Bahan mentah tersebut diambil dari bumi melalui penambangan diolah menjadi bahan baku seperti ingot logam.

Permasalahan:

”Apa sumber bahan produksi aluminium batangan?”

“Dari manakah asal bahan produksi? Alam? Atau buatan? Ditemukan dalam keadaan bebas atautkah dalam bentuk senyawa si aluminium?”

Untuk mengetahui jawaban atas pertanyaan di atas coba ikuti petunjuk berikut ini:

1. Aluminium merupakan salah satu unsur kimia yang termuat dalam tabel SPU. Termasuk jenis unsur apa si aluminium tersebut? logam? semi logam? non logam?
2. Perhatikanlah key note disamping. Dari informasi poin pertama dan key note tersebut pemahaman apa yang Kalian peroleh?

Hasil Analisis

1. Aluminium termasuk unsur (logam/semi logam/non logam)*
2. Adakah keterkaitan jawaban point 1 dengan informasi dalam key note? Apakah aluminium termasuk unsur logam? Bila iya, maka sifat logam pada informasi key note berlaku pula pada aluminium sehingga:

Informasi key note	Sifat aluminium
1. Unsur logam ditemukan
dalam bentuk campuran
mineral atau dikenal
dengan bijih logam.

2. Diperoleh melalui penambangan
3. Campuran mineral direduksi untuk mendapatkan bentuk oksida logam untuk selanjutnya diperoleh dalam batangan logam.

Keterangan: * coret yang tidak perlu

Kesimpulan

.....

.....

.....

.....



Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Aluminium merupakan logam yang paling banyak ditemukan di kerak bumi (8.1%), tetapi tidak pernah ditemukan secara bebas di alam. Unsur-unsur logam dapat diperoleh dengan cara memisahkannya dari bijih logamnya. Sama halnya dengan aluminium, unsur ini dapat dipisahkan dari bijih logamnya yakni bauksit. Perhatikan gambar disamping! Gambar 2.8 tersebut merupakan contoh gambar bauksit.



Gambar 2.8
Bauksit,
Bijih Logam Aluminium

Sumber: financeroll.co.id

Bauksit adalah bahan heterogen, yang mempunyai mineral dengan susunan terutama dari oksida aluminium, yaitu berupa mineral buhmit ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$) dan mineral gibsit ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Secara umum bauksit mengandung Al_2O_3 sebanyak 45–65%, SiO_2 : 1–12%, Fe_2O_3 : 2–25%, $\text{TiO}_2 > 3\%$, dan H_2O : 1–36%.

Bijih bauksit umumnya terdapat di daerah tropika dan subtropika. Untuk mengekstrak logam, bijih atau senyawa logam harus mengalami proses reduksi (misalnya, ion logam positif menerima elektron negatif untuk membentuk atom logam netral, atau oksida yang kehilangan oksigen, untuk membentuk atom logam bebas). Senyawa yang kehilangan oksigen dari oksidanya disebut agen pereduksi misalnya karbon, karbon monoksida atau kadang-kadang hidrogen. Karbon (grafit) inilah yang digunakan sebagai katoda dalam proses elektrolisis oksida aluminium pada proses Hall Heroult untuk mendapatkan aluminium murni batangan.

Nah, ternyata proses elektrolisis yang telah Kalian pelajari sebelumnya dapat digunakan dalam produksi logam, salah satunya produksi aluminium, logam yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan kita. Kini Kalian tentu dapat menjawab pertanyaan keempat pada bingkai masalah. Apakah ada keterkaitannya dengan penerapan kimia? Jawabannya adalah tentu ada. Seberapa besar peranan ilmu kimia dalam produksi logam ini dan bagaimana prosesnya, akan Kalian temukan jawaban pada subbab berikut ini.

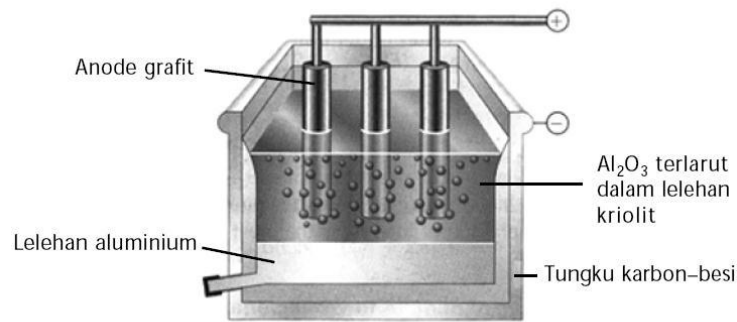
2. Elektrolisis dalam Pemisahan Aluminium dari Bijih Logam

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai proses produksi aluminium melalui elektrolisis.

Masih ingatkah Kalian dengan peristiwa elektrolisis? Bagaimana sistem elektrolisis dan prosesnya? Tidak akan jauh berbeda dengan konsep elektrolisis yang telah Kalian pelajari sebelumnya, produksi aluminium juga menggunakan konsep yang sama.

Pada subbab ini Kalian akan mengetahui proses produksi aluminium melalui elektrolisis. Untuk mengawalinya, coba Kalian perhatikan gambar berikut. Cobalah Kalian analisis gambar proses elektrolisis aluminium oksida untuk mendapatkan aluminium murni.

Analisis Gambar



Sumber: Chemistry, 2000

Gambar 2.9
Proses Elektrolisis Al_2O_3

Cermati dengan seksama gambar tersebut! Perhatikan komponen-komponen sistem elektrolisisnya! Siapa yang bertindak sebagai anoda dan katodanya? Perhatikan tanda masing-masing kutub untuk mengetahui anoda dan katoda? Anoda memiliki kutub apa? Positif? Negatif? Dan sebaliknya apa kutub dari katoda? Nah, ingatlah kembali!

Dapatkan Kalian prediksi pula bagaimana alur proses elektrolisis tersebut. Tuliskan hasil analisis Kalian.

Hasil Analisis

Komponen	Hasil analisis
Anoda
Katoda
Senyawa elektrolit

Prediksi proses elektrolisis

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



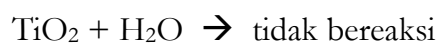
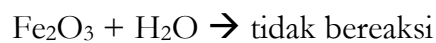
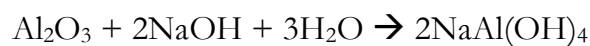
Concept Check

Cek pemahaman yang Kalian peroleh sebelumnya dan perluaslah dalam Concept Check berikut ini!

Secara umum proses produksi aluminium/pemisahan aluminium dari bijih logam aluminium dilakukan melalui proses bayer dan proses Hall Heroult. Mula-mula bijih logam aluminium, yakni bauksit direduksi menjadi alumina murni (oksida aluminium) Al_2O_3 . Selanjutnya, alumina direduksi dengan cara elektrolisis yakni melalui proses Hall Heroult tersebut.

1. Reaksi Kimia Pemurnian Bauksit (Proses Bayer)

Telah diketahui bahwa bauksit tidak hanya mengandung oksida aluminium, melainkan bauksit mengandung pula silikat, oksida besi, serta oksida titanium. Oleh karenanya sebelum melakukan elektrolisis terhadap oksida aluminium menjadi aluminium murni, perlu dilakukan proses pemurnian bauksit guna mendapatkan oksida aluminium (Al_2O_3) dari bijih logam aluminium (bauksit).

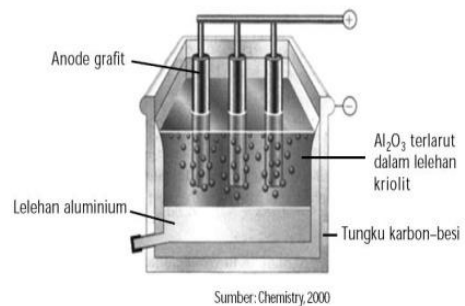


Dengan cara dipanaskan, $\text{Na}_2\text{Si}(\text{OH})_6$ akan mengendap dan disaring bersama-sama dengan TiO_2 dan Fe_2O_3 . $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ selanjutnya diasamkan hingga membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$. Pemanasan $\text{Al}(\text{OH})_3$ akan menghasilkan alumina murni dalam bentuk oksida (Al_2O_3).

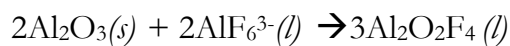
2. Reduksi Al_2O_3 melalui Elektrolisis Al_2O_3 (Proses Hall Heroult)

Logam aluminium murni dapat diperoleh dengan cara metode Hall Heroult. Dengan metode tersebut, Al_2O_3 akan diubah menjadi Al. Bagaimana proses yang terjadi? Kalian dapat mengamati gambar sel elektrolisis sebelumnya. Sel elektrolisis tersusun atas sebuah wadah, anoda, katoda, serta menggunakan senyawa elektrolit. Berdasarkan analisis gambar yang telah kalian lakukan sebelumnya, menurut kalian siapakah yang bertindak sebagai anoda dan katoda? Coba cek pada *concept check* ini, apakah jawaban Kalian benar atau tidak.

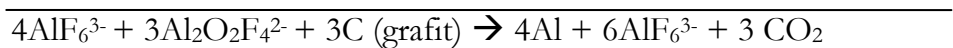
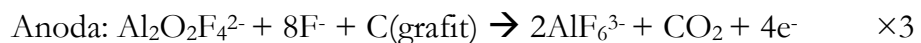
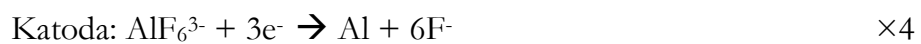
Sel elektrolisis pada gambar tersusun atas tangki grafit sebagai katoda dan batang grafit (karbon) sebagai anoda. Mula-mula Al_2O_3 dicampurkan dengan kriolit (Na_3AlF_6) lalu dilelehkan.



Gambar 2.10
Proses Elektrolisis Al_2O_3



AlF_6^{3-} akan mengalami reduksi di katoda membentuk logam Al. Adapun $3\text{Al}_2\text{O}_2\text{F}_4$ akan dioksidasi di anoda menghasilkan AlF_6^{3-} dan gas CO_2 .



Aluminium yang terbentuk berupa lelehan yang terendap di bawah elektrolit. Lelehan aluminium inilah yang kemudian dicetak dalam bentuk batangan.

Nah, kini Kalian tahu bahwa elektrolisis berperan dalam produksi zat. Produksi aluminium hanyalah salah satu contoh dari peranan elektrolisis dalam produksi logam. Banyak zat kimia yang dapat dibuat melalui elektrolisis, seperti logam alkali, magnesium, fluorin, klorin, natrium hipoklorit, dan hidrogen peroksida.

I. Elektrolisis dalam Pemurnian Logam

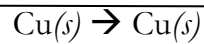
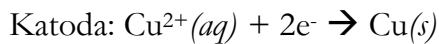
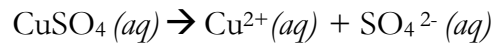
Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai elektrolisis dalam pemurnian logam.

Tahukah Kalian begitu besarnya peranan elektrolisis dalam kehidupan kita, elektrolisis tidak hanya memegang peranan dalam penyepuhan maupun produksi zat. Elektrolisis ternyata berperan pula dalam pemurnian logam. Apa contohnya?

Kalian tentu mengenal kabel listrik. Ketika Kalian coba untuk memotong lapisan pelindungnya yang bersifat seperti karet dan plastik, apa yang Kalian jumpai? Serabut-serabut berwarna kuning keemasan akan terlihat ketika Kalian melakukan perlakuan di atas. Serabut-serabut inilah yang berfungsi sebagai penghantar listrik. Serabut inilah yang berupa logam tembaga. Kemudian apa keterkaitan pemurnian tembaga dengan hantaran listrik? Apakah berpengaruh besar tingkat kemurnian tembaga? Jawabannya akan Kalian ketahui dalam subbab ini.

Contoh terpenting dalam bidang ini adalah pemurnian tembaga. Mengapa? Untuk membuat kabel listrik ternyata diperlukan tembaga murni, sebab adanya pengotor dapat mengurangi konduktivitas tembaga. Akibatnya, akan timbul banyak panas dan akan membahayakan penggunaannya. Inilah alasan mengapa diperlukan proses pemurnian tembaga.

Pertanyaan selanjutnya adalah bagaimana cara untuk memurnikan logam? Dengan cara apa? Tembaga dimurnikan secara elektrolisis. tembaga kotor dijadikan anoda, sedangkan katoda digunakan tembaga murni. Adapun larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan tembaga sulfat (CuSO_4). Selama elektrolisis, tembaga dari anoda terus menerus dilarutkan kemudian diendapkan pada katoda.



Perak, emas, platina, besi, dan zink biasanya merupakan pengotor pada tembaga. Perak, platina, dan emas mempunyai potensial lebih positif dari pada tembaga. Dengan mengatur tegangan selama elektrolisis, ketiga logam itu tidak ikut larut. Ketiga logam tersebut akan terdapat pada lumpur anoda. Hasil ini biasanya cukup untuk menutup biaya pemurnian tembaga. Besi dan zink yang mempunyai potensial elektrode lebih negatif dari pada tembaga akan ikut larut. Akan tetapi, ion-ionnya lebih sukar diendapkan, jadi tidak ikut mengendap di katoda.

J. Aspek Kuantitatif dari Elektrolisis

Kalian tuntas mempelajari materi subbab ini apabila Kalian telah mampu mengungkapkan pemahaman mengenai aspek kuantitatif dari elektrolisis.

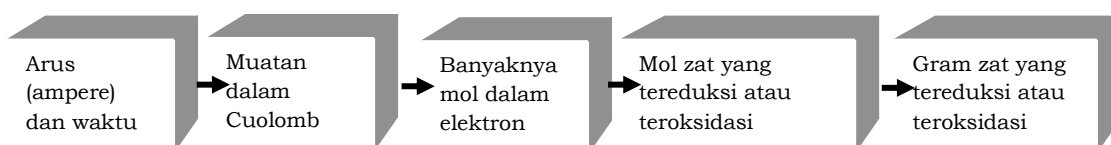
Segi kuantitatif dari elektrolisis dikembangkan terutama oleh Faraday. Ia mengamati bahwa **massa produk** yang terbentuk (reaktan yang dikonsumsi) pada suatu elektroda **berbanding lurus** dengan **banyaknya listrik** yang ditransfer di elektrods tersebut **dan massa molar zat** yang terkait. Contohnya, dalam elektrolisis lelehan NaCl, reaksi katoda menyatakan bahwa satu atom Na dihasilkan ketika satu ion Na^+ menerima satu elektron dari elektroda. Untuk mereduksi 1 mol ion Na^+ , kita harus memasok bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$) elektron ke katoda. Sebaliknya, stoikhiometri dari reaksi anoda menunjukkan bahwa oksidasi dua ion Cl^- menghasilkan satu molekul klorin. Jadi, pembentukan 1 mol Cl_2 menghasilkan transfer 2 mol elektron dari ion Cl^- ke anoda. Demikian pula, diperlukan 2 mol elektron untuk mereduksi 1 mol Mg^{2+} dan 3 mol elektron untuk mereduksi 1 mol ion Al^{3+} .

Dalam suatu percobaan elektrolisis, kita biasanya mengukur arus (dalam ampere, A) yang melewati sel elektrolisis dalam jangka waktu tertentu. Hubungan antara muatan (dalam cuolomb. C) dan arus adalah:

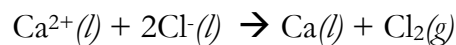
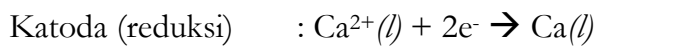
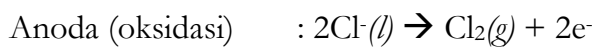
$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$$

Dengan kata lain, satu cuolomb ialah kuantitas muatan listrik yang melewati sembarang titik pada rangkaian dalam 1 detik jika arusnya 1 ampere.

Gambar dibawah ini menunjukkan tahap-tahap dalam menghitung kuantitas zat yang dihasilkan dalam elektrolisis. Kita akan melihat cara ini dengan meninjau lelehan CaCl_2 dalam sel elektrolitik.



Andaikan arus 0,452 A dilewatkan sel dalam 1,50 jam. Berapa banyak produk yang akan terbentuk pada anoda dan pada katoda? Dalam memecahkan soal-soal elektrolisis jenis ini, tahap pertama ialah menetapkan spesi apa yang akan teroksidasi pada anoda dan spesi apa yang akan tereduksi pada katoda. Disini pilihannya jelas karena kita hanya mempunyai ion Ca^{2+} dan Cl^- dalam lelehan CaCl_2 . Jadi, kita tuliskan setengah reaksi dan reaksi redoks keseluruhan.



Kuantitas logam kalsium dan gas klorin yang terbentuk bergantung pada banyaknya elektron yang melewati sel elektrolitik, yang ternyata bergantung pada arus x waktu, atau muatan:

$$\text{muatan} = 0,452 \text{ A} \times 1,50 \text{ jam} \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ A} \cdot \text{s}} = 2,44 \times 10^3 \text{ C}$$

Karena 1 mol $e^- = 96.500 \text{ C}$ dan diperlukan 2 mol elektron untuk mereduksi 1 mol ion Ca^{2+} , maka massa logam Ca yang terbentuk pada katoda adalah:

$$\text{massa Ca} = 2,44 \times 10^3 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96.500 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{40,08 \text{ g Ca}}{1 \text{ mol Ca}} = 0,507 \text{ g}$$

Reaksi anoda menyatakan bahwa dihasilkan 1 mol gas klorin per 2 mol elektron. Jadi, massa gas klorin yang terbentuk adalah:

$$\begin{aligned} \text{Massa gas klorin (Cl}_2) &= 2,44 \times 10^3 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96.500 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol klorin}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{70,90 \text{ g klorin}}{1 \text{ mol klorin}} \\ &= 0,896 \text{ g} \end{aligned}$$

Nah, ternyata kuantitas hasil elektrolisis dapat kita hitung bersama menggunakan hukum faraday tersebut. Dapatkah Kalian sederhanakan persamaan matematis di atas? Mari kita rumuskan bersama! Untuk mudahnya perhatikan kembali tahapan pada gambar.

1. Massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis berbanding lurus dengan banyaknya listrik, sehingga dapat kita tuliskan:

$$\begin{aligned} \text{Massa zat} &= \text{banyaknya listrik (cuolomb)} \\ &= \text{arus (I)} \times \text{waktu (t)} \end{aligned}$$

2. Massa zat tersebut juga berbanding lurus dengan massa molarnya, 1 mol zat setara $\sum e^-$ yang terlibat dengan 1 mol $e^- = 96.500 \text{ C}$. Kita dapat menggabungkan point 1 dan 2 dengan menuliskan seperti ini:

$$\text{Massa zat} = \frac{I \times t}{96.500} \times \frac{\text{Ar}}{\sum \text{elektron yang terlibat}}$$

Benar atau tidak rumusan diatas, coba kita cek bersama:

$$\begin{aligned} \text{Massa klorin (Cl}_2) &= 2,44 \times 10^3 \text{ C} \times \frac{1 \text{ mol } e^-}{96.500 \text{ C}} \times \frac{1 \text{ mol klorin}}{2 \text{ mol } e^-} \times \frac{70,90 \text{ g klorin}}{1 \text{ mol klorin}} \\ &= 0,896 \text{ g} \end{aligned}$$

Rangkuman



Elektrokimia adalah cabang ilmu kimia yang berkenaan dengan interkonversi energi listrik dan energi kimia. Proses elektrokimia merupakan reaksi redoks yang berlangsung dalam sel volta ataupun reaksi redoks non spontan dalam sel elektrolisis.

Peristiwa penguraian larutan maupun lelehan elektrolit oleh arus searah disebut dengan elektrolisis. Apabila suatu larutan ataupun lelehan elektrolit tersebut dialiri oleh arus searah hingga terjadi reaksi kimia, inilah yang dikatakan peristiwa elektrolisis. Energi listrik ini digunakan untuk membantu agar reaksi redoks non spontan dapat terjadi. Elektrolisis memiliki peranan penting dalam kehidupan, diantaranya digunakan dalam penyepuhan, produksi logam, serta pemurnian logam. Adapun kuantitas massa zat yang dibebaskan dalam proses ini dapat kita hitung menggunakan persamaan matematis berdasarkan hukum faraday.

Sel volta merupakan sistem yang mampu memanfaatkan reaksi redoks spontan menjadi sumber arus listrik. Berbagai macam pemanfaatan sel volta sering dijumpai dalam kehidupan, seperti baterai, dan aki. Adapun contoh reaksi redoks spontan dapat pula kita jumpai dalam bidang fotografi.



A. Berbasis Masalah

Analisislah permasalahan berikut ini. Temukan jawaban atas permasalahan tersebut.

1. Sebuah perusahaan produksi logam sedang kebingungan untuk memutuskan jenis logam apa yang tepat untuk diproduksi sesuai dengan kondisi keuangan yang ada. Cobalah bantu mereka mengambil keputusan sesuai dengan perhitungan yang benar. Dengan hanya mempertimbangkan biaya listrik, apakah akan lebih murah memproduksi satu ton natrium atau satu ton aluminium melalui elektrolisis?
2. Chimi sedang asyik menggunakan kamera barunya. Dia begitu antusias ketika memotret dan segera ingin mencetak hasilnya. Raut mukanya tiba-tiba berubah drastis ketika melihat sesuatu. Kini dia tampak berpikir keras merasa keheranan dengan apa yang terjadi dengan film kameranya. Ternyata film kamera tampak membentuk bayangan objek samar-samar setelah proses pemotretan gambar dilakukan. Chimi hanya tahu, terdapat reaksi kimia yang memegang peranan di bidang fotografi. Bantu Chimi menemukan jawabannya. Apa sebenarnya yang spesial dengan film kamera sehingga mampu membentuk bayangan semu dari pemotretan objek?

B. Benar atau Salah



Benar ataukah salah pernyataan berikut ini dan berikanlah alasannya.

1. Ketika tembaga secara langsung dimasukkan ke dalam larutan AgNO_3 , akan terjadi reaksi redoks tetapi tidak ada arus listrik karena tidak ada aliran elektron. (B/S)
2. Poses elektrolisis memungkinkan berlangsungnya reaksi redoks non spontan. (B/S)
3. Reaksi di katoda pada elektrolisis bergantung pada logam elektrodanya. (B/S)
4. Pada proses penyepuhan, logam yang akan disepuh dijadikan anoda. (B/S)

C. Essay

1. Apa elektrokimia itu? Jelaskan!
2. Apa fungsi keberadaan jembatan garam dalam sel volta?
3. Apa perbedaan antara sel volta dengan sel elektrolisis? Jelaskan!
4. Apa sumbangan Faraday pada elektrolisis kuantitatif? Bagaimana proses perumusan persamaan matematis berikut ini?

$$\text{Massa zat} = \frac{I \times t}{96.500} \times \frac{Ar}{\Sigma \text{elektron}}$$

5. Mengapa sel volta dapat menghasilkan arus listrik? Bagaimana prosesnya? Uraikan penjelasanmu!
6. Perak dan emas memiliki potensial reduksi lebih positif dari tembaga. Menurut Kalian apakah hal tersebut menjadi berita baik atau berita burukkah dalam proses pemurnian tembaga melalui elektrolisis? mengingat perak dan emas merupakan pengotor pada tembaga.

Indikator Penguasaan Materi

Setelah mengerjakan evaluasi bab 1, Kalian dapat mengetahui persentase penguasaan materi berdasarkan petunjuk berikut ini:

A. Soal Berbasis Masalah

No	Kisi-Kisi	Skor
1	- Penjelasan konsep perhitungan banyaknya muatan listrik sebagai indikator besar biaya listrik.	5
	- Perhitungan muatan listrik serta uraian keterkaitan massa ekuivalen dengan banyak muatan listrik dalam penentuan banyak sedikitnya muatan untuk mengetahui besar sedikitnya biaya.	7
2	- Identifikasi komponen penyusun film.	5
	- Identifikasi proses pengambilan gambar, meliputi: penjelasan proses reaksi redoks dalam pematangan (pengambilan gambar).	7

Skor = jumlah total skor berdasarkan kisi-kisi jawaban, misal a.

Skor = a

B. Soal Benar atau Salah

Skor = jumlah jawaban benar \times 2, misal b.

Skor = b

C. Soal Essay

Skor = jumlah jawaban benar \times 3, misal c.

Skor = c

Skor akhir = jumlah total skor

$$\text{Skor akhir} = \frac{a+b+c}{5} \times 10$$

$$\% \text{ persentase penguasaan materi} = \frac{\text{skor akhir} \times 100\%}{100}$$

Jika persentase yang Anda peroleh $\geq 75\%$, maka Kalian dapat mempelajari materi selanjutnya. Namun jika persentase yang Anda peroleh $< 75\%$, silahkan pelajari kembali materi ini.

Ayo Kenali Dirimu

Baiklah, pada bagian ini Kalian dapat mengenali diri, dan mengevaluasi diri setelah mengikuti pembelajaran melalui kegiatan pemecahan masalah. Bagaimana sebenarnya sikap Kalian dan apakah sikap Kalian sesuai dengan harapan. Adakah yang masih perlu di latih dan diperbaiki dapat Kalian ketahui saat ini.

1. Ketika Kalian dihadapkan pada permasalahan serta menemukan/membangun konsep secara mandiri melalui modul ini, apa yang Kalian rasakan saat itu?



2. Bagaimana usahamu/sikapmu dalam menyelesaikan kegiatan pemecahan masalah melalui modul?



3. Bayangkan kamu dihadapkan pada suatu permasalahan. Ketika kamu menghadapi masalah sendiri, apa yang akan menjadi sikapmu pada saat itu? Dan bagaimana kamu menyelesaikan masalah itu?



4. Bagaimana kamu mengetahui bila kamu telah berpikir dengan baik?

Glosarium

Anoda Elektroda tempat terjadinya oksidasi. Dalam sel volta anoda adalah kutub negatif, sedangkan dalam sel elektrolisis anoda adalah kutub positif.

Baja Nama khusus untuk logam-logam campur dari besi. Salah satu contohnya yang terkenal ialah baja tahan karat yang merupakan campuran besi dengan krom dan nikel

Bauksit $[\text{AlO}_x (\text{OH})_{3-2x}]$ Bijih mineral sumber logam aluminium.

Bijih Mineral yang digunakan sebagai sumber komersil dari unsur tetentu. Contohnya adalah bauksit yang merupakan salah satu bijih aluminium.

Elektrolisis Reaksi peruraian yang terjadi ketika listrik dialirkan ke dalam larutan.

Jembatan garam penghubung yang berisi garam yang menghubungkan ruang anoda dan ruang katoda.

Katoda Elektroda tempat terjadinya reduksi. Dalam sel volta adalah kutub positif, sedangkan dalam elektrolisis adalah kutub negatif.

Korosi Reaksi redoks pada logam yang dipengaruhi oleh keberadaan air dan udara di lingkungan sekitarnya menghasilkan zat yang tidak dikehendaki (karat).

Oksidasi reaksi yang melibatkan terjadinya kenaikan bilangan oksidasi atau reaksi yang melibatkan pelepasan elektron oleh suatu zat.

Perlindungan katodik Perlindungan logam dengan menjadikan logam tersebut sebagai katoda dengan cara menghubungkan logam tersebut dengan logam yang lebih mudah teroksidasi.

Potensial elektroda standar atau potensial reduksi standar Potensial relatif suatu elektroda terhadap elektroda hidrogen pada kondisi standar (konsentrasi 1M dan tekanan gas 1 atm).

Potensial sel Selisih potensial antara kutub positif dengan kutub negatif dari suatu sel.

Reaksi redoks spontan Reaksi redoks yang dapat berlangsung dengan sendirinya.

Reduksi Reaksi yang melibatkan terjadinya penurunan bilangan oksidasi atau reaksi yang melibatkan pengikatan elektron oleh suatu zat.

Sel elektrolisis Wahana tempat berlangsungnya proses elektrolisis.

Sel volta Wahana tempat berlangsungnya reaksi kimia yang menghasilkan listrik.

Daftar Pustaka

- Astuti, Budi. (2005). *Upaya Pelestarian Keris dalam Kehidupan Budaya Kraton Yogyakarta*. Yogyakarta: UGM.
- Austin, George T dan E. Jasjfi. *Industri Proses Kimia*. Jakarta: Erlangga.
- Baurer Richard James P dan Pamela S Marks. (2007). *Intruduction to Chemistry*. NewYork: Mc Graw Hill Higher.
- Brady, James E. *Kimia Universitas: Asas dan Struktur*. Alih bahasa: Sukmariah Marun, Kamianti Anas, dan Tilda S.Sally. Tangerang: Binarupa Akasara Pubisher.
- Chang, Raymond. (2005). *Kimia Dasar*. Alih bahasa: Suminar Setiati. Jakarta: Erlangga.
- Gentile, Thomas. *Jewellery: (1973). Jewellery: A Complete Introduction to The Craft of Jewellery*. London: Pan Books.
- Hardy, R. Allen. (1967). *The Jewelry Repair Manual*. New York: Litton Educational Publishing.
- Khamidinal. (2006). *Kimia Dasar II*. Yogyakarta: Pokja Akademik UIN Sunan Kalijaga.
- Nababan, Wilson. (1997). *Wiraswasta Cuci Cetak Foto Hitam Putih*. Jakarta: puspa Swara.
- Petruci, Ralph H. (1987). *Kimia Dasar:Prinsip dan Penerapan Modern*. Jakarta:Erlangga.
- Sastrawijaya, Tresna. (1993). *Kimia Dasar II*. Jakarta:Universitas Terbuka, Depdikbud.
- Suchocki, John. (2007). *Conceptual Chemistry*. San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Sugiyarto, Kristian Handoyo. (2000). *Kimia Anorganik I*. Yogyakarta:FMIPA UNY.
- http://www.chem-is-try.org/tabel_periodik/aluminium/. Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.
- http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia-smk/kelas_xi/bijih-logam-2/. Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.
- <http://www.antarajateng.com/detail/index.php?id=65935#.UvhIrH1TiOL>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.

<http://tosanaji.com/terbentuknya-pamor/>.Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.

<http://respati.at.ua/publ/1-1-0-30>.Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.

<http://economy.okezone.com/read/2012/07/19/320/665429/potensi-bisnis-coating-capai-5-dari-pdb>.Diakses pada tanggal 27 Januari 2014.



Kunci Jawaban



Evaluasi Prasyarat

1. Salah. Reaksi oksidasi ditandai dengan kenaikan biloks, sedangkan reaksi reduksi ditandai dengan penurunan biloks.
2. Benar. Oksidator selalu mengalami reduksi
3. Benar. Reduktor selalu mengalami oksidasi
4. Salah. Dari kiri ke kanan deret volta menunjukkan nilai potensial reduksi yang semakin besar
5. Salah. Unsur yang paling berpotensi sebagai agen pengoksida adalah unsur yang memiliki nilai potensial reduksi sangat positif.
6. Salah. Unsur yang memiliki potensi besar sebagai agen pereduksi adalah unsur yang memiliki nilai potensial reduksi sangat negatif.
7. Benar
8. Salah
Alasan no 7 dan 8: karena logam Cu memiliki potensi oksidasi yang besar maka mampu mendesak ion perak untuk mengalami reduksi sehingga logam Cu mampu menggantikan posisi ion perak.
9. Benar. Emas merupakan unsur yang sangat mudah mengalami reduksi karena nilai potensial reduksinya sangat positif.
10. Benar

Evaluasi Bab 1

A. Berbasis Masalah

Mengapa korosi terjadi?

Korosi merupakan bentuk reaksi redoks yang terjadi di alam secara serta merta tanpa dibuat-buat. Kondisi atmosfer yang mengandung oksigen serta udara bebas yang mengandung CO_2 pula mendukung terjadinya peristiwa korosi. Oleh karena korosi terjadi pada logam dimana logam memiliki sifat yang mudah mengalami oksidasi, ditambah lagi oksigen dalam atmosfer yang bersifat pengoksidasi yang sangat baik mengingat nilai potensial reduksi sangat positif, hal ini sangat memungkinkan peristiwa korosi terjadi dalam kondisi lembab (mengandung uap air) serta udara yang mengandung CO_2 pula. Masih ingatkah Kalian? bahwa CO_2 bersama air mampu membentuk asam yang mendukung keberlangsungan korosi yang diawali oleh oksidasi logam dan reduksi oksigen ini. Nah inilah sebabnya mengapa peristiwa korosi dapat terjadi dalam kehidupan kita.

B. Benar atau Salah

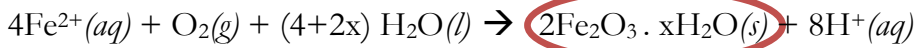
1. Salah. Peristiwa korosi tidak hanya terbatas pada besi, akan tetapi peristiwa korosi terjadi pada logam. Kita dapat melihat banyak contoh korosi di sekitar kita. Karat pada besi, noda pada perak, dan patina hijau yang terbentuk pada tembaga dan kuningan. Akan tetapi, sejauh ini contoh yang paling lazim dari korosi ialah pembentukan karat pada besi.
2. Benar. Korosi merupakan bentuk reaksi redoks spontan karena proses berlangsungnya secara alam (serta merta) tanpa harus dibuat perlakuan khusus untuk membantu proses berlangsungnya reaksi.
3. Salah. Karat terbentuk karena besi yang teroksidasi bukan tereduksi. Logam memiliki kecenderungan untuk lebih mudah mengalami oksidasi mengingat potensial reduksinya rendah.
4. Salah. Logam Mg dan Zn dapat digunakan untuk melindungi besi dari korosi melalui perlindungan katodik, mengingat kedua logam memiliki potensi oksidasi yang lebih besar dari besi sehingga dapat memungkinkan besi terlindungi dari oksidasi.
5. Salah. Tradisi Kraton dalam pemeliharaan benda koleksinya dikenal dengan jamanan dan bukan jemasan.

C. Essay

1. Oksigen dapat menjadi agen pengoksidasi yang baik dikarenakan oksigen memiliki nilai potensial reduksi yang sangat positif. Hal ini berarti oksigen memiliki potensi untuk mengalami reduksi atau membuat zat lain mengalami oksidasi dengan baik.
2. Fungsi lapisan kadmium untuk menghindarkan baja dari kontak dengan udara dan air atau mencegah korosi. Akan tetapi hanya selama lapisan tersebut utuh. Bila lapisan mengelupas maka justru akan mendorong percepatan korosi karena kadmium memiliki potensi reduksi lebih besar, sedangkan baja memiliki potensi oksidasi sehingga reaksi redoks justru dapat berlangsung dengan mudah.
3. Kedua pelapis tersebut memiliki tujuan yang sama yakni mencegah terjadinya korosi. Akan tetapi keduanya sedikit berbeda. Timah yang digunakan sebagai pelapis hanya mampu melindungi bila lapisan itu tetap utuh dan tidak terkelupas. Bila lapisan timah terkelupas yang terjadi justru mempercepat terjadinya korosi (kaleng akan dengan mudahnya berkarat). Hal ini karena timah lebih cenderung mengalami reduksi (nilai potensial reduksi lebih besar dari baja). Adapun seng yang memiliki potensial reduksi lebih negatif dari baja (potensi oksidasi lebih besar) dapat melindungi baja dari karat meski sudah terkelupas sekalipun.
4. Meski potensi oksidasi aluminium lebih besar dari besi, aluminium justru tidak mudah mengalami korosi. Hal ini karena lapisan aluminium oksida (Al_2O_3) tak larut yang terbentuk pada permukaannya ketika logam terpapar ke udara berfungsi melindungi aluminium dibawahnya dari korosi lebih lanjut.
5. Lingkungan asam mampu mendukung keberlangsungan proses korosi karena ion H^+ dari asam diperlukan dalam reaksi reduksi oksigen. Berikut ini persamaan reaksinya



Perhatikan bahwa reaksi di atas terjadi dalam medium asam. Ion H^+ diperoleh dari H_2CO_3 yang terbentuk dari hasil reaksi karbondioksida di atmosfer dengan air. Ion Fe^{2+} yang terbentuk selanjutnya dioksidasi lagi oleh oksigen (mengalami oksidasi kembali) menjadi:



Karat

Bentuk terhidrasi dari besi (III) oksida inilah yang dikenal sebagai karat.

Evaluasi Bab 2

A. Berbasis Masalah

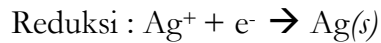
1. Untuk mengetahui besar biaya listrik dalam produksi logam, kita dapat melihat dari banyak penggunaan listrik. Dengan demikian kita dapat menentukan apakah produksi 1 ton Natrium atau 1 ton Aluminium yang menggunakan listrik yang lebih sedikit melalui perhitungan. Perhatikan persamaan berikut ini:

$$\text{Massa zat} = \frac{I \times t}{96.500} \times \frac{Ar}{\Sigma \text{elektron yang terlibat}} \text{ Massa Ekuivalen}$$

$$\text{Muatan listrik/Cuolomb (I} \times \text{t)} = \frac{\text{Massa zat} \times 96.500}{ME}$$

Ketika kita akan menentukan banyak listrik yang digunakan untuk produksi 1 ton logam natrium maupun aluminium, yang berbeda hanyalah terletak pada Ar masing-masing logam dan jumlah elektron yang terlibat. Atus listrik dalam cuolomb ($I \times t$) yang jumlahnya lebih sedikit tentu ketika perhitungan akhir dibagi dengan massa ekivelen yang nilainya besar (bergantung pada Ar dan jumlah elektron). Dan yang memiliki masa ekuivalen yang nilainya lebih besar dalah logam Al. Karena produksi logam natrium menggunakan larutan natrium, maka air yang mengalami reduksi, sehingga elektron yang diperlukan hanya 2 mol elektron. Adapun mol elektron aluminium dalam proses elektrolisis lebih dari 2 mol elektron.

2. Ternyata film kamera mengandung campuran mikrokristal perak bromida dengan larutan perak nitrat dalam glatin. Ketika pemotretan, cahaya yang dipantulkan dari obyek yang melewati lensa kamera akan difokuskan pada mikrokristal AgBr yang terdapat dalam film. Cahaya tersebut selanjutnya menyebabkan banyak ion bromida dalam mikrokristal AgBr mengalami oksidasi, mentransfer elektron ke ion perak sehingga mengalami reduksi menjadi atom perak buram.



Semakin banyak cahaya yang diterima oleh mikrokristal, semakin besar jumlah atom perak buram terbentuk. Dengan cara ini, gambar fotografi disandikan membentuk bayangan semu dari terbentuknya atom perak.

B. Benar atau Salah

1. Benar. Ketika logam tembaga dimasukkan ke dalam larutan AgNO₃ secara langsung tentu akan mengalami reaksi redoks akan tetapi tidak terdapat aliran elektron, yang terjadi hanyalah transfer elektron secara langsung. Aliran elektron hanya akan terjadi ketika terdapat suatu kawat penghantar dalam sistem tersebut.
2. Benar. Karena energi listrik inilah yang digunakan untuk membantu agar reaksi redoks non spontan dapat terjadi, mengingat elektrolisis merupakan penerapan reaksi redoks dengan penggunaan energi listrik.
3. Salah. Karena logam lebih berpotensi mengalami oksidasi sedangkan dalam katoda terjadi reaksi reduksi sehingga bukan logam yang bereaksi dalam katoda. Reaksi yang terjadi pada katoda bergantung pada jenis kation dalam larutan.
4. Salah. Karena logam yang akan disepuh dijadikan katoda bukan anoda.

C. Essay

1. Elektrokimia adalah cabang ilmu kimia yang berkenaan dengan interkonversi energi listrik dan energi kimia. Proses elektrokimia adalah reaksi redoks (oksidasi-reduksi) dimana dalam reaksi ini energi yang dilepas oleh reaksi spontan (reaksi redoks yang berlangsung serta merta) diubah menjadi listrik atau dimana energi listrik digunakan agar reaksi redoks yang nonspontan bisa terjadi.
2. Jembatan garam berfungsi untuk menetralkan kelebihan muatan. Pada kenyataannya, tidak ada arus listrik yang dapat diukur tanpa kehadiran jembatan garam tersebut. Jembatan garam melengkapi rangkaian tersebut sehingga menjadi suatu rangkaian tertutup.
3. Perbedaan sel volta dan sel elektrolisis

Aspek	Sel Volta	Sel Elektrolisis
arus listrik	Sumber arus listrik	Memerlukan arus listrik
elektroda	Kutub positif: katoda Kutub negatif: anoda	Kutub positif: anoda Kutub negatif: katoda
reaksi	Redoks spontan	Redoks nonspontan

4. Perumusan Persamaan Matematis

- Massa zat yang dibebaskan pada elektrolisis berbanding lurus dengan banyaknya listrik, sehingga dapat kita tuliskan:

$$\begin{aligned} \text{Massa zat} &= \text{banyaknya listrik (cuolomb)} \\ &= \text{arus (I)} \times \text{waktu (t)} \end{aligned}$$

- Massa zat tersebut juga berbanding lurus dengan massa molarnya, 1 mol zat setara $\sum e^-$ yang terlibat. Dengan demikian 1 mol zat = 1 mol e^- . Adapun 1 mol $e^- = 96.500 \text{ C}$.

Kita dapat menggabungkan point 1 dan 2 dengan menuliskan seperti ini:

$$\text{Massa zat} = \frac{I \times t}{96.500} \times \frac{Ar}{\sum \text{elektron yang terlibat}}$$

5. Elektron yang dibebaskan pada elektroda anoda tidak memasuki larutan tetapi tertinggal pada elektroda tersebut. Elektron tersebut selanjutnya akan mengalir ke bagian katoda melalui kawat penghantar. Spesi lain dari katoda yang berada dalam larutan selanjutnya akan mengambil elektron kemudian mengendap. Dengan demikian, rangkaian tersebut dapat menghasilkan aliran elektron (listrik) dari elektroda anoda ke katoda melewati kawat penghantar.
6. Berita baik. Potensial reduksi yang lebih positif berarti perak dan emas memiliki potensi oksidasi yang lebih rendah dari tembaga. Oleh karena dalam pemurnian melalui elektrolisis, tembaga kotor dijadikan anoda, tembaga dari anoda inilah yang kemudian larut, mengingat tembaga lebih mudah teroksidasi dari perak maupun emas. Adapun perak dan emas tidak akan larut dan akan terdapat pada lumpur anoda. Hasil ikutan inilah yang biasanya cukup untuk menutup biaya pemurnian tembaga.

Tentang Penulis



Erny Mawati, begitu nama lengkap penulis Modul Kimia Berbasis Masalah Pada Materi Pokok Redoks dan Aplikasinya dalam Bidang Teknologi, Seni, dan Budaya ini. Penulis ini lahir dan tinggal di Kota Budaya, Yogyakarta.

Erny, sapaan/panggilannya ini lahir di Yogyakarta pada tahun 1992. Riwayat pendidikan menempuh Sekolah Dasar (SD) di SDN Kotagede III Yogyakarta pada tahun 1998. Enam tahun kemudian melanjutkan studi di SMPN 10 Yogyakarta tepat di tahun 2004. Lulus dari Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2007 dan memasuki jenjang Sekolah Menengah Atas selama 3 tahun di SMAN 10 Yogyakarta. Adapun, mulai memasuki bangku perkuliahan tepat di tahun 2010 dengan mengambil program studi Pendidikan Kimia di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Kini, Erny tengah menyelesaikan studi S1nya di UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta di tahun 2014 ini.